CEREAL BREEDING

AND PRODUCTION SYMPOSIUM

MARCOS JUAREZ, ARGENTINA

NOVEMBER 7-12,1983

Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuaria

Oregon State University

Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz y Trigo

U.S. AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT
Coop. Agr. DAN-0621-A-00-4044-00

Special Report 718
Agricultural Experiment Station
and Crop Science Department
Oregon State University

BEST AVAILABLE COPY

SIMPOSIO SOBRE FITOMEJORAMIENTO Y PRODUCCION DE CEREALES

Del 7 al 12 de noviembre de 1983

ORGANIZADO POR

Universidad Estatal de Oregon

Agencia Estadounidense para el Desarrollo Internacional

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo para el Cono Sur

SEDE

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
Marcos Juárez, (CBA), Argentina

EN DEDICACION A LA MEMORIA DEL
ING. AGR ERNESTO GODOY

El sabado 28 de mayo dejó de existir en la ciudad de Marcos Juárez (Córdoba) el Ing. Agr. Ernesto F. Godoy. El extinto cumplió una importantísima labor en el Ministerio de Agricultura de la Nación y en el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, habiendose desempeñado como Director del Centro Regional Cordobes-Puntano y de la Estación Experimental Regional Agropecuaria Marcos Juárez. También estaba a su cargo la Coordinación del Programa Trigo del INTA.

Su deceso se produjo luego de una intensa jornada de trabajo. Se dedicaba con pasión a su trabajo, en la profesión que había elegido en su juventud y a la cual le dedicó su vida.

En 1933, inició su carrera en la Dirección General de Sanidad Vegetal dependiente del Ministerio de Agricultura. Se desempeña como Encargado del Laboratorio de Jose C. Paz en 1937, y en 1938 se traslada a Salta para ocupar la Jefatura del Laboratorio de Fitopatología.

En 1941 acepta la posición académica de Jefe de Trabajos Prácticos de la Cátedra de Fitopatología de la Facultad de Agronomía de la Universidad de La Plata.

El Instituto de Technología Agropecuaria fue creado en 1958 y el Ing. Godoy fue nombrado Asistente de Investigaciones del Centro Regional Pampeano con sede en Pergamino (Buenos Aires).

En el año 1962 es designado Director del recién creado Centro Regional Cordobes Puntano con sede en Marcos Juárez, y Director de la Estación Experimental Agropecuaria Marcos Juárez. La formación de los distintos grupos de trabajo es una de las contribuciones que realizó desde esta posición donde sirvió de guía y maestro a los técnicos jóvenes elevando el nivel nacional e internacional de la Estación Experimental de Marcos Juárez. Sirvió en esta posición hasta el año 1973.

Alejado de la dirección de la Estación Experimental de Marcos Juárez, continuó como Coordinador del Programa Trigo y Cebada Cervecera del INTA, que se lleva a cabo en siete estaciones experimentales, cargo que ocupaba hasta el momento de producirse su deceso. Como coordinador impulsó la investigación en trigo cuyo esfuerzo dio como resultado las nuevas variedades de trigo de INTA que tuvieron tanta incidencia en el la producción nacional siendo la cosecha record lograda en 1982-83 la muestra más evidente.

En razón de sus muchos méritos en beneficio de la investigación en cereales, la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria lo designa Académico Correspondiente, distinción que iba a recibir el 8 de junio.

En su larga carrera, el Ing. Godoy tuvo la oportunidad de visitar varios países en misión técnica. Las siguientes son algunas de dichas visitas:

1. The Third International Wheat Conference, Mexico. 1965.

2. Cuarta Reunión Latinoamericana de Fitotécnica, Santiago, Chile. 1968.

3. Primera Reunión de la Comisión de Trigo del Programa Cooperativo Regional para la Investigación Agrícola. Santiago, Chile. 1969.

4. Reunión de Producción de Trigo organizada por CIMMYT en México. 1971.

El 26 de Julio de 1979 le fue otorgado el "Premio Bolsa de Cereales de Buenos Aires 1979" en reconocimiento por sus contribuciones en la industria cerealera.

El Ing. Godoy ha publicado muchos trabajos siendo su última contribución "El Cultivo del Trigo", obra editada por INTA, 1981. Sus publicaciones constituyen un invalorable material de consulta para técnicos del país y del extranjero.

Esta publicación está dedicada a la memoria del Ing. Agr. Ernesto Florencio Godoy en reconocimiento por sus muchas contribuciones en el mejoramiento de cereales.

PROLOGO

El Programa Internacional de Trigo desarrollado por la Agencia Estadounidense para el Desarrollo Internacional (USAID), la Universidad Estatal de Oregon (OSU) y el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) ha previsto la realización de simposios regionales y nacionales en las principales zonas trigueras donde se cultivan trigos invernales o facultativos. De esta manera se complementan los otros dos propósitos principales del programa que son el enriquecimiento de germoplasma y el entrenamiento de científicos en programas de postgrados o en pasantías. Los objetivos principales de los simposios regionales son: 1) reforzar las áreas de cooperación entre las agencias internacionales, regionales y nacionales dedicadas al mejoramiento de la producción de cereales; 2) promover de manera coordinada la cooperación y el apoyo entre las distintas agencias; 3) compartir los resultados de las investigaciones sobre fitomejoramiento, extensión y producción de trigo en la región, y en el programa internacional; 4) alentar la selección y entrenamiento de calificados investigadores y extensionistas.

Los simposios estan diseñados para la presentación formal de temas relacionados con: producción de trigo, métodos de mejoramiento varietal, principales enfermedades de los cereales, prácticas culturales en trigo, características de calidad, extensión y aspectos económicos, sistemas de comercialización, programas de intercambio de germoplasma e información, y entrenamiento de futuros científicos. A continuación de las exposiciones se procede con visitas a los campos de producción con el objeto de observar los experimentos y los métodos de extensión y producción en las principales zonas trigueras dentro de la región.

De estos simposios de trigo se esperan los siguientes resultados: 1) un mejor entendimiento de los progresos y limitantes de las actividades cerealeras dentro de la región; 2) intercambio directo de información; 3) planeamiento del intercambio de germoplasma para zonas específicas, 4) desarrollo de vínculos personales más estrechos para una futura cooperación; 5) interactuar con los posibles futuros estudiantes del programa de postgrado en OSU

Existió el interés de parte del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) de Argentina y del programa internacional de trigo de OSU-USAID-CIMMYT de realizar una revisión sobre la situación cerealera del Cono Sur durante 1983. El programa de OSU ha estado cooperando con 15 localidades de América del Sur durante los últimos 10 años. Existen muchas similitudes entre el estado de Oregon y la región del Cono Sur en cuanto a los principales problemas de enfermedades, pH del suelo, sequía, años con heladas tardías, calidad, etc. Muchos de los materiales usados en trigo como fuentes de resistencia a enfermedades como Septoria, roya de la hoja y roya del tallo son originarios del Cono Sur. Las introducciones de origen argentino recibidas en OSU han tenido un rol fundamental en la contribución de nuevo germoplasma de características promisorias. Dos estudiantes de Argentina y uno de Paraguay están actualmente realizando el doctorado (Ph.D.) en Mejoramiento y Genética de Cereales en el Departamento de Crop Science, OSU. En los últimos años OSU ha recibido varias visitas argentinas de representantes de agencias de investigación del sector público y privado, e inclusive la de un grupo de productores de trigo.

Este seminario y tour de campo en Argentina fue organizado en forma conjunta con el Ing. Agr. J. Nisi, Coordinador Interino del Programa de Investigación de

Trigo del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA-Marcos Juárez). El Dr. M. Kohli (director del CIMMYT para la Región del Cono Sur) participó también en la coordinación y conducción del tour. El seminario constó de disertaciones formales que se dividieron en seis sesiones durante dos días. Los temas específicos y los disertantes se detallan en el Índice. Se debe mencionar al Ing. Nisi y sus colegas del INTA de Marcos Juárez por la excelente organización de las reuniones.

Asistieron al seminario aproximadamente 100 participantes representantes de todas las agencias argentinas de investigación, extensión y producción cerealera, del sector público y privado, coordinadores regionales de CIMMYT y personal de la casa central de Méjico, miembros del Grupo de Trigo de OSU, y colegas de países vecinos. El tour de tres días por los campos de producción abarcó las visitas a Marcos Juárez, Bordenave, Criadero Buck y Balcarce. La visita a Balcarce se vio suspendida debido a las inclemencias del tiempo, sin embargo, las visitas a las otras localidades aportaron gran información sobre la situación triguera y posibilitaron las discusiones e intercambio de ideas entre los participantes. Se expresa el agradecimiento por la gran generosidad de todas las personas que nos recibieron en cada lugar. También se expresa el agradecimiento a la Oficina Central de INTA y a los tres pilotos por los aviones y la seguridad durante los viajes.

La sesión final, que constó de un resumen y conclusiones sobre el seminario y visitas, se llevó a cabo en el Departamento de Genética en Castelar, cerca de Buenos Aires. El resumen y las conclusiones se incluyen en las actas del seminario.

Estas actas incluyen los manuscriptos de todas las presentaciones en Castellano y en Inglés. Esta publicación consiste de dos secciones, la primera en Castellano, en papel blanco y la segunda en Inglés, en papel azul. Las traducciones al Castellano estuvieron a cargo de la Ing. Agr. Susana Rigato de Ré.

Este es el tercer simposio realizado como parte del programa de fitomejoramiento de trigo de OSU-USAID-CIMMYT. El primero se realizó en Perú en 1982 y el segundo en Tunisia. Se dispone de copias de las actas de cada simposio que pueden obtenerse escribiendo a Dr W. McCuistion, Oregon State University, Crop Science Department, Corvallis, Oregon, USA 97331.

INDICE

Pagina

Prologo 1

CEREMONIA DE INAUGURACION

Palabras Inaugurales: Ing. Agr. Leonardo Galletti, Director Interino dele EERA Marcos Juarez 6

SESION I

PRODUCCION DE CEREALES EN ARGENTINA Y EN OREGON

Coordinador: Ing. Agr. Leonardo Galletti

Produccion de Trigo en la Argentina 8
Ing. Agr. Jorge E. Nisi, EERA Marcos Juarez

La Produccion de Trigo en Oregon 24
Dr. W. L. McCuistion, Universidad Estatal de Oregon

SESION II

MEJORAMIENTO DE CEREALES

Coordinador: Dr. W. E. Kronstad

Mejoramiento de Trigo Pan en Argentina 30
Ing. Agr. Alfredo Calzolari, EERA Pergamino
Administrador Rural Santiago Garbini, EEA Bordenave

Mejoramiento de Trigo Pan en Argentina - Criadero "Buck" 36
Ing. Agr. Lisardo J. Gonzalez, Criadero Buck

Evolucion del Programa de Mejoramiento de Trigo de Criadero Klein S.A. 41
Ing. Agr. Oscar Klein, Criadero Klein

Programa de Trigo Hibrido de Cargill en Argentina 45
Ing. Agr. Nestor Machado, Criadero Cargill

Mejoramiento de Trigo Candeal - I° Parte 48
Ing. Agr. Hector Carbajo, Estacion Experimental de Barrow

Mejoramiento de Trigo Candeal - II° Parte 51
Ing. Agr. Liliana Goni, Estacion Experimental de Barrow

Mejoramiento Genetico del Trigo en la Region del Cono Sur 53
Dr. M. M. Kohli, CIMMYT, Cono Sur

Tecnicas de Cruzamientos y Seleccion para el Mejoramiento de Cereales en los Estados Unidos de America 69
Dr. W. E. Kronstad, Universidad Estatal de Oregon

Calidad Industrial y Comercial del Material de los Planes de Mejoramiento de INTA y su Relacion con los Mercados Internos y Externos 76
Ing. Agr. Evito E. Tombetta, EERA Marcos Juarez

SESION III

PATOLOGIA DE CEREALES

Coordinador: Ing. Agr. Edwald Favret

Principales Patogenos que Afectan la Produccion de Trigo en la Argentina 93
Ing. Agr. Enrique Antonelli, Castelar

Nuevas Aproximaciones en el Mejoramiento de Resistencia a Enfermedades 115
Ing. Agr. Edwald Favret, Departamento de Genetica

Trigo: Desarrollo de Cultivares Resistentes a Afidos 131
Ing. Agr. Hector Arriaga, Universidad de La Plata

SESION IV

PRACTICAS CULTURALES EN EL CULTIVO DEL TRIGO

Coordinador: Dr. Matthew McMahon

Investigacion Agronomica en la Region Pampeana Humeda - Argentina 144
Ing. Agr. Pedro Novello, EERA Marcos Juarez
Ing. Agr. Carlos Senigagliesi, EERA Marcos Juarez

Produccion de Trigo en la Region Semiarida Argentina 152
Ing. Agr. Adolfo Glave, EERA Bordenave

Produccion de Trigo-Soja en la Region Pampeana Humeda de Argentina 161
Ing. Agr. Alfredo Lattanzi, EERA Marcos Juarez

Labranzas Conservacionistas para la Produccion de Trigo en la Pampa Humeda 166
Ing. Agr. Oscar Hansen, EERA Pergamino

Agronomia del Trigo en el Cono Sur de America Latina 172
Dr. Matthew McMahon, CIMMYT, Cono Sur

Tecnicas para la Produccion de Cereales bajo condiciones Climaticas Semiaridas 178
Dr. Floyd Bolton, Universidad Estatal de Oregon

Las Malezas en la Produccion de Trigo 200
Ing. Agr. Alberto Bianchi, EERA Marcos Juarez
Ing. Agr. Raul Rossi, EERA Pergamino

El Control de Malezas en la Produccion de Cereales en la Region Pacifica del Noroeste de E.E.U.U. 204
Dr. Jean Dawson, USDA-ARS, Washington State
Dr. Arnold Appleby, Universidad Estatal de Oregon

La Produccion de Trigo en la Republica Federal de Alemania 211
Dr. Andreas Bramm, Republica Federal de Alemania

SESION V

PROGRAMAS COOPERATIVOS Y DE ENTRENAMIENTO

Coordinador: Dr. W. L. McCuistion

Distribucion, Evaluacion y Uso de Germplasma Diverso 229
Dr. W. L. McCuistion, Universidad Estatal de Oregon

La Computadora - Un Asistente del Agronomo 235
El Encuentro con la Computadora 240
Sra. Nan Scott, Universidad Estatal de Oregon

La Instruccion de Futuros Cientificos 251
Dr. W. E. Kronstad, Universidad Estatal de Oregon

SESION VI

EXTENSION Y ASPECTOS ECONOMICOS DEL CULTIVO DE CEREALES

Coordinador: Dr. Carlos Baque

Programa de Extension en Trigo 254
Dr. Carlos Baque, INTA Central

Activades Regionales de Extension en Trigo 262
Ing. Agr. Ezequiel Fonseca, CREA

Evolucion del Cultivo de Trigo en los Ultimos Veinte Anos en el Area de la Estacion Experimental Regional Agropecuaria Marcos Juarez 266
M.S. Miguel A. Peretti, EERA Marcos Juarez

La Produccion de Cereales en Condiciones de Secano desde el Punto de Vista de un Productor 275
Sr. Larry Kaseberg, Universidad Estatal de Oregon

Visitas a Instalaciones y Campos 279

Sesion Final 282

Resumen y Conclusiones 288

PALABRAS INAUGURALES

L. Galletti

Señoras y Señores:

Iniciamos hoy con este acto un SEMINARIO INTERNACIONAL DE TRIGO, por cuanto en su organización, desarrollo y conducción participan conjuntamente la Universidad de Oregon de Estados Unidos de Norteámerica, el CIMMYT - Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz y Trigo - con sede en México y nuestro Organismo, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

Valoramos infinitamente la distinción que significa la realización de este Seminario en esta Estación Experimental, por la responsabilidad de su organización, por el alto nivel de los disertantes que desarrollaran los diferentes temas, por la calidad de los trabajos presentados y por la calificada concurrencia de científicos de instituciones oficiales y privadas, a las cuales Uds. representan, razón por la que me es particularmente grato darles la mas cordial bienvenida.

La calidad de los trabajos presentados, seguro estoy, responden a los intereses de todos Uds., lo cual contribuirá al intercambio de información y de nuevas ideas.

Nuestros deseos son que este Seminario Internacional de Trigo brinde la oportunidad para que representantes de todas las instituciones se comuniquen entre sí: Ministerio de Agricultura, Universidades, Facultades de Agronomía, Centros de Investigación, Estaciones Experimentales y del sector privado de la industria molinera y criaderos.

También que se discutan cuales son las principales limitantes de la investigación en esta area del conocimiento, de la extensión rural y de la producción triguera en general.

Asimismo, vuestra presencia aquí les permitirá conocer por dentro a esta joven Estación Experimental; joven porque recién el próximo año 1984 conmemoraremos sus 25 Años de puesta en funcionamiento.

Creada en 1959, en este suelo, para atender las necesidades de esta importante zona agrícola y en honor a este Seminario Internacional, diría en esta importante zona triguera del país.

El área de influencia de esta Estación Experimental abarca el sudeste de la Provincia de Córdoba y suroeste de la Provincia de Santa Fé, y en sus 4.000.000 de hectáreas, la mitad de su superficie está dedicada a la agricultura y la otra mitad a la ganadería.

El cultivo del trigo es el que ocupa su mayor extensión en la agricultura, siguiéndole el de la soja, luego el del maíz y los sorgos, por citar los más importantes.

Esta es la razón por la cual se conducen los importantes Planes de Mejoramiento Genético de Trigo y Soja, se contribuye al mejoramiento de la producción de los

otros cultivos ya citados, de la producción bovina y procina, de la productividad del suelo, todo para beneficio de las respectivas comunidades rurales de la zona que son atendidas por trece Agencias de Extensión Agropecuarias, preocupadas, como todo el INTA, por el mejoramiento del nivel y calidad de vida de la Familia Rural.

Señoras y Señores, una vez más, bienvenidos a esta Estación y felicitaciones a los organizadores, coordinadores y conductores de este Seminario Internacional, pues con tan distinguida concurrencia el éxito está asegurado; sólo me resta, en nombre de la Dirección Nacional y Consejo Directivo del INTA, declarar oficialmente inaugurado este SEMINARIO INTERNACIONAL DE TRIGO.

PRODUCCION DE TRIGO EN LA ARGENTINA

J. E. Nisi

Introducción

El trigo, considerando la superficie sembrada, es el cultivo más importante de nuestro país desde los mismos comienzos de nuestra agricultura a fines del siglo pasado. En la actualidad representa aproximadamente la tercera parte de la superficie dedicada a la producción de granos.

Dentro de nuestras exportaciones agrícolas el trigo sigue ocupando un lugar destacado, habiéndose exportado en 1982/83 más de diez millones de toneladas, debido a que la Argentina en la última campaña obtuvo la cosecha record de 15.130.000 Tn y el consumo interno es de 5.000.000 Tn.

En este aspecto Argentina registró un aumento sustancial en las exportaciones en la última década, como puede observarse en el Cuadro 1. Dicho incremento es atribuible en gran medida a las importaciones Soviéticas, de China y otros países socialistas. La participación de Argentina en el comercio mundial de trigo ha sido relativamente pequeña, inferior al 5%, excepcionalmente en el ciclo 1982/83 participó con el 8,4% (Cuadro 2). En este cuadro podemos observar el cambio operado en la estructura de los paises exportadores e importadores. Entre 1961-63 la CEE era importante importador de trigo, en el trienio 1981/83 la CEE es exportador neto. Por otro lado URSS de exportador en 1961-63 a importador en 1981-83.

Regiones Trigueras

La región triguera argentina se extiende fundamentalmente en las Pcias. de Buenos Aires, Santa Fé, Córdoba, La Pampa y Entre Ríos. Está ubicada geográficamente entre los paralelos 31° y 40° de latitud Sur y entre los meridianos 58° y 65° de longitud Oeste, de Greenwich (Figura 1). Se extiende aproximadamente 1.000 Km de Norte a Sur y 600 Km de Este a Oeste.

La región triguera se caracteriza por abarcar dos áreas bien definidas. Una húmeda al este con un promedio anual de 800 mm y la otra semiárida al oeste con 600 mm de precipitación anual.

En la primera se cultiva aproximadamente el 60% de la superficie anual sembrada con trigo y en la segunda 35%, correspondiéndole a las zonas marginales el resto.

Fuera de la región señalada se siembra en secano y con riego en pequeñas áreas consideradas marginales. Así encontramos trigo en las Pcías. de Chaco y Formosa, en el noreste argentino (aproximadamente 60.000 Has.) y Santiago del Estero, Tucumán, Salta y Jujuy en el noroeste (aproximadamente 55.000 Has). La producción de trigo en estas regiones marginales no tiene influencia significativa en la producción nacional y sólo tiene importancia como factor de diversificación agrícola y para el abastecimiento local.

El cultivo de trigo en la Argentina se realiza bajo condiciones de secano. En consecuencia el resultado de las cosechas está en función de la distribución

de las lluvias en el año y la economía del agua en el suelo, más que de la precipitación total. En esta amplia región el trigo se siembra desde principios de Otoño hasta fines de Invierno y se cosecha entre Noviembre y Enero según la latitud.

Por la gran extensión del área mencionada y las distintas condiciones de ambiente ha sido necesaria la división de la región triguera en cinco subregiones ecológicas, dos de ellas la II y la V a su vez subdivididas en Norte y Sur. Las mismas son las siguientes: Subregión I, Subregión II Norte, Subregión II Sur, Subregión III, Subregión IV, Subregión V Norte y Subregión V Sur.

Esta subregiones se establecieron con el propósito de aconsejar a los productores las variedades de mejor comportamiento para cada región, a través de una red de ensayos territoriales ubicados en diferentes localidades de la región triguera. De acuerdo al Cuadro 3 se observa una tendencia negativa en la producción de algunas subregiones trigueras del país, como la I, III y V Sur. La causa de esta situación es el bajo rendimiento unitario debido a la influencia de diversos factores. Entre estos podemos mencionar la irregularidad de las precipitaciones en el año y entre años, suelos deficientes en Nitrógenos, y además el trigo alterna con la ganadería, estando supeditado a la disponibilidad de forraje.

Las subregiones trigueras II Norte, II Sur y IV son las más importantes debido al gran aporte que realizan a la producción total del país. Son las regiones con mayor rendimiento unitario, con aproximadamente 2.000 Kg/ha en la subregión II Norte en el último quinquenio.

Estas regiones presentan condiciones agroecológicas muy favorables para el cultivo de trigo y es donde se aplica la mejor tecnología.

En la subregion IV además del trigo pan se siembra trigo candeal, produciéndose en el año 1981 85.000 Tn., estando este tipo de trigo en disminución debido principalmente a las epifitias de Fusarium en los años 1976 y 1977, que provocaron sensibles disminuciones en los rendimientos, optando entonces el productor por la siembra de cultivares de trigo pan.

Para analizar la evolución triguera en el país consideraremos la superficie sembrada, rendimiento y producción desde fines del siglo pasado hasta la actualidad.

En el año 1872 se sembraron 73.000 Has.. A partir de 1890 se operó un acelerado crecimiento de la superficie sembrada que de 3.250.000 Has. en 1899 (Grafico 1) llega en 1910 a 6.250.000 Has.. Varios factores influeyeron para el desarrollo del cultivo, fundamentalmente la decisión del Estado de favorecer la inmigración y el establecimiento en colonias agrícolas, junto a la construcción de la red ferroviaria para el transporte de los granos a los centros de consumo y a los puertos.

En los primeros 30 años del presente siglo continuó la expansión del cultivo, alcanzando su máximo nivel en 1928 con 9.219.000 Has. Este nivel tuvo un descenso hasta 1941 con 7.300.000 Has y de allí en adelante la superficie sembrada disminuyó hasta estabilizarse en alrededor de 5.500.000 Has. y luego alcanzar la cifra más baja en 1970 con 4.100.000 Has.

La superficie media sembrada en el decenio 1973-82 fue de 5.754.980 Has. y el incremento de 215.647 Has/año (Grafico 2).

En cuanto a la evolución de los rendimientos pueden señalarse tres etapas estrechamente relacionadas con los trigos que mayor difusión presentaron en cada período y que incidió en la orientación de la producción triguera argentina.

La primera etapa, hasta 1935 (Gráfico 3), se caracterizó por la siembra de poblaciones traidas por los inmigrantes y variedades introducidas y las primeras variedades de pedeigree, entre las que se destacaron Klein Favorito, 38 MA y Limcalel M.A.

En 1912 se inició el mejoramiento con base científica con la contratación del especialista inglés Guillermo BACKHOUSE, quién realizó selecciones genealógicas y los primeros cruzamientos. El rendimiento medio en este período osciló alrededor de los 700 Kg/ha y el incremento fue de 1,,78 Kg/ha/año (Grafico 3).

La segunda etapa, hasta 1973, se inició con la promulgación de la Ley de granos N°12.253, por la cual se estableció como prioridad a la calidad industrial en la obtención de nuevas variedades, seguida de la sanidad y un tercer lugar el rendimiento.

El rendimiento promedio alcanzó en este lapso aproximadamente los 1.300 Kg/ha ye el incremento fue de 13,14 Kg/ha/ano (Gráfico 4). En este período las variedades de mayor difusión fueron Sinvalocho MA, Klein Cometa, Benvenuto INCA, Klein Rendidor y Buck Atlántico.

En la última etapa, en el decenio 1973-1982, el rendimiento promedio fue de 1.613 Kg/ha y el incremento de 29 Kg/ha/ano (Grafico 5). Este significativo incremento se debe a la difusión de variedades que incluyen germoplasma mejicano entre los que se han destacado Marcos Juárez INTA, Leones INTA, Buck Ñandú, Klein Chamaco y Victoria INTA. Los rendimientos muestran una sostenida tendencia ascendente, aunque los incrementos distan de los logrados por los países de alta tecnología, especialmente en las últimas décadas (Cuadro 4). Sin embargo los incrementos logrados, 11,81 Kg/ha/año, a través de los 70 años (Gráfico 6) se debe casi exclusivamente al mejoramiento genético, sin que la tecnología del cultivo haya tenido una evolución paralela.

Con respecto a la producción (Gráfico 7) siguió un proceso similar al de la superficie pero con oscilaciones más acentuadas, obteniéndose la mayor producción el año pasado, 1982, con 15.130.000 Tn.

La producción media en el último decenio, 1973-1982, alcanzó a 9.211.000 Tn y un incremento de 490.848 Tn/año (Gráfico 8).

Si bien la superficie influye sobre la regularidad de la producción, las grandes oscilaciones son determinadas principalmente por condiciones climáticas.

Por último podría esperarse un nuevo impacto en los rendimientos si se llegara a utilizar masivamente la técnica de fertilización en algunas regiones con adecuada distribución de las precipitaciones, que permitiría no sólo expresar el máximo potencial de rendimiento de los cultivares sino también mejorar el nivel medio de calidad del país.

CUADRO 1 TRIGO - EVOLUCION DE LAS EXPORTACIONES MUNDIALES Y DE ARGENTINA

	MUNDO	ARGENTINA
VOLUMENES (MILL.TONEL.)		
1961/63	39,7	1,85
1971/73	46,7	1,36
1981/83	87,9	5,70
CRECIMIENTO TOTAL(%)		
1961/63 - 1971/73	17,7	-0,3
1971/73 - 1981/83	88,1	317,6

NOTA: PARA ARGENTINA DATOS ANUALES Y PARA EL MUNDO JULIO-JUNIO.

FUENTE: J.N.G. Y U.S.D.A.

CUADRO 2: ARGENTINA - EVOLUCION DEL DESTINO DE LAS EXPORTACIONES DE TRIGO PAN

(%)

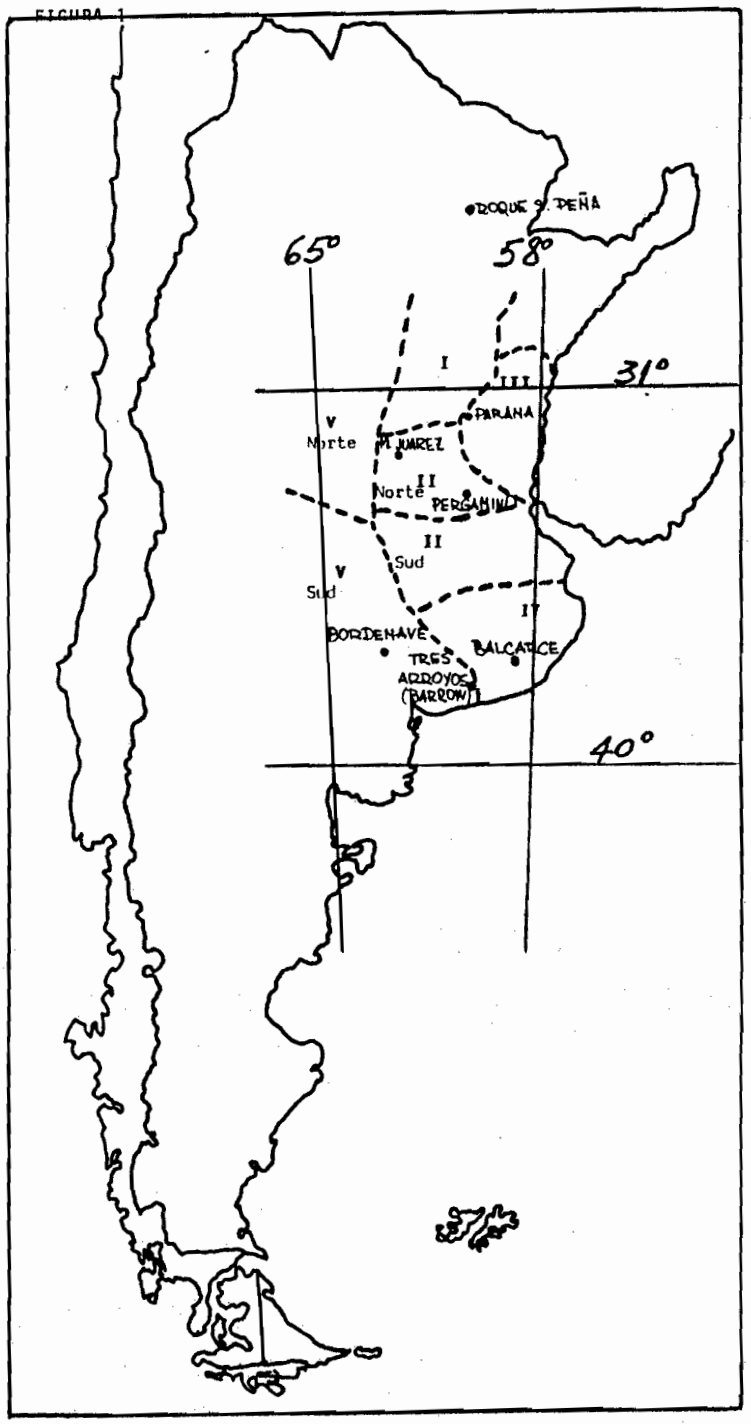
PAISES	1961/63	1971/73	1981/83*
CAPITALISTAS DESARROLLADOS	55,5	5,0	0,5
- CEE	52,1	2,3	0,5
- JAPON	-	2,8	-
- OTROS	3,4	-	-
SOCIALISTAS	4,0	-	78,2
- URSS	-	-	59,4
- EUROPA ESTE	0,5	-	-
- CHINA POPULAR	3,5	-	18,8
PAISES EN DESARROLLO	40,5	95,0	21,3
- AMERICA LATINA	40,5	71,8	8,9
- PAISES ARABES	-	-	11,8
- RESTO DE ASIA	-	12,1	0.5
- RESTO DE AFRICA	-	0,1	0,1
VOLUMEN TOTAL (MILL.TONEL.)	1,85	1,37	5,72

*PARA 1983 ES UNA PROYECCIÓN. FUENTE: J.N.G.

REGION TRIGUERA

SUBREGIONES ECOLOGICAS

FIGURA 1



CUADRO 3 : TENDENCIAS DE SUPERFICIE SEMBRADA, COSECHADA, PRODUCCION Y RENDIMIENTO EN LAS SUBREGIONES ECOLOGICAS TRIGUERAS I, IIN, IIS, III, IV, VN, VS Y TOTAL DEL PAIS EN EL PERIODO 1971/72 - 1981/82

SUBREGIONES	SUPERFICIE SEMBRADA TENDENCIA	R^2(%)	SUPERFICIE COSECHADA TENDENCIA	R^2(%)	PRODUCCION TENDENCIA	R^2(%)	RENDIMIENTO TENDENCIA	R^2(%)
I	Y=358862,47-17562,56 X	65,81	Y=262421,25-11513,98 X	40,60	Y=321108,00-7666,59 X	7,27	Y=1218,58+36,6000 X	16,18
II NORTE	Y=523356,54+75330,72 X	81,94	Y=537405,03+60429,64 X	84,01	Y=1096091,55+103315,66 X	51,61	Y=1937,2363-5,1909 X	0,39
II SUR	Y=452931,67+52315,05 X	41,33	Y=409527,09+48638,72 X	39,97	Y=614374,23+107427,58 X	48,91	Y=1593,6000+30,2636 X	28,72
III	Y=210299,99-12036,36 X	30,61	Y=168865,45-8615,45 X	24,90	Y=196667,27-9251,36 X	15,31	Y=1241,8727-3,8727 X	0,17
IV	Y=851164,09+19126,09 X	21,32	Y=811817,70+15730,74 X	18,16	Y=1503715,01+15526,11 X	4,25	Y=1829,9454-10,3545 X	2,51
V NORTE	Y=201987,52+13179,60 X	21,67	Y=149195,90+8934,31 X	14,28	Y=205243,70+8320,47 X	4,70	Y=1174,4181+6,6727 X	0,62
V SUR	Y=2179673,69-23220,60 X	5,01	Y=1899324,69-23699,73 X	4,95	Y=2573829,20-64670,29 X	7,97	Y=1342,2545-20,0727 X	9,34
TOTAL DEL PAIS	Y=4888930,90+102932,72X	15,27	Y=4324398,18+85937,27 X	13,04	Y=6620181+148227,27 X	9,30	Y=1509,5636+5,8909 X	1,57

BEST AVAILABLE COPY

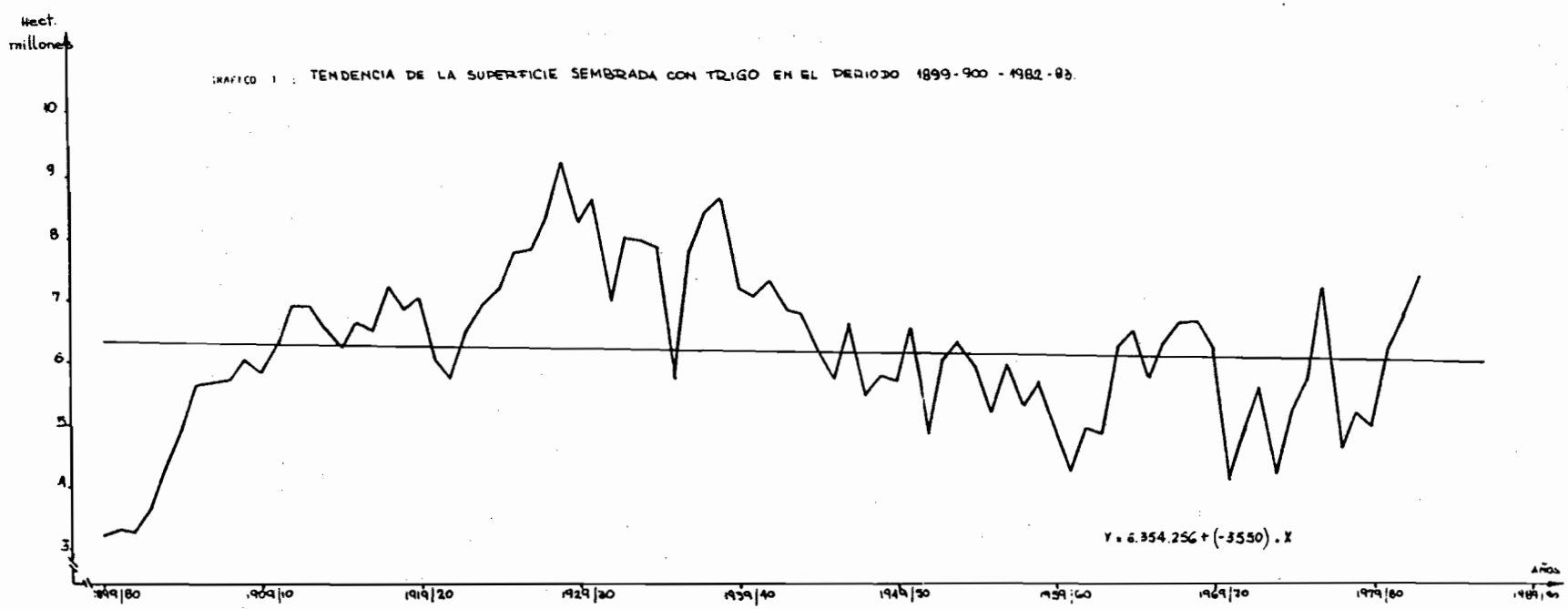
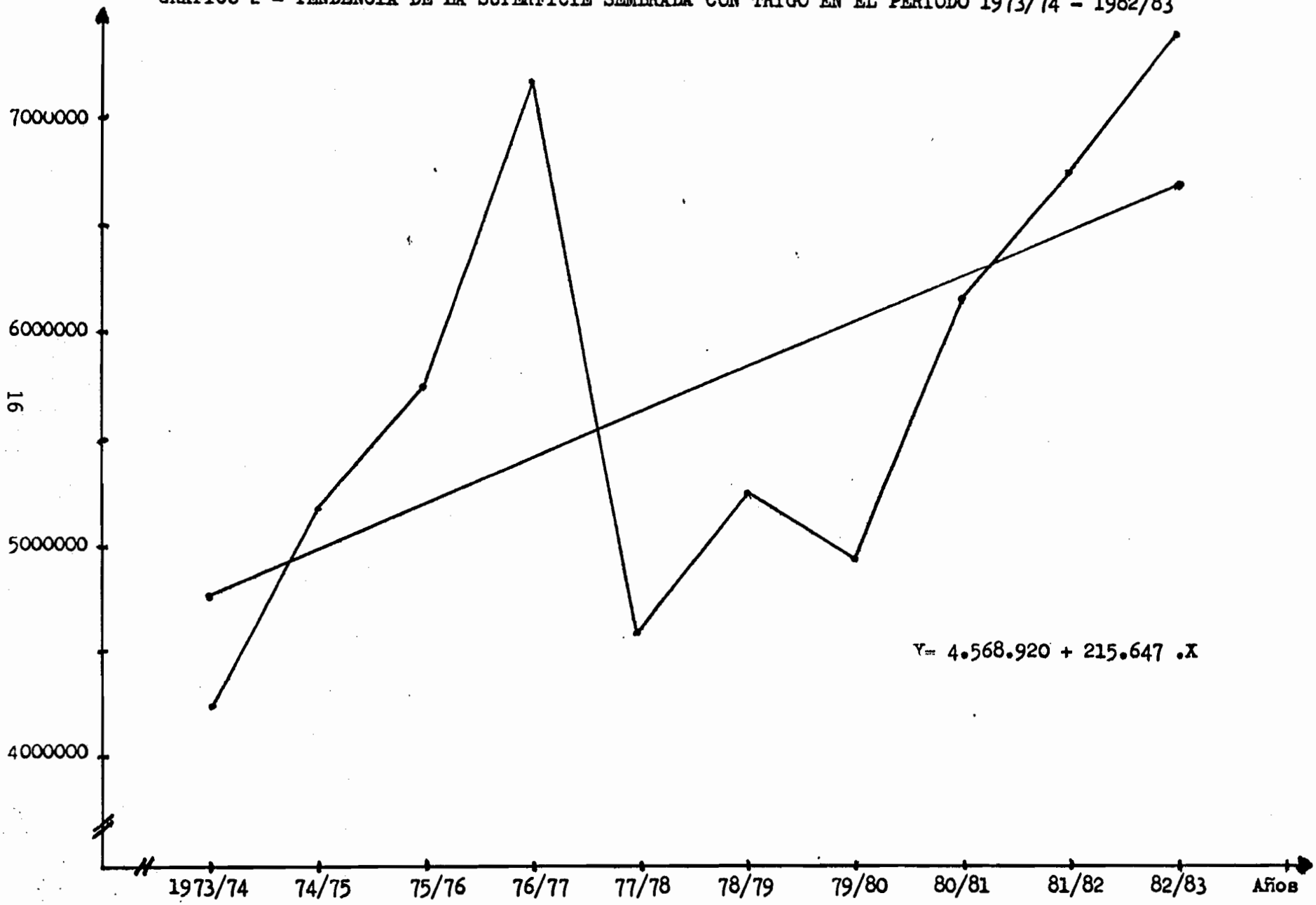


GRAFICO 1 : TENDENCIA DE LA SUPERFICIE SEMBRADA CON TRIGO EN EL PERIODO 1899-900 - 1982-83.

BEST AVAILABLE COPY

GRAFICO 2 - TENDENCIA DE LA SUPERFICIE SEMBRADA CON TRIGO EN EL PERIODO 1973/74 - 1982/83



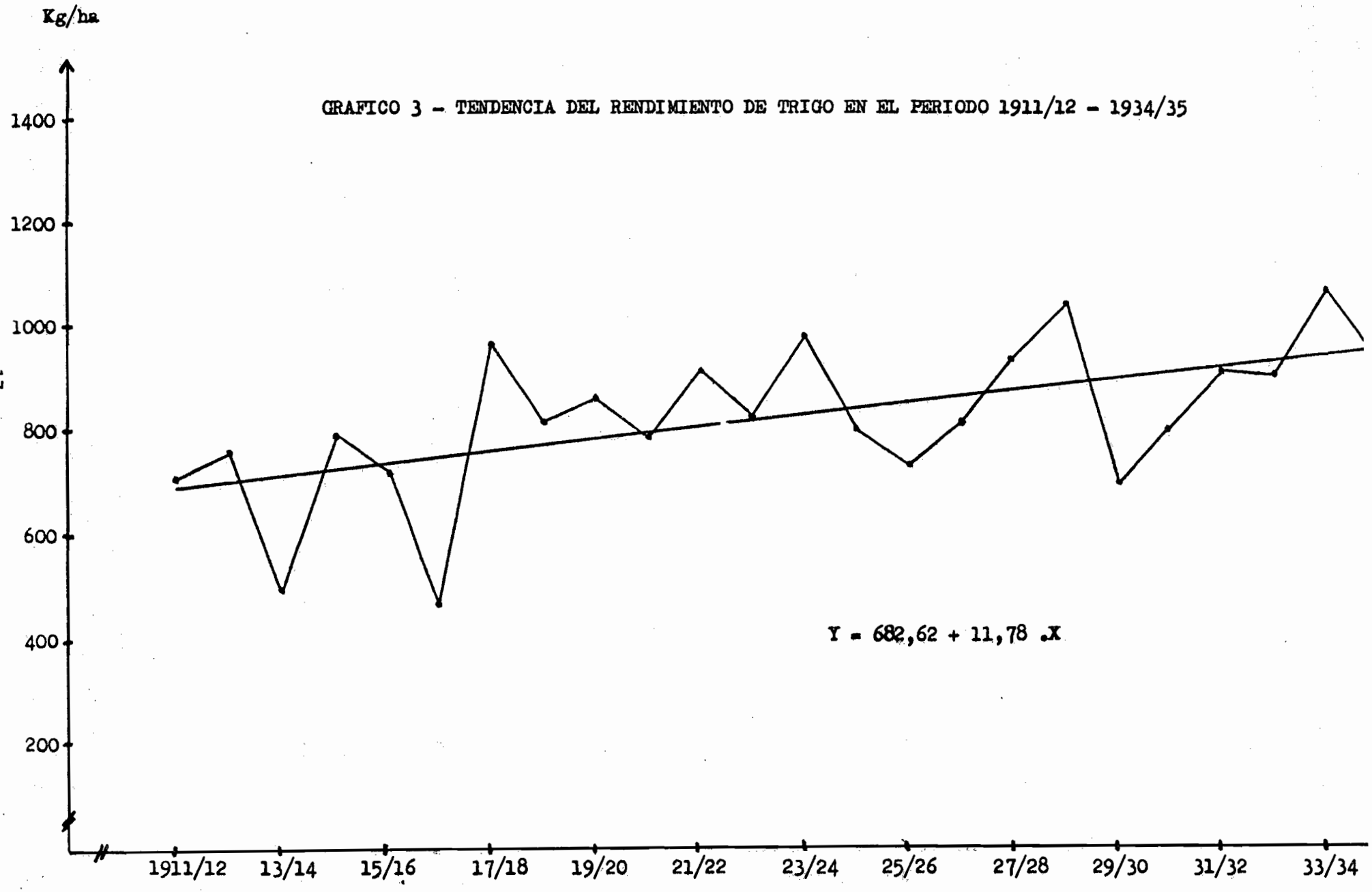


GRAFICO 3 - TENDENCIA DEL RENDIMIENTO DE TRIGO EN EL PERIODO 1911/12 - 1934/35

GRAFICO 4

TENDENCIA DEL RENDIMIENTO EN TRIGO EN EL PERIODO 1934/35 - 1973/74

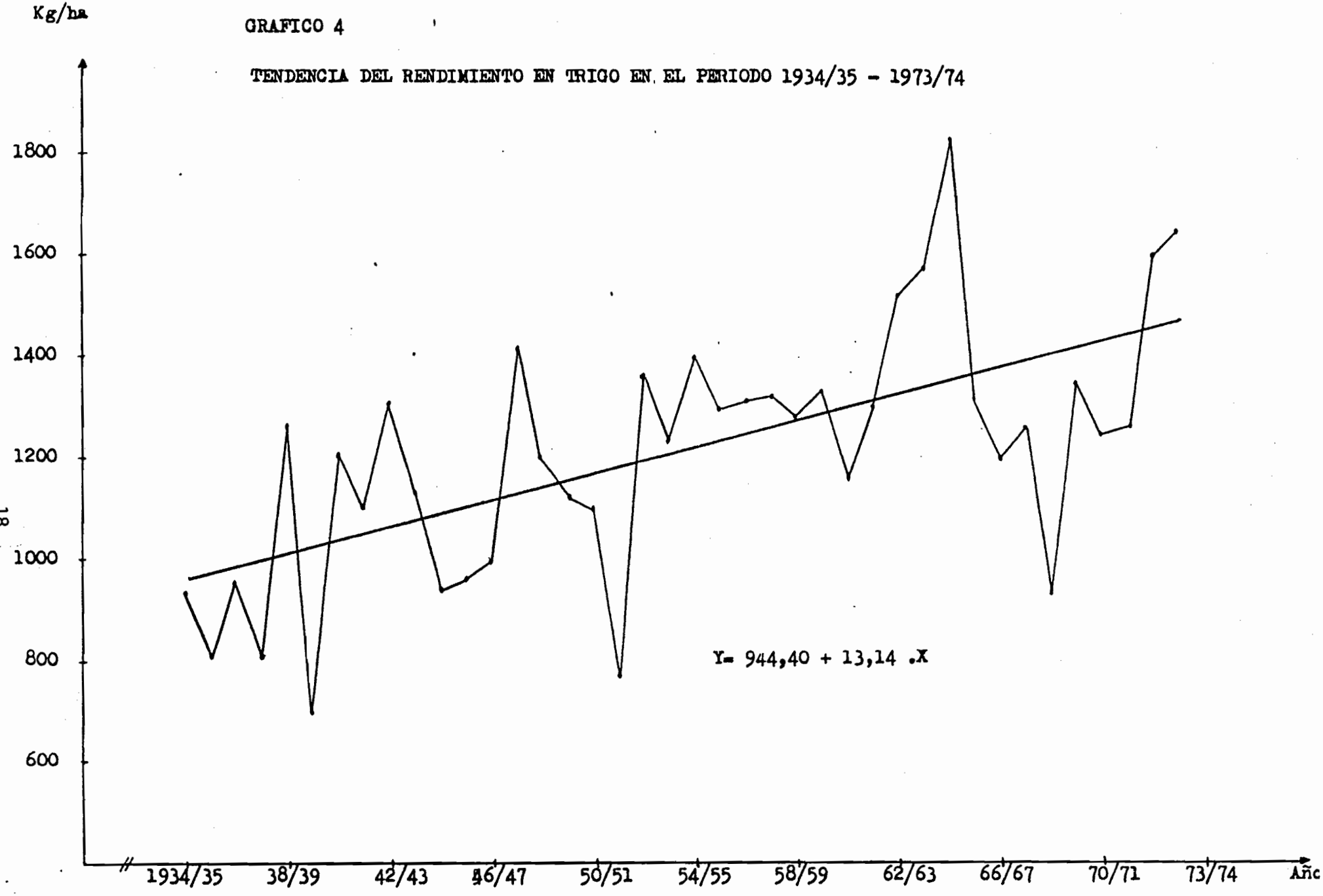
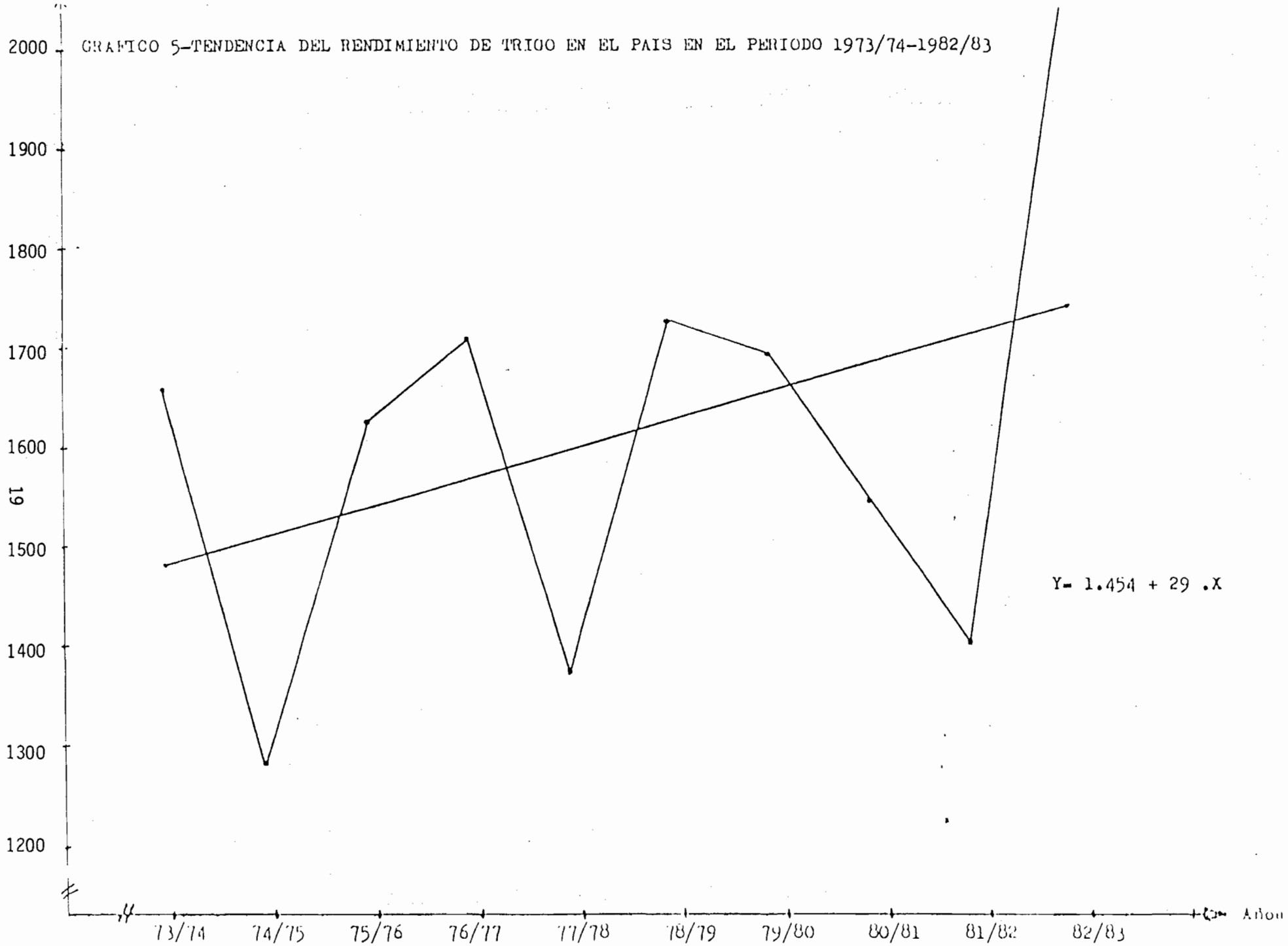


GRAFICO 5-TENDENCIA DEL RENDIMIENTO DE TRIGO EN EL PAIS EN EL PERIODO 1973/74-1982/83



BEST AVAILABLE COPY

CUADRO 4

RENDIMIENTO DEL TRIGO EN LOS PRINCIPALES PAISES PRODUCTORES

KILOGRAMO POR HECTAREA

PAISES	PROMEDIO 1976-80	PROMEDIO 1954-58	INCREMENTO	
			KG/HA	%
RUSIA	1.637	1.010	627	62
EE.UU..	2.152	1.442	710	49
CHINA.	1.751	1.055	696	66
INDIA.	1.456	724	732	101
CANADA.	1.884	1.C36	578	44
FRANCIA	4.593	2.230	2.363	106
TURQUIA	1.816	986	830	84
AUSTRALIA . . .	1.271	1.132	139	12
PAKISTAN. . . .	1.444	782	662	85
ITALIA.	2.605	1.816	789	43
ARGENTINA. . .	1.627	1.324	303	23
ALEMANIA FEDERAL	4.698	2.902	1.796	62
PROM.MUNDIAL	1.830	1.190	640	54

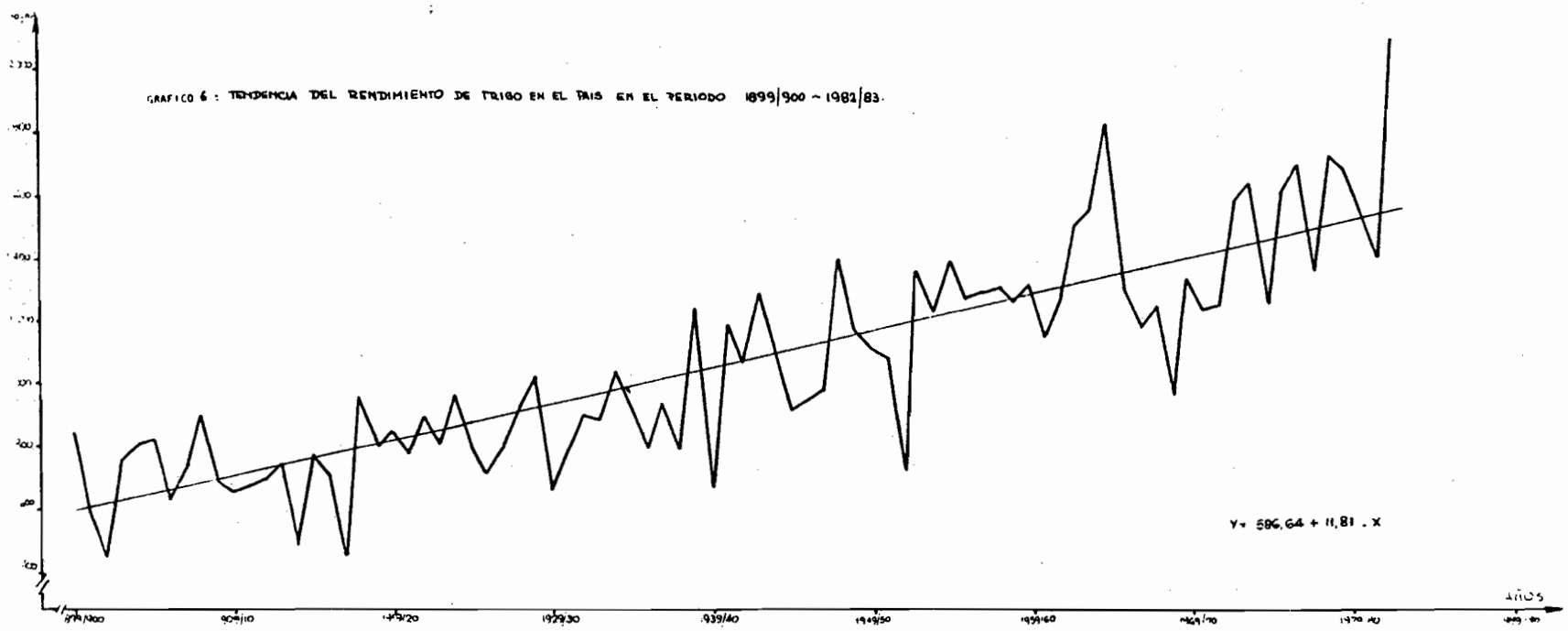


GRAFICO 6 : TENDENCIA DEL RENDIMIENTO DE TRIGO EN EL PAIS EN EL PERIODO 1899/900 ~ 1982/83.

BEST AVAILABLE COPY

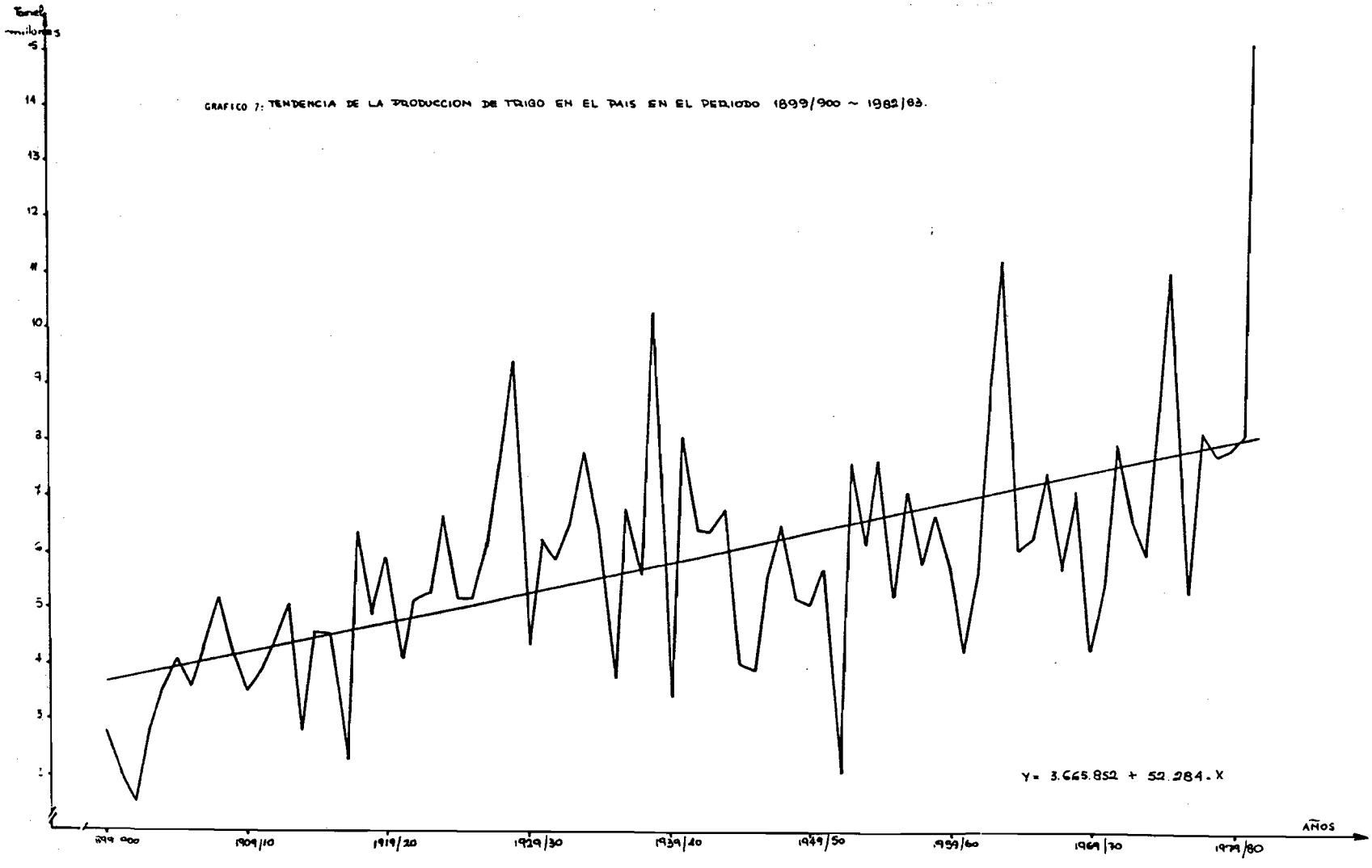
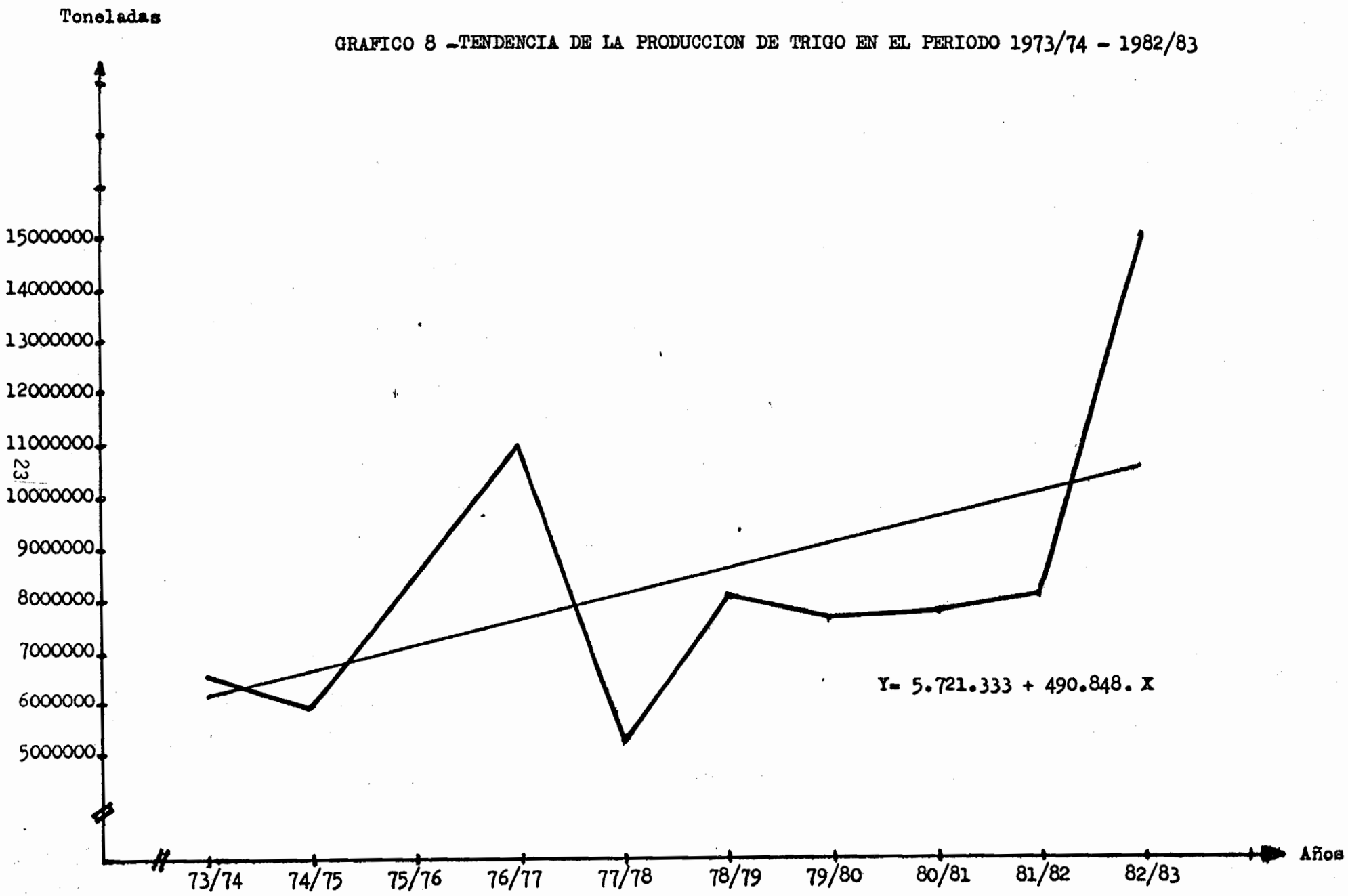


GRAFICO 7: TENDENCIA DE LA PRODUCCION DE TRIGO EN EL PAIS EN EL PERIODO 1899/900 ~ 1982/83.

BEST AVAILABLE COPY

GRAFICO 8 -TENDENCIA DE LA PRODUCCION DE TRIGO EN EL PERIODO 1973/74 - 1982/83



LA PRODUCCION DE TRIGO EN OREGON

W. L. McCuistion

El estado de Oregon y sus estados vecinos, Washington e Idaho, se conocen bajo el nombre de región Pacífica del Noroeste (Pacific Northwest). Esta región es extremadamente diversa en cuanto a altitud, precipitaciones, temperaturas máximas y mínimas, etc. El trigo es un cultivo de amplia difusión en el estado de Oregon y en toda la región Pacífica del Noroeste. La principal región productora de trigos invernales se encuentra en el norte del estado ocupando una tercera parte del mismo. De los 170 productos agrícolas realizados en el estado de Oregon, la producción de trigo ocupa la mayor área, con la más alta producción y las mayores ventas entre los cultivos comestibles. El área de trigo cosechado, rendimiento promedio, producción total y cantidad de ventas totales del Estado de Oregon y de la región Pacífica del Noroeste se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Área, Producción e Ingreso Bruto de Trigo en el Estado de Oregon y en la región Pacífica del Noreoeste-1982

Área	Área Cosechada (ha)	Rendimiento (kg/ha)	Producción total(ton)	Ingreso Bruto (millones)
Oregon	486.000	3629	1.759.091	254.8
Región	2.242.700	3600	8.127.273	1.177.1

Los estados ubicados en el oeste propiamente dicho de los Estados Unidos de América, historicamente, han producido trigos blandos blancos y Oregon que se encuentra al norte de los 42 grados de latitud N, produce predominantemente trigos invernales. El porcentaje de cada tipo de comercialización y la producción total en Oregon se presenta en la Tabla 2.

Tabla 2. Producción de Trigo por Tipo de Comercialización.1982.

Tipo de Trigo	% del total	Producción total (ton)
Blanco-Invernal	85	1.495.227
Blanco Club-Invernal	7	123.136
Rojo duro-Invernal	2	35.182
Blanco y rojo-Primaveral	6	105.546
	100	1.759.091

Nota: En el sistema de los Estados Unidos, la clasificación de la calidad de los trigos se basa en la textura del endosperma.

Un pequeño porcentaje del área de trigo invernal blando blanco se dedica a la producción de trigos compactos (Triticum compactum). Este tipo de trigo tiene buena adaptación a la región de bajas precipitaciones donde la sequía y los problemas del invierno son muy comunes. Los cultivares que han sido desarrollados en esta región y que son cultivados desde hace muchos años no tienen alto potencial de rendimiento, sin embargo son trigos blandos blancos de excelente calidad. Estos trigos se destinan principalmente para repostería exportandose algo para fideos japoneses y para un cierto tipo de tortas. Para satisfacer las normas de calidad este tipo de trigo debe presentar bajo contenido proteico y de gluten, un alto rendimiento en harina, buena textura, viscosidad y un diámetro de galleta aceptable. También se produce un pequeño porcentaje de trigo rojo y duro de invierno, y en las zonas de muy bajas precipitaciones se hace algo de trigos primaverales. Estos trigos deben tener un alto contenido de proteinas, buena fuerza de gluten y propiedades balanceadas de molienda y horneado.

La ganadería es de relevante importancia en la zona agrícola de Oregon, y se necesita por lo tanto un gran volúmen de granos y cultivos de verdeo. Existe un programa de fitomejoramiento de cultivos forrajeros para granos que incluye trigo, centeno y triticale, establecido para la producción de vegetación de alta palatabilidad, de altos rendimientos de granos y altos niveles de proteina en el grano. Todos los standards de calidad son cuidadosamente controlados a través del programa de desarrollo de variedades que posee el proyecto Cereales. Los valores del contenido proteico y de dureza del grano se obtienen por medio de un analizador infrarrojo en nuestro laboratorio. Los análisis completos de calidad se realizan en el laboratorio regional de calidad.

Existen cinco regiones cerealeras de importancia dentro del estado de Oregon. Esta división se basa principalmente en la cantidad y distribución de la humedad disponible durante el ciclo del cultivo. Tres de esas zonas se clasifican en zona de bajas, medias y altas precipitaciones con 400, 400-600 y más de 600 mm, respectivamente. Las tres cadenas montañosas que atraviesan el estado de norte a sur, y el Océano Pacífico,que lo bordea, representan factores muy importantes que ejercen gran influencia sobre estas zonas climáticas.

Existen varias regiones bajo riego dentro del estado ya sean de riego por surco o por aspersión, usandose en este último tipo de riego el sistema de líneas rodantes o los grandes pivotes centrales. El gran Río Columbia que marca el límite norte del estado de Oregon brinda abundante agua y energía hidroeléctrica para los cultivos bajo riego.

Sistemas de Cultivos

Los sistemas de cultivos para cada una de las regiones productoras son bastante distintos, lo que puede observarse en la Tabla 3. La región de bajas precipitaciones tiene un sistema de manejo particular para conservar la humedad y realiza un cultivo cada dos años. Este tema será presentado más adelante en detalles por un colega. La zona intermedia sigue un sistema anual ya sea con rotación trigo-porotos y arvejas o trigo sobre trigo. El aumento de las enfermedades, insectos y malezas de cereales, especialmente de Bromus tectorum, induce al productor a hacer rotaciones, cuando éstas son posibles. La zona de altas precipitaciones que se extiende entre la alta cadena de montañas llamadas Cascades y el Océano Pacífico es una zona ideal para la producción de cultivos para semillas. En esta zona se producen grandes cantidades de semillas de

gramíneas, hortalizas, y de otros tipos, exportándose a todo EEUU y a otros lugares del mundo. El trigo se rota con estos cultivos para semillas, en esta zona algunos productores realizan trigo sobre trigo por varios años observandose marcadas reducciones del rendimiento debido a la incidencia del pietín (Gaeumannomyces graminis var. tritici Walker).

Tabla 3. Sistemas de Rotaciones en las Regiones Cerealeras de Mayor Importancia de Oregon.

Region Productora		Rotaciones
de bajas precipitaciones	menos de 400mm	Trigo-barbecho-trigo
de precipitaciones intermedias	400-600mm	Trigo-porotos o arvejas
de altas precipitaciones	600 o mas	Trigo-Cult.para semillas (gramíneas u otros cult.)
de riego con pivotes		Alfalfa-trigo-papas
valles bajo riego		Remolacha azucarera-trigo-cebollas

Amplias áreas de suelos arenosos en la zona de pocas precipitaciones del estado de Oregon y Washington, previamente imposibles de cultivar, se han incorporado a la producción por medio de la instalación de sistemas de riego de pivotes centrales que funcionan con el agua proveniente del río Columbia. Se pueden obtener altos rendimientos de alfalfa, trigo y papa pero existen ciertos problemas como ser incidencia de enfermedades y balance mineral del suelo que deberan ser resueltos para poder mantener el alto potencial de rendimiento. Varios valles bajo riego producen cultivos como la remolacha azucarera, siendo las cebollas y el trigo los cultivos que se usan como rotaciones. Las variedades desarrolladas para las zonas bajo riego o para la zona de altas precipitaciones deben ser de tallos fuertes y semienanas para poder resistir al vuelco.

Prácticas de Manejo

Las prácticas de manejo utilizadas a través de todo el estado de Oregon varían de acuerdo a la cantidad total de lluvias, a la topografía, al tipo y profundidad de suelo y a las enfermedades y malezas presentes. En la región de altas precipitaciones del oeste de Oregon, la profundidad y el drenaje del suelo dictan el potencial de rendimiento que varía entre 9.500 kg/ha en los suelos profundos y de buen drenaje, hasta 4000 kg/ha en las sierras, de suelos de poca profundidad y de mal drenaje. La preparación de la cama de siembra es extremadamente importante para un buen stand de plantas y para tener una buena aereación del suelo y buena penetración del agua. Si el trigo entra en el invierno con un sistema radicular bien desarrollado y con un buen crecimiento vegetativo sufrirá menos los efectos de la erosión hídrica, de la competencia de malezas, de las temperaturas extremas y de las enfermedades. La época de siembra es crítica en esta región. Se aconseja a los productores sembrar alrededor del 15 de octubre donde existen menos riesgos de pietín, y con anterioridad a esta fecha si existen problemas de infiltración del suelo y se quiere aprovechar el suelo bien drenado. Para reducir la severidad del Pietín, además de una siembra tardía, se puede fertilizar en bandas en el momento de la siembra con nitrógeno de amonio, fósforo, azufre y cloro. Cualquier factor que

afecte negativamente a la planta durante su período de crecimiento o durante los meses de invierno, incrementará la incidencia de las enfermedades. Los daños por agua estancada, especialmente después de la germinación y después de que comienza el crecimiento de primavera son a veces muy severos. Los suelos en esta región son de pH bajo siendo necesarias las aplicaciones de cal cada dos o cuatro años. El encalado se hace necesario en suelos de pH menores de 5.8.

Los análisis de suelos pueden realizarse en todo el estado, en las instituciones federales, estatales, y en las privadas, siendo estos servicios usados regularmente por los productores. Las recomendaciones sobre la cantidad de fertilizante a aplicar se basan en los valores obtenidos de los análisis del suelo hechos en los laboratorios. El N es el nutriente que se encuentra comunmente limitando el rendimiento en todas las regiones trigueras. El Servicio de Extensión de OSU ofrece guías de fertilizantes para productores para una correcta elección de la cantidad a usar. Las recomendaciones de las guías se basan en a) estimaciones precisas del potencial de rendimiento, b) un análisis de suelo con anterioridad a la aplicación, y c) cantidad y distribución de las lluvias otoñales e invernales. En la Tabla 4 se presentan ejemplos de las recomendaciones más comunes de fertilizantes nitrogenados para trigo en rotación con distintos cultivos en la región de altas precipitaciones.

Tabla 4. Cantidades Comunes de Nitrógeno Recomendadas para Aplicaciones de Otoño y Primavera para la Zona de Altas Precipitaciones.

Cultivo	Cantidad de N	
	Otoño	Primavera
Trigo sobre trigo o gramineas para semillas	20-40	120-140
Trigo sobre leguminosas para granos o cultivos en surcos	nada	80-110
Trigo sobre leguminosa perenne	nada	60-90

Las recomendaciones para la zona de bajas precipitaciones seran presentadas en otro papel, por otro colega. El uso de fertilizantes nitrogenados y fosfatados por los productores trigueros en el Estado de Oregon es grande.

Investigaciones en Cereales

Existe una gran cantidad de centros de investigaciones agrícolas dentro del estado de Oregon, sin embargo, la investigación de cereales está limitada a 8 estaciones experimentales representantes de las zonas climáticas mencionadas anteriormente. Los mayores centros de investigación son: Sherman County (centro-norte de Oregon, 200 mm de lluvias), Pendleton (noreste de Oregon, 500mm), y Corvallis (centro oeste de Oregon, 1000 mm). Existen otros centros secundarios de investigación cerealera que representan las zonas de riego: por aspersión por pivotes centrales, en Hermiston (noreste) y los valles bajo riego, en Ontario (centro-este), en Madras (centro) y en Klamath Falls/Medford (sur oeste).

Las investigaciones mayores dentro del sector público se realizan con fondos del estado de Oregon, de la Comisión de Trigo de Oregon, de USDA, de USAID, de NSF (Fundación Nacional de Ciencias), de NIH (Instituto Nacional de la Salud), de NASA (Administración Nacional de Aeronáutica y Espacio) y otros fondos.

Las investigaciones en cereales sobre sanidad vegetal son numerosas y de caracter interdisciplinario. La mayoría de las principales enfermedades de cereales pueden verse dentro de las zonas cerealeras de Oregon. También existen ciertas malezas aún difíciles de controlar. Los insectos afectan por ataque directo y además indirectamente en relación con las enfermedades. En la mayoría de las investigaciones sobre sanidad vegetal en trigo participan fitomejoradores, genetistas, edafólogos, fitopatólogos, entomólogos, agrónomos, y especialistas en malezas. El objetivo de los fitomejoradores y agrónomos es obtener máximo control sobre las plagas del cultivo a través del desarrollo de variedades de trigos resistentes y a través del manejo eficiente del sistema. En ciertas ocaciones se utilizan pesticidas para especies de Septoria de desarrollo temprano, para Cercosporella y para pulgones que actúan como vectores del virus que causa enanismo amarillo de los cereales. Existen un grupo de herbicidas efectivos muy útiles, cuyas aplicaciones son una práctica común y necesaria durante la primavera y el otoño.

Multiplicación y Distribución de las Semillas

En el estado de Oregon, el desarrollo y multiplicación de las variedades se mantiene desde hace muchos años dentro del sector público y la competición por parte del sector privado es muy poca. Los fitomejoradores de trigo se encargan del desarrollo de las espigas/hileras iniciales para producir la categoría de semilla "breeder". El Departamento de Ciencia de los Cultivos (Crop Sciences Department) cuenta con un proyecto de Semilla de Fundación que administra, por medio de contratos con ciertos productores selectos, el aumento adicional de semillas "breeder" a semillas de "fundación". La Asociación de Mejoramiento de los Cultivos, dentro de la Universidad se encarga luego de las semillas y tiene la responsabilidad del incremento final de las semillas certificadas para la venta al productor. Debido a las enfermedades, especialmente la roya amarilla, que desarrollan la capacidad de atacar a las variedades comerciales difundidas, se deben realizar cambios varietales cada 5 o 7 años. El programa de mejoramiento de trigo ha podido brindar variedades para satisfacer las necesidades de los productores. Sin embargo existe el deseo de combinar otros caracteres de las plantas para reducir los posibles riesgos que éstos tienen.

Cosecha, Almacenamiento, Transporte y Distribución

Cuando llega el momento de la cosecha, el cultivo de trigo lleva ya acumulados costos considerables, por lo que la cosecha debe ser rápida y eficiente, contando con buenas instalaciones para el almacenamiento. El tamaño del cultivo de los productores de trigo varía entre 100 y 1000 ha lo que requiere la máxima mecanización de la cosecha y del transporte de granos. Un gran porcentaje de los granos cosechados son almacenados en los establecimientos o en grandes elevadores ubicados en las principales regiones trigueras. Aproximadamente el 85% de la producción de trigo de Oregon se exporta fuera de los Estados Unidos de América. Se han creado agencias de comercialización sumamente organizadas que se encargan del transporte y distribución de los granos de cereales dentro de los Estados Unidos y en los mercados en el exterior.

Servicio de Extensión

La coordinación de las actividades de extensión en las zonas trigueras del estado de Oregon está bajo la responsabilidad de un extensionista del Departamento de Ciencia de los Cultivos. Dentro de cada condado con producción de trigo se cuenta con agentes de extensión responsables de la comunicación directa con los productores a quienes les hacen llegar las nuevas informaciones y recomendaciones obtenidas a través de las investigaciones. Los productores trigueros del estado participan, demuestran interés y brindan gran apoyo a los programas de investigación cerealera y a las actividades de extensión.

MEJORAMIENTO DE TRIGO PAN EN ARGENTINA

A. Calzolari and S. Garbini

Programa de INTA:

El cultivo del trigo en la Argentina se extiende en una amplia área con distintas condiciones ecológicas y situada geográficamente entre los paralelos 31º y 40º de latitud sur y entre los meridianos 58º y 65º de longitud oeste de Greenwich, abarcando de norte a sur aproximadamente 1000 km y 500 km. de este a oeste. Dicha área está ubicada en la región pampeana húmeda entre las isohietas de 700 a 900 mm de precipitación anual y en la semiárida entre las de 700 y 400 mm.

Dentro de esta extensa región se observan variaciones en las condiciones de clima y suelo que inciden sobre las características varietales y prácticas agrícolas del cultivo.

Debido a los factores apuntados (amplitud del área y diferencias en clima y suelo) la región pampeana de siembra del trigo se dividió en siete Subregiones Ecológicas a saber:

- Subregión I
- Subregión II Norte
- Subregión II Sur
- Subregión III
- Subregión IV
- Subregión V Norte
- Subregión V Sur

Fuera de la región pampeana se siembra trigo aunque en menor escala, en el NOA aproximadamente 54.000 has y en el N.E.A., aproximadamente 65.000 has.

Sabido es que las deficiencias presentes en una especie determinada en su área de cultivo y las probables soluciones para subsanar aquellas constituyen la base de un programa de mejoramiento para dicha especie que tendra como objetivo principal el arribar a una producción estable y económica de altos rendimientos y buena calidad para el productor y también para el consumidor.

La actividad fitotécnica de la mayoría de las actuales estaciones experimentales del INTA, tiene una trayectoria que se remonta a los primeros años del presente siglo. En este lapso de más de 60 años es lógico que hayan intervenido en el proceso de mejoramiento genético hombres que dedicaron toda su vida a esta trascendente tarea en beneficio del país.

Desde que se inició el cultivo del trigo en el país, los problemas que viene afrontando son básicamente los mismos, producción, sanidad y calidad, esto último por las exigencias de los mercados consumidores.

Para encarar la solucion de estos problemas se contó al principio con la tarea fitotécnica con poblaciones exóticas, luego con selecciones de éstas y en una etapa más avanzada con variedades originadas de hibridaciones artificiales y selecciones posteriores.

La utilización intensiva de estos materiales determinó que el espectro de variabilidad del conjunto de variedades más difundidas hasta pocos años antes, fuera muy reducido. Este sistema de variabilidad restringida a niveles aún transgresivos con respecto a la original junto con la elección acertada de algunos progenitores, trajo como consecuencia un avance importante y sostenido en el mejoramiento de la calidad molinera y panadera, como así también el mantenimiento de la resistencia a Puccinia recondita tritici, patógeno frente al cual existía adecuada variabilidad inicial. En cambio el progreso fue mínimo con respecto a resistencia a otros fitopatógenos (ej.: P. graminis tritici) para los cuales la variabilidad original existía en muy escasa medida. Este sistema tambien explicaría la lentitud con que se incrementaron los rendimientos unitarios (Favret, 1967; Ernie, 1969).

Esta situación de semiestancamiento con respecto al rendimiento en que se hallaba el cultivo del trigo en el país fue considerada por el INTA en 1961. Como consecuencia del análisis realizado en esa oportunidad y en base a la experiencia de otros países que habían incrementado drásticamente la producción por unidad de superficie mediante la utilización de un germoplasma con características de alta productividad y el mejoramiento de la técnica del cultivo, se decidió la incorporación, en los planes de mejoramiento oficiales, de material de origen mejicano para ser cruzado con el mejor material tradicional y de material segregante para su posterior selección bajo las condiciones de la región triguera argentina. Posteriormente este tipo de germoplasma fue utilizado también por programas de mejoramiento de trigo particulares y en la actualidad su uso es prácticamente general. Una prueba de ello es el número de cultivares inscriptos en cuya ascendencia participan materiales de aquel origen.

El programa se inició, como se dijo, en 1962 y comenzó a dar sus frutos en 1971 con el lanzamiento al gran cultivo de las primeras variedades con alto potencial de rendimiento.

Los planes de obtención de variedades mejoradas del Programa Trigo del INTA se llevan a cabo en las siguientes estaciones experimentales distribuidas en la Región Triguera Argentina:

- E.E.R.A. Balcarce
- Chacra Experimental de Barrow
- E.E.A. Bordenave
- E.E.R.A. Marcos Juárez (sede del programa)
- E.E.R.A. Paraná
- E.E.R.A. Pergamino y
- E.E.R.A. Sáenz Peña

El Departamento de Genética de INTA Castelar lleva a cabo, desde hace muchos años, una amplia labor en el campo de la inmunología del trigo y en el contralor de la sanidad de los nuevos cultivares que los criaderos particulares y oficiales producen, antes y después de su lanzamiento al gran cultivo.

Cada una de las estaciones experimentales que participa en la crianza de variedades se encuentra ubicada en áreas ecológicas con características propias de manera que la labor de mejoramiento de cada una de ellas responde a objetivos generales y también a problemas específicos de cada una de las zonas.

Como objetivos generales del plan de mejoramiento genético del trigo del INTA, pueden mencionarse:

- elevado potencial de rendimiento. Es decir, disponer de variedades que presenten capacidad genética para aprovechar altos niveles de fertilidad y humedad almacenada en el suelo y que se traduzca en un aumento significativo del rendimiento por unidad de superficie.
- buen comportamiento a enfermedades y plagas.

La obtención de variedades de trigo con comportamiento destacado a la mayoría de las enfermeadades y plagas es otro de los objetivos que alcanza singular importancia en el programa del INTA.

Las enfermedades que a continuación se detallan ocasionaron en determinados años perjuicos con ataques de cierta intensidad.

- Puccinia graminis tritici Eriks y Henn.
- Fusarium graminearum Schw.
- Septoria tritici Rob.
- Puccinia recondita Rob.
- Septoria nodorum Berk
- Puccinia striiformis West

El trigo en el país también es atacado por otras enfermedades presentes en el cultivo la mayoría de los años aunque sin ocasionar daños mayores a la producción. Ellas son:

- Tilletia spp.
- Ustilago tritici (Pers.) Rostr.
- Erysiphe graminis tritici Marchal

Dentro de este objetivo es conveniente apuntar la preocupación existente en los técnicos del programa por un mejor conocimiento del complejo pulgones-virus que está afectando la producción de trigo de países vecinos aunque en Argentina hasta ahora no se haya manifestado con características graves.

- Calidad industrial y comercial. En este aspecto se busca que las nuevas variedades posean la calidad industrial y comercial que satisfaga las exigencias de los mercados consumidores (interno y externo).
- Características agronómicas: es decir que las variedades porten características destacadas en cuanto a un buen macollaje; robustez; resistencia al vuelco; excelente follaje, buena cantidad de espigas; características todas ellas que les permitan el logro de elevados rendimientos.
- Adaptabilidad: se trata de lograr variedades con una amplia adaptación, sea dada por las variaciones climáticas entre años y aquella resultante entre las diferentes localidades.

En la actualidad estos caracteres constituyen objetivos comunes a todos los planes de mejoramiento detrigo que conducen las distintas estaciones experimentales, complementados por objetivos específicos o regionales entre los que se puede mencionar:

- Ciclo vegetativo intermedio (EERA Marcos Juarez): para siembras tempranas antes de la sequía invernal en la Subregión I y parte norte de la II Norte.

- Ciclo vegetativo tardío, resistencia a sequía, frío y arrebato (EEA Bordenave). Esta amplia región (Subregión V Sur posee características ecológicas muy particulares, por ello los objetivos específicos cobran en ella especial importancia. El ciclo vegetativo tardío es también un objetivo considerado en la Chacra Experimental de Barrow.
- Ciclo vegetativo precoz (EERA Pergamino). En el área de influencia de la EERA Pergamino el trigo forma parte del doble cultivo anual trigo-soja.

Para una mejor realización de dicha rotación es necesario disponer de variedades de ciclo precoz (L30-140 días de siembra a madurez).

Dicho esto consideramos ahora en el Programa del INTA los tres aspectos fundamentales en que se divide la metodología convencional de obtención de variedades de especies autógamas o sea creación de variabilidad genética, selección en las n filiales de autofecundación y evaluación de las líneas avanzadas obtenidas, con el objeto de puntualizar ciertas características destacables del mismo, algunas de las cuales también serán con seguridad propias de otros programas.

En un plan de mejoramiento genético para aumentar la probabilidad de extraer genotipos superiores es necesario incrementar convenientemente la divergencia genética del material a utilizar. Por ello debe recurrirse a progenitores de muy diverso origen, estudiarlos adecuada y profundamente para determinar sus características positivas y negativas y luego incluirlos en programas de hibridaciones artificiales correctamente elaborados de acuerdo a los objetivos del plan de mejoramiento. Lo dicho, es lo que básicamente realizan los mejoradores del programa en las distintas estaciones experimentales participantes, teniendo en cuenta principalmente los requerimientos del cultivo en cada área.

El plan anual de hibridaciones se viene concretando en dos períodos, el primero en el invierno, realizado en las estaciones experimentales respectivas y de acuerdo a sus objetivos generales regionales y el segundo en el campo de invierno del CIMMYT en el CIANO-Sonora, Méjico, durante los meses de marzo y abril. Para concretar las hibridaciones que responden a un plan que se elaboró previamente en la Argentina y para el cual se dispone de un bloque de prognitores enviado oportunamente a Méjico (mes de septiembre de cada año).

En las cruzas realizadas en Méjico en general trata de cruzarse germoplasma mejorado argentino con el material más promisorio del CIMMYT y también se concretan las cruzas simples bases de las dobles y tops que se realizan normalmente en el invierno argentino obteniéndose de esta manera en un año, material segregante producto de la combinación de varios progenitores.

Para redondear esta primer característica podría decirse que en el programa se trata de mantener conocimiento adecuado, profundo y actualizado de los progenitores y también un acrecentamiento ordenado de los mismos de acuerdo a la evolución del mejoramiento del cultivo. Por otra parte, el plan de cruzas elaborado con dichos progenitores trata de responder a la problemática del cultivo en cada una de las regiones.

La segunda característica a puntualizar tiene que ver con el manejo de los materiales segregantes los cuales son conducidos en las estaciones experimentales siguiendo las pautas del método genealógico en la mayoría de ellas, en otras

se utiliza la combinación del método citado con el masal. En este aspecto tal vez haya que intercambiar opiniones en futuras reuniones debido a las características del método genealógico el cual maximiza la interacción genotipo-ambiente, favoreciendo a distintos genotipos a través de años diferentes lo cual atenta contra la eficiencia y confiabilidad del método; dicho esto en el sentido que es probable que haya estaciones experimentales donde se practique la conducción genealógica del material y el ambiente de las mismas no sea muy estable.

El proceso de selección se lleva a cabo a campo para la mayor parte de las características. La selección por calidad industrial es realizada en el laboratorio de la EERA Marcos Juárez en filiales segregantes (F_3 semilla test:Pelshenke) y en generaciones avanzadas (análisis completos de calidad comercial, industrial y panadera).

El proceso de selección se ve acelerado con la realización de una doble generación anual mediante una siembra de verano realizada en la EERA Balcarce. En este aspecto tal vez haya también que realizar un adecuado análisis en cuanto a los aspectos positivos y negativos de esta siembra fuera de estación considerando que la misma se desarrolla en condiciones no del todo convenientes. Lo positivo de este manejo radica solamente en el adelanto de la generación, en la adecuada presión de selección que se puede aplicar para resistencia a P. graminis tritici y tal vez en una mayor adaptabilidad de los genotipos seleccionados.

La conclusión general de esta segunda característica aquí considerada es que mediante la selección genealógica y de ésta combinada con la masal se extraen genotipos que reunen en lo posible la mayor cantidad de caracteristicas que esten de acuerdo con los objetivos señalados, a través de varias generaciones de selección hasta llegar a la homocigosis.

La tercera característica a puntualizar esta relacionada con los mecanismos de evaluación de los materiales avanzados empleados en el programa. Estos mecanismos permiten evaluar el material en forma eficiente. En el trabajo de fitomejoramiento es imprescindible producir en la evaluación la eliminación de material defectuoso lo antes posible para no emplear tiempo y recursos en tareas que no conducirán finalmente a nada positivo. Esto reviste suma importancia para tener éxito en el plan de mejoramiento.

La selección de características controladas por pocos genes generalmente se realiza en las etapas previas a la llegada a homocigosis; pero la seleccion para caracteres métricos debe ser preferiblemente diagnosticada en forma precoz (F_4 - F_5) y ajustarse en las últimas etapas de la fijación de caracteres.

Lo precedentem ente señalado motivó que en la mayoría de las estaciones experimentales participantes del programa se conduzcan dos grupos definidos de ensayos.

a) Ensayos Preliminares: que estan constituidos por material del programa de mejoramiento que aún no se halla estabilizado totalmente y que por la poca semilla disponible se siembran generalmente en una sola localidad;

b) Ensayos Regionales: en los cuales participan los materiales que han tenido comportamiento destacado en los Ensayos Preliminares y que genoptipicamente ya

estan estabilizados. Se conducen en distintas localidades y épocas de siembra dentro del área de la Región Triguera Argentina (Dos tipos de regionales,tener una idea de su adaptacion).

Cabe ahora una mención relacionada a los logros del Programa Trigo del INTA. Estos logros se conscretaron a través de la obtención de las variedades: Precoz Paraná INTA, Marcos Juárez INTA, Leones INTA, Caldén INTA, Surgentes INTA, Diamante INTA, Balcarceño INTA, Chaqueño INTA, Saira INTA, Victoria INTA, Labrador INTA, San Agustín INTA, Chasico INTA, La Paz INTA y Las Rosas INTA, algunos de los cuales han tenido una acogida excepcional por parte del productor, la que ha sido puesta en evidencia por la difusión alcanzada y su gravitación en la producción.

Por último y para concretar una definición del programa que pueda servir de corolario a todo lo dicho tal vez sea oportuno recordar cómo definió el Ing. Godoy al programa en el discurso que pronunciara en la Bolsa de Cereales de Buenos Aires en Oportunidad de distinguirse al Programa Trigo de INTA con el Premio Bolsa de Cereales 1979.

En esa oportunidad el Ing. Godoy dijo al respecto lo siguiente: es una forma organizada e integral de abordar la investigación de los problemas de la producción de este cultivo que tanta importancia ha tenido y tiene en la economia del país.

En un sentido práctico, es una forma de trabajo interdisciplinario entre grupos de investigadores de distintas estaciones experimentales e instituciones mediante una fluida y permanente intercomunicación.

Desde un punto puramente técnico, es el conjunto de planes de trabajo de investigación de los problemas de la producción, que es necesario resolver de acuerdo a los objetivos planteados, atendiendo las necesidades de la agricultura del país, a saber:

- "Obtener variedades de trigo de elevado rendimiento por hectárea, de buena calidad industrial para panificación directa de acuerdo a la demanda actual del mercado interno y externo, con un comportamiento sanitario que de estabilidad a la producción".
- "En cuanto al apoyo tecnológico que el programa debe prestar a la producción triguera tiene por objeto producir resultados que permiten a la extensión proveer a los productores al "paquete de prácticas" que les permitirá elevar los rendimientos por hectárea".

MEJORAMIENTO DE TRIGO PAN EN ARGENTINA - CRIADERO "BUCK"

L. Gonzalez

Ubicación:

El Criadero Buck se sitúa al Sudeste de la Pcia de Buenos Aires, a unos 80 km de Marcos Juárez, en La Dulce, Partido de Necochea. Se encuentra a 72 metros sobre el nivel del mar y a 30 kilometros de distancia de éste. La latitud de su ubicación y la cercanía al mar determinan un clima templado. Tenemos un invierno largo y una primavera corta, el verano tiene temperaturas suaves con picos no muy marcados.

Nuestros suelos son de tipo Brunicen con horizonte B textural y se asientan sobre duripanes de "tosca" (carbonato calcareo en planchas) que se encuentran a profundidades variables y discontinuas. Nuestros suelos son ricos en materia orgánica con valores promedio de 5 a 6%. El p.H. es moderadamente ácido, otra característica es el bajo contenido en fosforo asimilable.

Este ambiente condiciona todo el proceso de selección y fundamentalmente el período de maduración del trigo, que es lento, alargándose normalmente a más de 50 días desde floración. Esta tipo de madurez determina buen llenado de grano que sumado a la frecuencia de fuertes vientos en precosecha desencadena algunos años un marcado desgrane; la presión de selección en este sentido ayuda a que el material originado en esta localidad posea buena resistencia a esta pérdida.

Una desventaja presenta este clima para seleccionar por resistencia a frio, ya que el efecto morigerador del mar, impide las bajas temperaturas extremas, este inconveniente tratamos de subsanarlo ensayando nuestro material en dos localidades más expuestas a fuertes heladas.

Las precipitaciones son en promedio 750 milimetros anuales con máximas mensuales de 90 milimetros en marzo y mínimos de 48 milimetros en agosto, es decir otoños generalmente lluviosos con inviernos relativamente secos y primaveras y veranos intermedios.

Pese a las desventajas enunciadas, la localidad de La Dulce es desde el punto de vista fitotécnico un sitio privilegiado, pues los cultivares allí seleccionados poseen normalmente una gran adaptación para las Subregiones IV y V Sur donde se siembran normalmente 3.000.000 de hectáreas, más del 40 % de todo el área del país.

Antecedentes:

En la historia del Criadero "Buck", más de 50 años en mejoramiento de trigo, pueden marcarse tres etapas diferenciadas fundamentalmente por las variedades que en cada una de ellas se obtuvieron. No obstante durante toda la existencia del criadero se mantuvo una filosofía de trabajo que permitió entrelazar una con otra para aprovechar al máximo los caracteres favorables que se fueron acumulando.

La primera etapa la ubicamos desde la fundación hasta 1955. Aquí se destacan tres variedades que tuvieron buena aceptación por los productores del sudeste a saber:

- Buck Quequén liberada en 1942 de pedigree: Gral Urquiza - Lin Calel
- Buck Atlantico " " 1952 " " : Kanred- 38MA x Lin Calel/B. Quequen
- Buck Pampero " " 1955 " " : Sinvalocho - Cheg 3x9-10/33

Las dos primeras con más de 20 años de cultivo, llegaron ambas a buena difusión en toda la región triguera. Buck Pampero fue una variedad de calidad "semidura" con muy buena adaptación al pastoreo y su difusión estuvo limitada a las subregiones del Sur del país.

La segunda etapa coincide con la incorporación al programa del Ing. Carlos Buck, que se hizo cargo de la dirección técnica y el Ing. Kurt Meyle (1955 - 1970). De esta etapa se destacan los siguientes cultivares:

- Buck Manantial liberada en 1965 de pedigree: Rafaela MAG - Buck Quequén
- Buck Namuncurá " " 1971 " " : Rap - Bar
- Buck Cimarrón " " 1972 " " : Araf - Buck Relén
- Buck Napostá " " 1973 " " : Rap - Araf
- Buck Cencerro " " 1974 " " : Ebom - Araf

Las líneas que dieron origen a estas variedades corresponden a las siguientes genealogías:

- Rap : Rafaela M.A.G. - Buck Pampero
- Bar : Bage - General Roca
- Araf : Buck Araucano - Buck Quequen x Rafaela M.A.G.
- Ebom : (Eureka - B Quequen x B. Araucano/Buck Bolivar) Buck Manantial

Todos estos cultivares poseen una caracteristica común que es la de tener entre sus progenitores a Rafaela M.A.G. y excepto Buck Napostá, todos conservan exelente comportamiento a campo frente a Puccinia recóndita. Esta característica sobresaliente se debe seguramente al acerbo genético acumulado durante tantos años de selección y alta heredabilidad de los genes de resistencia transmitidos por el progenitor mencionado (Rafaela MAG).

Un parrafo para Buck Manantial, que a nuestro juicio marcó un hito dentro de los cultivares de ciclo largo por su gran potencial de rendimiento. Aún hoy pasados más de 18 años de su liberación al mercado se continuan cultivando más de 150.000 hectareas en el Sur de la Provincia de Buenos Aires, en los partidos de Villarino y Carmen de Patagones frenandose su difusión a raíz de la suceptibilidad al "arrebatamiento".

Buck Napostá es el cultivar de germoplasma tradicional que sigue manteniendo gran difusión, fudamentalmente en la Subregion V Sur, en los últimos 3 años ha sobrepasado el 40% del área sembrada en dicha subregión y el 15% en la Subregión IV. Este cultivar mantiene rendimientos altos, aún en suelos con muy bajos niveles de materia orgánica como son los del Sudoeste de la Pcia de Bs As y La Pampa. Ademas se destaca po: su gran elasticidad permitiendo siembras durante un período largo sin declinar su rendimiento.

La tercera etapa comenzaría en el año 1970 hasta nuetros días, justamente fue ese año cuando se comenzó en gran escala los cruzamientos con el material de CIMMYT, inciandose tambien las introducciones de materiales segregantes. El

3- Top cross y cruzas dobles: Sobre las cruzas simples en donde uno de los progenitores intervinientes es germoplasma totalmente foráneo, se procede a cruzarla con líneas puras de germoplasma puramente tradicional, o por otras F1 en las que predomine esa misma sangre.

4- Retrocruzas: Con variedades de amplia difusión como Buck Napostá y Buck Ñandú se ha iniciado hace tres años un plan de retrocruzas usando a estos padres como recurrentes, algunas de estas retrocruzas fueron sembradas este año en invernáculo e infectados artificialmente con una mezcla de razas de Puccinia graminis, los individuos que mostraron resistencia fueron trasplantados a campo para seleccionar bajo condiciones naturales plantas resistentes a Puccinia recondita.

b) Selección del material:

F1: de todas las cruzas simples parte de la semilla se destina a una siembra de verano, para avanzar una generación y también para individualizar las muy suceptibles a Puccinia graminis, época en que este fitoparásito se desarrolla mejor en nuestra zona, las muy suceptibles son eliminadas totalmente y no se las siembra en la época normal. Este año iniciamos un test de habilidad combinatoria donde interviene un gran número de progenitores que se evaluarán analizando las F1 con estimaciones de varianzas genéticas.

F2: Normalmente de nuestras propias cruzas se siembran más de 600 de aproximadamente 700 granos cada una. De la mayoría se hace selección de plantas; las F2 mas importantes por aspecto agronómico y sanitario se resiembran al ciclo siguiente, en igual población para tener mayor oportunidad de selección, de esta forma se logra tener mayor cantidad de selectas de las cruzas mas destacadas, presionándose la selección en dos años distintos. Desde hace varios años se siembra un juego de F2 SxW recibidos de CIMMYT, de esta F2 sólo se alcanza a seleccioner plantas de aproximadamente el 15% de las cruzas, el grueso del material es muy suceptible a enfermedades (Royas).

F3: Como la frecuencia de enfermedades en La Dulce, aún haciendo inoculaciones artificiales, es muy baja hemos decidido no marcar selectas en F2. Creemos subsanar este inconveniente seleccionando gran cantidad de plantas de esta filial, aproximadamente 25.000, sembrando posteriormente una F3 muy numerosa y aumentando considerablemente la presión de selección en ésta filials, ayudada por el dato de rendimiento preliminar que obtenemos de estas pequeñas parcelas. La selección avanza en las siguientes generaciones F4, F5, F6 en un 50% menos de parcelas que cada filial precedente. La secuencia teórica sería la siguiente: F3 - 6000 parcelas ; F4 - 3000 parcelas ; F5 - 1500 parcelas ; F6 - 750 parcelas. A F6 se llega con un caudal de 200 familias distintas.

c) Evaluación del material seleccionado:

Del material estabilizado, 130 líneas son de ciclo largo, el resto son de ciclo intermedio. Se prueba en tres ensayos comparativos de rendimiento de seis repeticiones, de siembra temprana y dos ensayos comparativos de rendimiento de siembras intermedias. El mismo material es evaluado en otra localidad a 150 kilometros hacia el oeste (Laprida) en un ensayo preliminar. A las docientas líneas se les hace prueba en invernáculo con las distintas razas de Puccinia recondita y graminis facilitadas por el CICA.

cultivar Buck Ñandu fue seleccionado de estas primeras incorporaciones. El material introducido desde México que se destacó reunía algunas características diferenciales respecto al normal del material de ese origen. En primer lugar como consecuencia de lo ya enunciado sólo sobresala el material que es resistente a pérdidas por desgrane. En segundo lugar el ciclo de los materiales seleccionados puede considerarse como intermedios, no totalmente indiferentes al fotoperíodo. El ambiente de selección sin lugar a dudas a condicionado los germoplamas que mostraron buenas características, haciendo diferenciar de esta forma a las lineas del Criadero con las seleccionadas del mismo origen por otras instituciones.

En 1976 se libera la variedad Buck Ñandú de pedigree Inia/ Son64 x Tzpp - Y54 CM 23451- ; la difusión de este cultivar especialemente en la subregión IV fue muy rápida, en el año 1900 llegaba al 45% del área sembrada, con este cultivar los productores agropecuarios del sudeste por primera vez lograron rendimientos superiores a los 6000 kilogramos por hectárea, por su suceptibilidad a Puccinia recondita y también por poseer un ciclo evolutivo bastante especial, es un trigo intermedio con ciertas exigencias en foto y termoperíodo y con escasa resistencia al frio, su área de cultivo se mantuvo regionalizada en el sudeste de Buenos Aires.

Los cruzamientos realizados en 1970 produjeron dos variedades de germoplasma mitad tradicional y mitad de origen CIMMYT, en el año 1979: Buck Pangaré de pedigree Buck Relen x Rafaela MAG - Buck Pampero/ Robin ; y en 1980 Buck Pucará de pedigree Buck Cimarron "s"/ Cal - Tob66 x BB - CC. Buck Pangaré es un cultivar de ciclo intermedio a corto, su difusión ha sido lenta pero continua, su potencial máximo es inferior a Buck Ñandú, trigo con el que debió competir en el sudeste, e incluso posee menor resistencia al desgrane. En las regiones del norte ha encontrado un espacio para siembras más tempranas que la variedad clásica que es Marcos Juárez Inta. Buck Pucará es un cultivar de ciclo intermedio a largo de muy alto potencial de rendimiento, determinado por un buen equilibrio entre macollaje y tamaño de espiga. Según estimaciones privadas durante este ciclo agrícola en las sumas de las subregiones IV y V sur esta variedad llega a casi 900.000 hectáreas sembradas.

Metodología de trabajo:

El programa se maneja en dos localidades de selección: La Dulce en la subregión IV y Hughes (Pcia de Santa Fe) en la Subregión II Norte. El programa principal está en la Dulce y aporta al de Hughes, manteniéndose en la etapa de selección independiente uno de otro, en las etapas posteriores de evaluación los materiales se prueban en las dos localidades.

a) Programa de cruzamientos: A éstos los dividimos en cuatro clases:

1- Convencionales: Se eligen dentro del material promisorio diez a doce líneas que han completado tres años de ensayo comparativo de rendimiento y se cruzan por todas las líneas que cumplen el segundo año de los mismos ensayos. Este programa se ha venido efectuando en los últimos 30 años del Criadero.

2- Cruzas entre material precoz: Los progenitores elegidos en este caso son líneas cuya selección o parte de ella se ha efectuado en el campo experimental de Hughes. El objeto de éstas es generar material segegante para el programa del norte.

El material mas avanzado suma 40 líneas, 25 son de ciclo largo y 15 de ciclo intermedio a corto. Con estas líneas se realizan tres ensayos comparativos de rendimento en otras tantas épocas de siembra en La Dulce. De las cuarenta las 20 más destacadas son las que están en etapa de prueba en el ETRE. Con éste último grupo se efectuan ensayos en seis localidades más, est s son de sur a norte: La Pampa (V Sur), Laprida Y Pieres en la IV, Pla en la II Sur, Hughes en la II Norte y Ombues de Lavalle en la Rep. Oriental del Uruguay. En los mismos lugares se siembran surcos de observación, de F6, F7 y del resto del material avanzado, en total 440 surcos, para observar el comportamiento frente a distintos fitoparásitos.

Todo el material de cría se ha sembrado y se sigue sembrando en forma espaciada, desde F3 para adelante siempre se hizo una evaluación preliminar de rendimiento para apoyar la selección visual. Por esta causa es que en nuestro material el componente de rendimiento que predomina sobre los demás es el macollaje, si bien con la incorporación del material del CIMMYT estamos tratando de lograr un mayor equilibrio.

d) Evaluación de otros materiales:

Desde 1970 se conducen algunos ensayos internacionales incluidos dentro del programa del CIMMYT, ininterrumpidamente se ha sembrado el ISWSN y el IDSN, con algunas interrrupciones tambien los ISWYN e IDYN. De los primeros SN hemos obtenido muy buenas líneas para usar como progenitores, no así para liberar como un cultivar al mercado; recién en los últimos años estamos comprobando que los materiales cruzas SxW tienen mejor adaptación para nuestro medio. Las líneas de Veery CM 33027 y Dove CC 38199, el año anterior llegaron a sobrepasar los 50 quintales en varios ensayos, aunque con niveles muy bajos de glúten.

También desde hace tres años se conduce el IWSWSN de la O.S.U. Algunas líneas han mostrado muy buen comportamiento, tal el caso de las cruzas: Bez// Cno - Gallo SWM 754493 y Rousalka / Cno - Gallo SWM 754082. La línea Cno - Gallo es de los materiales del CIMMYT que más hemos usado en nuestros programas de cruzamiento por su alto potencial y gran adaptabilidad. Se llegó a multiplicarla con idea de liberarla comercialmente pero su alta suceptibilidad a Fusarium fue determinante para desistir de esa idea.

Para finalizar quiero destacar la coparticipacion de la responsabilidad en el programa del Ing. Agr. Fidel Braceras, de la Lic. Hilda Buck y del Ing. Agr. Ariel Lorenzo que actualmente esta realizando su postgrado en la Universidad de Oregon en U.S.A.

EVOLUCION DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO DE TRIGO DE CRIADERO KLEIN S.A.

O. A. Klein

El criadero fue fundado en el año 1919 hace ya 64 años, lapso en el cual se obtuvieron 57 cultivares de trigo, el último de los cuales recién se difundirá comercialmente el año próximo.

En este largo período de años hubo grandes modificaciones en lo que se refiere a la base genética empleada en el programa de crianza y podemos señalar aproximadamente cuatro etapas.

Primera etapa: Se obtuvieron cultivares a partir de selecciones de poblaciones del Río de la Plata y de cruzamientos entre éstas selecciones. Se lograron buenas características agronómicas con rendimientos muy superiores a los trigos comunes y con calidades panaderas tipo blando y semiduro. Las variedades Klein Sin Rival y Klein Vencedor, obtenidas en esta etapa y derivadas del cruzamiento Barleta 7 d x Americano 44 d, fueron muy utilizadas posteriormente en los programas de mejoramiento de todo el país.

Segunda etapa: Se introdujo germoplasma de variedades extranjeras como Marquis, Reliance y Hope de alta calidad industrial, Apulia y Ardito que permitieron lograr baja altura y mayor precocidad y de variedades argentinas como Lin Calel, 38 MA. y Standard F.C.S. que aportaron buenas características agronómicas y alta calidad.

A partir de esta base genética, sumada a la de la primera etapa, se obtuvieron cultivares que tuvieron mucha importancia por la gran difusión que alcanzaron y también por los aportes que significaron en calidad comercial. Dare algunos ejemplos:

Klein 32 = Ardito - Record	superó el 13% de difusión
Klein Acero = Ardito - Vincedor	llegó al 12% de difusión
Klein Otto Wulff = Vencedor - Marquis	alta calidad. Importante por su descendencia.
Klein Cometa = 38 MA. - Klein Acero	alcanzó el 37% de difusión
Klein 157 = Hope - Lin Calel	gran aptitud para doble propósito.

Tercera etapa: Se continuó incorporando material extranjero y nacional al programa, pero por causas difíciles de explicar estas cruzas no dieron origen a prácticamente ningun cultivar. Los trigos obtenidos fueron en general cruzamientos entre cultivares de la etapa anterior o entre líneas inéditas. Así de esta forma no deliberada se llegó a que obtenidos ya 54 cultivares de trigo, solamente 16 progenitores figuraron en el pedigree de los mismos. Se lograron mejoras muy grandes en calidad y la presión de selección que se hizo en este aspecto orientada a obtener alto valor corrector tipo Manitoba tuvo pleno éxito.

Cultivares muy destacados en esta etapa fueron:

Klein Rendidor = Cometa "S" - Klein 33 "S" x Sinvalocho MA - Klein 33 "S". Alcanzó más del 49% de difusión.

Klein Atlas = Klein Rendidor x Klein Lucero - Klein 157
Klein Impacto = Klein Lucero - Klein 157 x Klein 157 - Klein Orgullo
Klein Toledo = Klein Atlas "S" x Oitest K-209-45 - Klein Lucero

Esta tercera etapa fue satisfactoria hasta que a mediados de la década del 60 aparecieron nuevas razas de Puccineas como la 15 (63) de graminis y la 77 NS de recóndita. Con la base genética reducida que he señalado, la mayoría de las líneas, muchas de ellas en ensayos avanzados de preinscripción, resultaron susceptibles a las nuevas razas y fue necesario eliminar un porcentaje muy grande del material en desarrollo. Como consecuencia se frenó notablemente el ritmo de aparición de nuevos cultivares.

Cuarto etapa: A partir del año 1970 se comenzó a incorporar germoplasma del CIMMYT, primero en muy pequeña proporción y luego a partir de 1973 en gran escala. Estos materiales provinieron de:

a) IBWSN
b) ISEPTON
c) F_2 DRYLAND
d) F_2 S x W
e) Crossing - block B.W.
f) Líneas de F_2 a F_8 seleccionadas directamente por nosotros en el CIANO.

De inmediato se iniciaron los cruzamientos con variedades argentinas realizando cruzas dobles y top-cross para aumentar la variabilidad de la descendencia.

A partir de las líneas incorporadas en generaciones filiales más adelantadas se aislaron rápidamente algunas de características muy promisorias. Ya en 1976 consideramos la posibilidad de solicitar la inscripción de una línea del cruzamiento Ciano "S" x Nad 63 - Chr "S"/Son 64 - Kl.Rend. x Bb que posteriormente no se concretó por diferencias en los análisis.

En el año 1978 obtuvimos la inscripción del cultivar Klein Chamaco derivado de una selección efectuada en una parcela de F_4 del CIANO y continuada la seleccción en Pla. El cruzamiento que le dio origen fue realizado por el Ing. Carlos Buck en México usando como progenitor femenino una línea inédita de su criadero y como progenitor masculino una línea del CIMMYT:

Klein Chamaco = Relen x Bage - Petiso (Bb-8156(12300 x Massaux No 5 - Gaboto/Jaral "S"))

Este cultivar ha mostrado un alto potencial de rendimiento, alta fertilidad de espiga, buena calidad y un nivel aceptable de resistencia a enfermedades aunque con niveles crecientes de infección de P. recóndita. En los resultados del último trienio de la ROET ocupa dentro de los materiales de ciclo corto el primer lugar en rendimiento por hectárea en todas las subregiones con excepción de la 5 Norte.

En 1982 y 1983 hemos distribuido semilla del cultivar Klein Atalaya derivado del cruzamiento del CIMMYT: NO 66 - Bb 4A x CC - We. Como en el caso de Chamaco obtuvimos el material directamente de una parcela F_4 en el CIANO y fue seleccionado en Pla hasta F_9 antes de lograr la requerida homocigosis.

Si bien este cultivar es de reciente difusión sabemos que tiene un muy alto potencial de rendimiento y buena resistencia a enfermedades. Presenta todos los años un machado en la gluma causado aparentemente por brown-necrosis.

En el corriente año ha sido aceptada la inscripción de Klein Cartucho derivado del cruzamiento del CIMMYT: Jup 73/PJ 62 - WRT x Calidad.

Este material fue recibido en F_2 y se efectuó todo el proceso de selección en Pla. Tiene una muy alta resistencia a P. recondita y a otras enfermedades. En base a resultados de ensayos en el partido de Alberti y en el partido de Necochea parece tener una alta capacidad de producción a pesar de su hoja bandera acartuchada después de la espigazón y de su aspecto desprolijo con espigas de los macollos a diferentes alturas.

Para el fututo inmediato el programa de cruzas iniciado después de 1970 es muy prometedor.

Tenemos tres líneas de ciclo largo en condiciones de ser presentadas a inscripción en 1984. Dos de ellas tienen germoplasma del CIMMYT y una es totalmente tradicional.

Hay una gran cantidad de líneas en distintos ensayos comparativos y un buen volumen de material segregante. Las líneas de más alto rendimiento en los ensayos en los últimos años han sido de cruzamientos S x W por ejemplo: SWM 1431 = Kavkaz - Bb II 4 "S". Estas líneas tienen su punto más débil en calidad y hemos hecho y continuamos haciendo cruzas con ellas para tratar de mejorarla en este aspecto y conservar su alto rendimiento.

Para dar una idea del tamaño actual del programa señalaré que efectuamos unos 600 cruzamientos anuales y que tenemos sembradas las siguientes parcelas:

F_1 546
F_2 2743
F_3 3767
F_4 2629
F_5 1246
F_6 1001

E.C.R. 2758 — 132 líneas en ensayos preliminares
88 en ensayos avanzados.

A esto se debe sumar el bloque de cruzamientos, conservación, ensayos cooperativos con Criadero Buck, varios ensayos con fertilización y micronutrientes, ensayo de candeales, F_2 S x W, F_2 Dryland, ISEPTON, IBWSN, ensayos de la ROET, etc.

Nuestro programa de mejoramiento es el convencional de autógamas con seleccción individual.

Los cruzamientos los efectuamos principalmente dentro de un bloque que preparamos anualmente con unas 80 entradas teniendo en cuenta resistencia a enfermedades, rendimiento y calidad.

En F_5 las parcelas elegiadas se cosechan y se muelen para hacer análisis de calidad que incluye gluten y alveograma y con el remanente se siembran los ensayos preliminares.

Se le da bastante importancia en la selección en F_5 al porcentaje de granos o relación granos/gavilla o índice de cosecha. Lo utilizamos desde hace muchos años por considerar que para una parcela individual es este dato más valioso que el de rendimiento en grano, ya que sufre menos modificaciones por condiciones meteorológicas, fertilidad o por falta de plantas en la parcela.

El material cosechado en los E.C.R. se somete también a ensayos de calidad industrial. A los análisis citados para la F_5 se debe incluir prueba de gasificación, farinograma y panificación.

Uno de los motivos del éxito de nuestro programa puede ser también la ubicación geográfica del campo experimental ubicado a 55 metros sobre el nivel del mar a 35° S y 60° O con una precipitación media anual de 960 mm. y sin sequías excesivamente prolongadas. La seguridad de cosecha es grande y desde 1967 hasta la fecha no hemos perdido absolutamente un sólo ensayo.

A partir del año 1974 cambiamos el cultivo antecesor del campo experimental que era maíz (práctica habitual en la mayoría de los cultivos comerciales de trigo de la zona) a soja de primera. El rendimiento del cultivar tradicional sin fertilización Klein Toledo que en los siete años anteriores había alcanzado en los ensayos un promedio de 1900 Kg/Ha pasó en los ocho años siguientes a 2834 Kg/Ha. Como también se ajustaron otras técnicas de preparación del suelo es difícil calcular cuanto de este 49% de aumento de rendimiento se debe a la soja.

Este buen nivel de rendimiento y seguridad de cosecha sumado a que desde hace ya varios años fertilizamos todo el material segregante y a que también conducimos E.C.R. con fertilización nos permite detectar las líneas con alto potencial.

Por otra parte parecen ser los ensayos en Pla bastantes representativos del rendimiento de un cultivar en casi todas las subregiones trigueras, con excepción de la subregión IV, ya que identificamos generalmente al primer año de cultivo aquellas variedades de otros criaderos con posibilidades de amplia difusión.

Como problemas que debemos enfrentar en el futuro en nuestro programa emncionaré los siguientes:

a) los bajos niveles de calidad y de contenido de proteínas asociados a muchas líneas de alto rendimiento que estamos tratando de superar por combinaciones con materiales de alta calidad.
b) Susceptibilidad a Septoria y Fusarium
c) Resistencia a desgrane que aunque en la zona próxima a nuestro criadero no es un factor importante sí lo es en otras áreas en que se cultiva trigo en la Argentina.

PROGRAMA DE TRIGO HIBRIDO DE CARGILL EN ARGENTINA

N. Machado

Iniciación - Medios Disponibles

La iniciación de un programa de mejoramiento dedicado a trigo en Cargill, derivó del del conocimiento de la factibilidad técnica del trigo híbrido. En 1967 se toman las primeras decisiones para dar comienzo a programas de mejoramiento en USA y Argentina. Posteriormente se incorpora un tercer programa en Francia y este año se comenzó a trabajar en Australia comprando un programa de otra empresa privada. Dieciseis años de investigación que estan dando sus primeros productos comerciales en USA y posiblemente en 2 años más pueda ser realidad en nuestro país. A pesar de la situación de desanimo a nivel internacional, que se viene presentando en trigo mundialmente, la empresa mantuvo su interés y por suerte los correspondientes presupuestos para esta investigación. Se constituye el personal de mejoradores con 3 técnicos en USA, 3 en Argentina, 1 en Francia y 1 en Australia.

En 1970 se decidió la puesta en marcha de un Campo Experimental específico para trigo ubicado en la Subregión ecológica IV cerca de la ciudad de Necochea. Este Campo Experimental se complementa con los otros instalados en Pergamino (subregión ecológica II N) y en 9 de Julio (Subregión ecológica II S). Con 3 Campos Experimentales cada uno con su infraestructura propia fue posible establecer un sistema de ensayos que abarca las zonas de producción más importantes de nuestro país.

Desde el comienzo se planteó la necesidad de la mercanización de tareas por lo que se llegó a contar con 3 máquinas para siembra de ensayos con distribuidores OYJORD, 2 cosechadoras HEGE y una sembradora a conos de diseño propio para material de cría. El sistema de retrocruzas para la conversión a esteriles hizo razonable la instalación de un invernáculo para acelerar el proceso. Una cámara fría nos permite la conservación de stocks y remanentes.

La evaluación de la calidad molinera y panadera de los nuevos materiales, de importancia vital para un program de mejoramiento en nuestro país se hace en nuestro propio Laboratorio organizado para Molienda - Cenizas - Gluten - Alveógrafo - Farinógrafo y Panificación.

Las siembras fuera de estación para avanzar con algunos materiales, se realizan en Diciembre en Necochea utilizando el producto de la selección realizada en Pergamino, con la ayuda de un pequeño equipo de riego, se puede cosechar grano viable en Abril y se pueden descartar materiales susceptibles a P. graminis.

Organización General

El programa como dijimos está orientado hacia la obtención de trigo híbrido y está dividido en 3 principales áreas de trabajo, a saber:

- Obtención de Líneas B. Conversión a A.
- Obtención de Líneas R.
- Producción y evaluación de híbridos.

Las etapas posteriores de nivel precomercial estan a cargo de los sectores de Producción de la Empresa.

Para la obtención de lineas B, se consideran válidos los métodos usuales para obtención de variedades, con el agregado en la lista de caracteres considerados de los relacionados con la fecundación cruzada. La variabilidad genética utilizada adquiere especial importancia para el caso de híbridos, para lo cual se incorporan nuevos materiales desde el CINNYT y particularmente de los otros países donde la empresa cuenta con programas de mejoramiento. Todo nuevo material que se incorpora es evaluado en sus principales características antes de ser utilizado en cruzamientos.

Antes de que la línea se estabilice se comienza el proceso de conversión a estéril, a fin de no demorar luego su utilización en el híbrido. Al mismo tiempo que la línea es reconocida como buena en los ensayos su versión estéril está lista para actuar como hembra. Cuando la cantidad de semilla disponible lo permite, se realiza la retrocruza correspondiente a campo y es allí donde se conoce si posee características adecuadas para su producción. Valores inferiores al 60% de seed set son descartados, considerando que es posible obtener 98% de seed set.

Al mismo tiempo la nueva línea es evaluada con diferentes restauradores, con los que en algunos casos se puede mejorar la fecundación como consecuencia de una pequeña diferencia en los ciclos (la ♀ unos 3-5 días más precoz). Hasta el momento se han econtrado claras diferencias entre líneas en su aptitud para la fecundación cruzada lo que permite orientar eficientemente el trabajo.

No se cuenta con un método probado que sea práctico y confiable para la producción de la aptitud combinatoria por lo que se trata de contar lo más anticipadamente posible conhibridos para su evaluación directa. La selección de restauradores se basa en el conocido sistema aplicado para el de T. timopheevi. La difícil combinación de líneas con restauración completa y adecuado nivel agronómico se logró mediante un proceso recurrente que tuvo como primera etapa el logro de líneas de media restauración y características de adaptación a nuestras condiciones, para luego recombinar éstas entre sí utilizando como criterio la restauración completa.

La selección se basa en primer término en la expresión total de autofertilidad y excersión de anteras. En generaciones avanzadas, se realiza directamente un cruzamiento de prueba sobre una estéril, observando la capacidad de restauración en diferentes medios ambientes.

Una vez que la capacidad de restauración ha sido verificada en estas condiciones, se realiza un lote de cruzamientos con la nueva línea y diversas estériles de ciclo adecuado. Se espera que con alguna de las líneas incluídas en el lote, el restaurador produzca un buen porcentaje de semilla híbrida. En caso de no darse esta situación la línea es eliminada.

Los lotes de producción de nuevos híbridos experimentales se hace dentro del área de Campo Experimental, con una aislación que sabemos no es suficiente pero permite obtener un grado de fuerza aceptable para una evaluación en ensayos. Entre 10 y 15 lotes aislados anualmente nos permiten obtener entre 400 y 500 híbridos. De esta cantidad se descartan un buen número de ellos por deficiencias manifiestas de alguna de las líneas. Con el resto se conducen ensayos de criadero de tipo convencional o de microparcela para el caso de poca semilla disponible.

Cuando los híbridos son ensayados por primera vez se los incluye en 2 épocas de siembra y es allí en realidad donde se conoce su ciclo y demás características mas sobresalientes. Cada híbrido constituye una entidad genética inédita que es observada por primera vez cuando se lo incluye en ensayos.

Como testigos, se incluyen todas las variedades comercialesy si bien todas las caracteristicas son buscadas, el rinde comparativo es el factor limitante para la difusión de híbridos. Son incluídas por la misma razón líneas inéditas del programa que representan el más alto nivel avanzado en rinde absoluto por una línea pura.

SITUACION ACTUAL . Resultados

Esta metodología general que describe el único programa de investigación de trigo híbrido en nuestro país tuvo que ser desarrollada integramente dentro de la empresa trabajando con un esquema básico que luego fue adoptado para las condiciones propias de cada país. Si bien los resultados de estos últimos 5 años son decididamente favorables, varios aspectos importantes insumieron tiempo adicional en la investigación. Nuestra estimación errónea sobre la distancia máxima que podía recorrer el polen de trigo nos produjo inconvenientes derivados de la contaminación. Actualmente buscamos aislaciones para semilla básica de 1500 m.

El manejo de los factores de restauración en su comienzo nos condujo al uso de líneas no purificadas convenientemente que resultaba en híbridos no totalmente restaurados. Un híbrido con restauración deficiente es subestimado en su rendimiento potencial.

La evaluación de los híbridos de prueba para verificar restauración medida en condiciones muy variables puede conducir a resultados erróneos. Estamos utilizando 3 localidades, siendo una de ellas un ambiente controlado de invernáculo en USA el que además nos dá lectura antes de la época de siembra, el dato se corrobora luego con 2 lecturas a campo sembrado en época normal.

En pruebas de evaluación anualmente se incluyen alrededor de 200 híbridos, habiéndose logrado rindes hasta 18% superiores a las mejores variedades testigos. Estimativamente un 10% de los híbridos ensayados se muestran superiores a los testigos porcentaje que pensamos que podemos incrementar, teniendo en cuenta que la gran cantidad de combinaciones realizadas nos han permitido acumular un importante conocimiento de las líneas en su aptitud combinatoria.

El incremento por heterosis medido sobre el padre de más alto rinde está presente consistentemente en un grupo de materiales. Nuestros esfuerzo ahora estan enfocados a una evaluación extensiva de los materiales más promisorios, como así también a resolver convenientemente los aspectos de producción, tan importantes como el híbrido en sí para su factibilidad comercial.

Técnicamente resuelto y comercialmente en vías de concresión, el híbrido de trigo en la Argentina se sumará a los recursos con que dispondrá el productor para aumentar el rinde unitario.

I° Parte-
MEJORAMIENTO DE TRIGO CANDEAL

H. Carbajo

El cultivo del trigo candeal que se inicira modestamente a nivel comercial en la década del 30 en el centro-sud bonaerense fue expandiendo su área en forma sostenida y aunque no existen estadísticas desagregadas hasta 1963/64, en los años anteriores se estimaban producciones superiores a las 300.00 tn. Esa tendencia se mantuvo así hasta alcanzar su pico máximo en 1969/70 con 750.000 tn.

Esa evolución de la producción no hacia mas que reflejar una sostenida expansión del área sembrada, pues en todo ese período los rendimientos se mantuvieron en niveles similares, con las variaciones lógicas de las alternativas climáticas anuales.

Se llegaron a cultivar más de 400.000 Ha a fines de los años 60. Y a partir de allí se inicia un retroceso, lento al principio, pero que, luego, se hace mas acelerado, llegando en estos ultimos anos a no alcanzar a 80.000 ha anuales.

La producción, en consecuencia, también ha retrocedido drasticamente, pues el incremento de los rendimientos que se produjo desde mediados de la década del 70 por el lanzamiento de nuevos cultivares no ha podido compensar esa abrupta caída del área sembrada. En consecuencia en la actualidad la producción no ha superado las 100.000 tn anuales.

Cabría señalar, sin embargo, que en el período agrícola en curso se estaría insinuando una leve tendencia recuperatoria a favor de precios altamente compensatorios y apoyada también por algunas medidas oficiales.

Esta producción ha estado localizada en el área ecológica IVa, de donde practicamente no ha salido, salvo intentos limitados de expansión de siembra, en sus momentos mas favorables, pero que no prosperaron por las innumerables dificultades que debieron afrontar esas producciones.

Tal vez debiera señalarse que es Argentina uno de los pocos países en el mundo que tiene una importante producción de trigo candeal en un área con pluviometría relativamente alta, lo que agudiza algunos problemas de sanidad y calidad, a diferencia de otros países donde esa triticultura se ubica en sectores relativamente más secos o típicamente áridos.

Como ya senalamos, los rendimientos del candeal se mantuvieron por un largo período dentro de un nivel general modesto, que reflejaba por una parte una limitada tecnología y por la otra una reducida tarea fitotécnica. Debe considerarse, sin embargo, que los rendimientos medios del trigo fideos comparativamente con los de trigo pan y para una misma región, en la década del 60 no diferian mayormente entre sí. Diez años después, la situación no era la misma, pues mientras el candeal alcanzaba los 18 quintales, el trigo pan estaba un quintal por encima.

Entre las razones que explicarian esa pérdida relativa pueden estar la mayor dinámica del mejoramiento varietal del pan, especialmente para esa zona el lanzamiento de cultivares de alta productividad y de ciclo mediano a largo, de gran impacto en la producción regional. A ello debe sumarsele algunos problemas sanitarios en los cultivos de trigo candeal, que significaron una

caida marcada de su producción, por debajo de la potencialidad productiva de los nuevos cultivares de trigo candeal.

El cultivo se inició en nuestro pais con poblaciones introducidas por los inmigrantes europeos, especialmente italianos. A partir de ese material, por selección individual y cruzamiento, en algunos casos, se obtuvieron las primeras variedades puras comerciales. Con este material, al que denominamos "tradicional" se realizaron las producciones hasta mediados de los años 70. Dentro de ese grupo de variedadesestan Fideos CAPA, Candeal Selección La Previsión, Candeal Durumbuck, Taganrog Selección Buck, Taganrog Vilela Fideos, Taganrog Buck Balcarce y Bonaerense 202.

A partir de allí, y en forma creciente, se produjo su reemplazo con nuevas variedades, de alta productividad, talla baja, ciclo mas corto y mejor sanidad frente a las royas. Pero también con características de calidad industrial distintas de lo anteriormente conocido y acreditado. Dentro de ese grupo se encuentra Balcarceño INTA, Buck Sudeste, Buck Mechongué, Bonaerense Valverde y Buck Candisur.

Este material que ha producido un impacto positivo en cuanto a la productividad ha planteado como dijeramos recien algunos nuevos problemas de calidad industrial y en sanidad, que por su importancia tal vez sean decisivos en las perspectivas del cultivo en el futuro y su ubicación en la geografía agrícola argentina.

Como deciamos recién, la sanidad de los cultivares de candeal es buena en general.

Si analizamos cada uno de los fitoparásitos principales en particular, podemos decir en base a la información recogida en el Ensayo Territorial de Resistencia a Enfermedades que:

Puccinia graminis: los cultivares "tradicionales" tienen, en general, un comportamiento inferior a los de trigo pan de difusión simultánea. Pero el nuevo material de trigo para fideos en difusión han equiparado a los de trigo pan. También es alentador el panorama de las líneas de probable distribución, pues se muestran como ligeramente mejores a lo ya conocido.

Puccinia recóndita: en esta roya la situación ha sido siempre favorable para el trigo candeal en relación con el pan. Esta situación se hace más favorable aún, (ante la declinación del nivel general frente a esta roya de los trigos aestivum.) Tampoco se aprecia ningún problema futuro, pues el material de probable distribución está en un nivel similar al ya difundido.

Septoria tritici: con este parásito se da una situación similar la la de roya de la hoja, de buena sanidad de los trigos para fideos. Por otra parte, las lineas más avanzadas de los distintos criaderos parecieran, aunque en forma leve, mejorar, aún más, la situación de privilegio del candeal.

Fusarium sp: en este caso el panorama es inverso al de los 2 parásitos anteriores. Los trigos durum han sido de una manifiesta mayor susceptibilidad que los trigos pan. Si bien la información disponible no es tan extensa y consistente como para los fitoparásitos antes comentados, el material bajo prueba no muestra una mejora al respecto sobre el ya difundido. Podría también

señalarse, con las reservas anteriormente expresadas, que los cultivares de candeal "tradicionales" tendrían un nivel de infección algo inferior al de los cultivares de alto potencial de rendimiento en cultivo.

Resumiendo, para este parásito se habría retrocedido y no hay perspectivas de mejora en el término inmediato, tal vez como consecuencia del desconocimiento de fuentes de resistencia adecuadas y la falta de una metodología de selección adecuada para el mismo.

II° Parte-

INFORME SOBRE MEJORAMIENTO DE TRIGO PARA FIDEOS

L. Goni

Con la finalidad de evaluar el progreso realizado en el mejoramiento de trigo para fideos, hemos acudido al análisis del Ensayo Comparativo de Rendimiento Regional, donde se confrontan líneas avanzadas y variedades inscriptas en la misma situación anual.

El progreso puede registrarse de dos formas distintas: a través de las distintas variedades inscriptas y a través de las mejores líneas, por comparación con un testigo fijo.

Las variedades son:

Taganrog Seleccción Buck	Bonaerense Valverde
Taganrog Buck Balcarce	Buck Sudeste
Taganrog Vilela Fideos	Buck Mechongué
Candeal Durumbuck	Buck Candisur
Balcarceño INTA	

Las cuatro primeras corresponden a cultivares obtenidos a partir de germoplasma local, siendo genotipos altos, con poca productividad.

Las restantes cinco pueden situarse dentro del grupo de variedades de alta productividad, con baja estatura.

La permanencia de las nueve variedades en el Ensayo Regional ha sido variable, oscilando entre dos años (Taganrog Vilela Fideos) y doce años (Taganrog Selección Buck y Balcarceño INTA).

Se ha tomado a Taganrog Selección Buck como testigo fijo, por ser una vieja variedad que lleva incluída doce años en el Ensayo Regional.

La evaluación de líneas se hizo seleccionando las mejores para cada característica, en número igual al de los testigos de cada año y localidad, sin discriminar identidad.

Fenotípicamente son de tipo precoz, derivando de selecciones de material introducido o de hibridaciones realizadas en el país. Para la casi totalidad de ellas, intervienen en su genealogía progenitores precoces en proporción variable.

La información que se presenta aquí corresponde a los datos promediados de tres localidades de las cinco que intervienen hasta 1982 en el Ensayo Regional. Se ha considerado que Balcarce, Barrow y Miramar, corresponden a localidades típicas del área de siembra de trigo para fideos.

Se discutirán tres variables agronómicas: rendimiento de grano, peso hectolítrico y peso de mil granos y dos de calidad industrial: % de sémola y % de proteína, mediante el comportamiento de las variedades inscriptas y las mejores líneas frente a Taganrog Selección Buck.

Resultados

a) Rendimiento de grano: en doce años de Ensayo Regional, la mayoría de las variedades inscriptas superaron a Taganrog Selección Buck, especialmente Buck Mecongué y Buck Candisun.
Las mejores líneas presentaron comportamiento semejante (21%).
b) Peso hectolítrico: variedades inscriptas y líneas redujeron sus pesos hectolítricos, respecto de Taganrog Selección Buck.
c) Peso de mil granos: la mitaad de las variedades, especialmente Buck Mechongué y Buck Candisur, superaron a Taganrog Selección Buck.
Las líneas en promedio, reducen su peso de grano.
d) % de sémola: Buck Candisur es la única variedad inscripta con rendimiento de sémola superior a Taganrog Selección Buck.
En las líneas se observa un mejor comportamiento, especialmente en los tres últimos años.
e) % de proteina: Ninguna de las variedades inscriptas consigue superar a Taganrog Selección Buck.
En las mejores líneas los tenores proteicos no han variado significativamente respecto de Taganrog Selección Buck.

Conclusión final

Del estudio de las variedades se infiere un incremento de la productividad, con reducción del peso del grano. Hay diferencias para tamaño de grano. Los valores porcentuales de sémola y proteína no han sufrido mayores cambios, excepto en Buck Candisur.

Con respecto a las líneas, se ha producido un aumento de rendimiento en Kg/ha, pero reduciendo peso y tamaño de grano. Los valores de calidad industrial se han mantenido semejantes a los del testigo de comparación Taganrog Selección Buck.

MEJORAMIENTO GENETICO DEL TRIGO EN LA REGION DEL CONO SUR

M. M. Kohli

El Cono Sur de América está integrado por 5 países (Argentina, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay) y se cultivan aproximadamente 11 millones de hectáreas entre los 15 y 41 grados de latitud sur. Esta región abarca más del 95 porciento del area y produccion triguera de Sud América (Tabla 1). En los últimos años, los rendimientos promedios de la región han caído por debajo del rendimiento medio mundial, el promedio de 1980-82 para la región, es solamente un 74% del promedio mundial. Sin embargo un modesto incremento en la productividad sumado a un aumento substancial en el área sembrada durante el mismo período, han permitido a la región satisfacer su creciente demanda de trigo (Tablas 1 y 3).

Debido al alto nivel de producción en Argentina, la región del Cono Sur pudo producir durante 1982, alrededor de 50% más de trigo que el consumido. La capacidad de producción de Argentina, más el alto potencial de expansión de sus fronteras agrícolas (Tabla 4) proporciona una idea del papel importante que puede tener en la producción mundial de alimentos.

Fluctuaciones extremas de varios factores ambientales a través de la región, y en ciertos lugares, problemas complejos de suelo, requieren la completa comprensión por parte de los productores e investigadores, de las técnicas de manejo necesarias para producir un trigo sano. Esto debe tener un alcance masivo ("critical mass") antes de que los programas de mejoramiento puedan incrementar los rendimientos y mejorar las características agronómicas. Además, dadas las diversas condiciones ambientales de la zona (desde tropicales hasta templadas) se deben producir trigos primaverales, facultativos e invernales, los que deben poseer un amplio rango de caracteres que permitan la adaptación a esas distintas condiciones. Debido a estas complejidades las investigaciones sobre mejoramiento y manejo deben conducirse en estrecha relación para causar un efecto notable en la productividad y en la producción total.

Ya que los sistemas de producción se discutirán en detalle en otra sesión, en este papel se trataran los problemas y logros del mejoramiento triguero en el Cono Sur.

Los Comienzos del Desarrollo del Germoplasma

La mayoría de los países del Cono Sur comenzaron con sus programas de mejoramiento de trigo durante las dos primeras décadas del siglo XX. Este primer mejoramiento se basó primordialmente en la colección y selección de material local y de variedades que se venían usando desde la época colonial o de las que más tarde trajeran los inmigrantes europeos. Un estudio completo y meticuloso sobre las características agronómicas y de adaptación del material existente llevó, alrededor de 1920, al lanzamiento de las primeras variedades mejoradas de trigo para el Cono Sur. Estas variedades seleccionadas localmente formaron una base sólida que se usó en cruzas con otras introducciones provenientes principalmente de la misma región (Argentina, Brasil y Uruguay) pero en ciertos casos de otras fuentes foráneas. En ese momento el principal criterio de selección era la corrección de defectos agronómicos como ser vuelco, desgrane y dificultad de trilla, como así también el mejoramiento de

resistencia a enfermedades. En Brasil también se seleccionaba por tolerancia a suelos ácidos y por precocidad (los trigos "ciclo corto" eran necesarios para las siembras tardías).

Algunos científicos llamaron a este período los años dorados del mejoramiento de trigo en el Cono Sur, por los rápidos avances realizados y la gran cantidad de variedades obtenidas. Estas variedades pasaron a ser los cimientos para los trabajos de mejoramiento posteriores, no sólo de la región sino también para otras partes del mundo.

La Introducción de Germoplasma Semienano Mejicano

La relación entre la región del Cono Sur y la Oficina de Estudios Especiales en Méjico (y otros países) comenzó en los primeros años de la década del 50. Como resultado de esta asociación, gran cantidad de trigos mejicanos fueron incorporados en los programas nacionales de mejoramiento. Las características mas importantes de estas introducciones fueron el alto potencial de rendimiento y la resistencia a enfermendades, especialmente a las royas. En el comienzo de los años 60, el caracter semienano de los trigos mejicanos (que deriva del cruce Norin 10-Brevor) se utilizó muchísimo en los programas nacionales de fitomejoramiento.

El germoplasma mejicano de esa época llevaba un conjunto de caracteres muy útiles. Debido a que cada año se cultivaba y seleccionaba (y aún se sigue haciendo) durante dos ciclos distintos y en dos localidades distintas (el ciclo de invierno se cultiva en el noroeste de Méjico en las planicies de la costa y el de verano, cerca de la Ciudad de Méjico, en las tierras altas) estos tipos semienanos precoces eran insensibles al fotoperíodo, de alto rendimiento bajo una amplia gama de condiciones ambientales, y resistentes a una cantidad de enfermedades de importancia económica. También presentaban excelente adaptación a períodos cortos de crecimiento y a condiciones de regadío. Sin embargo no causaron impacto en las areas del Cono Sur con problemas complejos de suelo o donde el manchado de la hoja y las enfermedades de la espiga eran endémicas. En estas áreas, los cruces entre los materiales adaptados localmente y los semienanos mejicanos han demostrado ser muy superiores a las variedades comerciales tradicionales, y actualmente se estan seleccionando frente a una gran cantidad de adversidades locales. Esta agenda de investigacion (programa de selección) define los objetivos actuales de fitomejoramiento de los programas nacionales de trigo en la región(ver Tabla 5).

Cruces de Trigos Invernales x Primaverales

Las aparentes ventajas en la producción debidas a la insensibilidad al fotoperíodo y a la amplia adaptación de los trigos mejicanos estaban limitadas en la mayoría de los casos a aquellas áreas que requerian variedades de maduración temprana o donde las condiciones ambientales permitían siembras tardías. Se conocía la gran necesidad de trigos primaverales de maduración tardía o de tipos facultativos, y al finalizar la década del 60, esto condujo a la intensificación de programas de cruzamientos de trigos primaverales x invernales (ej.: el Projecto Cooperativo de la Universidad Estatal de Oregon y CIMMYT). Los cruces de primaverales x invernales brindan una considerable diversidad en variabilidad genética (para rendimiento, adaptación, resistencia a enfermedades, mejor desarrollo de raíces, calidad panadera, etc.).

Anteriormente se había intentado realizar estos cruces en el Cono Sur pero fueron sólo en pequeña cantidad y bajo condiciones controladas. Intensificar la investigación significaba que los cruces y las selecciones se debían realizar en gran escala bajo condiciones de campo. Más adelante, el programa nacional de Chile, líder en estas experiencias, brindó germoplasma al projecto cooperativo OSU-CIMMYT.

Las progenies derivadas de los cruces primaverales x invernales han causado gran impacto en todos los programas de fitomejoramiento. Los germoplasmas de distinta maduracion y seleccionados bajo condiciones ambientales específicas demuestran mejor adaptación frente a las fluctuaciones de las precipitaciones en la producción de secano, como también bastante alta resistencia a las enfermedades de la región.

Se debe destacar la especial contribución de los trigos invernales que poseen la translocación 1B/1R de un cromosoma simple de centeno. Líneas avanzadas derivadas de padres tales como Kavkaz, Aurora, Weique y Clemente, cruzadas con trigos locales o materiales mejicanos se seleccionan en cantidades extraordinarias en el Cono Sur (y en otros lugares). Estas líneas constituyen el germoplasma más sobresaliente de trigo pan, actualmente disponible. Una cantidad considerable de estas líneas seleccionadas en las nurseries internacionales de CIMMYT y en los programas locales estan superando, por un margen significativo, a los rendimientos de las viejas variedades. Algunas de las líneas de amplia adaptación y altos rendimientos provenientes de CIMMYT que llevan la translocación 1B/1R son: Veery, Bobwhite, Sunbird, Chat, Broadbill, y Hoopoe.

Cruces de Trigos Brasileros x Mejicanos

Un importante factor que limita la adaptación de los germoplasmas mejicanos en algunas regiones de Brasil, potencialmente importantes, fue la extrema suceptibilidad de los trigos mejicanos a altas concentraciones de aluminio soluble comunmente presentes en los suelos ácidos. Algunos programas de trigos brasileros utilizaron materiales mejicanos en cruzamientos con variedades locales tolerantes al aluminio y como resultado se crearon a mediado de los años 60 una serie de trigos semienanos IAS que tuvieron un poco más de éxito.

La producción comercial de estas variedades alcanzó un pico cuando la línea avanzada mejicana Alondra, derivada de un cruce de primaverales x invernales y que lleva la translocación 1B/1R, demostró tener adaptación a suelos ácidos, especialmente en aquellos donde el fósforo no es un problema. Alondra, un trigo semienano de espiga grande también tenía resistencia a muchas enfermedades comunes en Brasil y fue rápidamente lanzado como variedad. Se ha convertido en un importante progenitor de muchos de los cruces con trigos brasileros.

El programa bilateral entre Brasil y CIMMYT, "shuttle-breeding" esta dando resultados fascinantes. Las líneas son seleccionadas por científicos brasileros (en Brasil) por su adaptación a suelos ácidos, resistencia a enfermedades y tolerancia a condiciones ambientales específicas; los científicos de CIMMYT seleccionan líneas (en Méjico) por alto potencial de rendimiento, características agronómicas y resistencia a enfermedades prevalentes. La selección realizada en varios ambientes (en ambos países) por resistencia a enfermedades y otras característica está dando como resultado una gran cantidad

de líneas con una característica llamada "hoja verde" (green leaf). Esta característica es probablemente el resultado de la combinación de un alto grado de resistencia a enfermedades y un mejor desarrollo de la planta lo que parece deberse al mejoramiento de los sistemas radiculares y del balance nutricional. Esto parecería inhibir (en distinto grado) a los patógenos de las enfermedades que causan manchado de la hoja. Algunas de las líneas avanzadas de estos cruces estan siendo multiplicadas para el eventual lanzamiento como variedades comerciales, probablemente en 1984.

En base a los resultados obtenidos hasta la fecha, se anticipa que el programa shuttle breeding entre Brasil y CIMMYT va a dar tantas recompensas como el projecto cooperativo OSU-CIMMYT de cruces entre primaverales e invernales. Estas actividades de cooperación internacional brindan a muchos programas nacionales de mejoramiento triguero de países en desarrollo, la oportunidad de seleccionar y utilizar germoplasma que poseen considerable diversidad en su pasado genético. Algunas de las variedades más nuevas lanzadas en el Cono Sur originadas en CIMMYT se presentan en la Tabla 6 ; en la Tabla 7 se muestra, dentro de los nuevos lanzamientos para la región desde 1978, la proporción que corresponde a los originados en CIMMYT. La mayoría de los programas nacionales del Cono Sur actualmente disponen en sus programas de cruzamientos germoplasma de altos rendimientos ya bien adaptados a las condiciones locales. Debido a esto, la región esta próxima a otro salto en la producción de trigo.

Necesidades Futuras

En este momento es conveniente discutir algunos de los factores fundamentales para el continuo éxito de los programas nacionales de mejoramiento de trigo del Cono Sur.

1) El enfoque "Component Building" o "Bridging" (superposición de componentes o paralelismo): La mayoría de los programas de trigo de la región utilizan métodos tradicionales de mejoramiento, o distintas modificaciones de los mismos según las necesidades locales. El método genealógico de selección se ve favorecido por la efectiva selección de características visibles, el método bulk o masal modificado se usa cuando los caracteres deseados se encuentran cubiertos por condiciones ambientales desfavorables u otras adversidades. Los métodos de retrocruza, multilíneas, mezclas varietales y mutación se han usado, en distinto grado, en la región para solucionar problemas específicos.

En los programas nacionales de mejoramiento se ha dado sin embargo mayor énfasis a la identificación y selección de variedades de altos rendimientos, y al común procedimiento de cruzar el mejor material disponible entre sí. Ya que cada línea selecta contiene un gran número de atributos positivos, cruzandolas entre sí se logra construir lo que puede llamarse una gran pirámide genética que crece de tamaño cada vez que se lanza una nueva variedad. A menudo, los programas nacionales de mejoramiento se resisten a incorporar germoplasmas nuevos, especialmente esos que tienen pobres características agronómicas, porque temen la retrogresión en el programa y la pérdida del potencial de rendimiento. Esta oposición a la incorporación de nuevas fuentes de variación genética puede llevar rápidamente a la restricción de variabilidad genética en los materiales para cruzamientos.

Aquí es donde "component building" juega su rol fundamental. Todos los caracteres importantes, especialmente aquellos que se encuentran en los

materiales que por sus características agronómicas no pueden ser usados, o en las especies exóticas, necesitan ser mejorados independientemente de los efectos de selección sobre rendimiento o adaptación. Los caracteres deseados deberían ser mejorados y seguidos en programas paralelos de desarrollo de germoplasma, proceso que se podría considerar como la construcción de una "pequeña pirámide genética". Los objetivos de este enfoque es transferir caracteres útiles a plantas de tipos útiles lo que puede hacerse con retrocruzas y policruzas, combinadas con el uso de presión de selección para un caracter específico o para un grupo de caracteres.

Cuando un caracter esta gobernado por una gran cantidad de genes menores, o tiene poca expresión y baja heredabilidad, probablemente lo mejor es usar selección recurrente. Los progresos en el desarrollo de gametocidas efectivos estan permitiendo el establecimiento de gran cantidad de pools genéticos para cada caracter individual, los que pueden combinarse consecutivamente en poblaciones útiles. Estos pools genéticos y poblaciones provenientes de selecciones recurrentes pueden servir de "puente" para transferir importantes caracteres de la "pequeña pirámide genética" a la "gran pirámide genética", sin sufrir pérdidas significantes de rendimiento o de adaptación.

2) Incorporación de resistencia a enfermedades: El objetivo más importante de todos los programas nacionales de mejoramiento de trigo en el Cono Sur es la estabilidad del rendimiento a través de la resistencia efectiva a un complejo de enfermedades. Sin embargo, no se han implementado por completo procedimientos y técnicas de selección uniformes; faltan en la región localidades claves y estables de selección, y la medida en la que se utilizan las técnicas de inoculación artificial, de aceptación general, varía según los programas. En ciertos programas, los fitopatólogos han comenzado a inocular material seleccionado, lo que contribuye a la identificación de progenitores. Sin embargo grandes poblaciones de materiales segregantes o avanzados aún se evaluán sin una determinada presión de selección. Sólo las inoculaciones artificiales uniformes pueden garantizar el éxito de la selección de germoplasma para resistencia a enfermedades, y este esfuerzo necesita combinarse con estudios epidemiológicos bien realizados y cuidadosos ensayos de campo en localidades claves para las enfermedades, conducidos durante un número de años.

El reciente movimiento de la roya amarilla de la cebada, raza 24 ejemplifica la necesidad de una efectiva selección por resistencia a enfermedades en el Cono Sur. Esta raza se detectó primeramente en Colombia en 1975 y para el final de 1978 cubrió todos los países de la región Andina; cruzó la alta Cordillera de los Andes y entró en el norte de Chile en 1980 (Figura 1). Desde entonces, se ha extendido hacia el sur en Chile y ha entrado en el sur de Argentina en 1982, lo que confirma la compleja interrelación de la region.

La mayoría de la región del Cono Sur y las bajas planicies de Bolivia abarcan una gran zona epidemiológica. De modo que, cualquier resistencia de base estrecha o específica puede durar sólo un muy corto tiempo. La región necesita germoplasma con amplia resistencia, identificado y seleccionado a través de sistemas de ensayos eficientes que expongan al material a una gran cantidad de virulencias de enfermedades importantes. Además, se necesita establecer una red de localidades claves para enfermedades dentro de cada país (y para toda la región) para que la selección uniforme, bajo condiciones naturales y/o inoculaciones artificiales, puedan proveer información fidedigna sobre resistencias.

La incorporación en el mismo material de resistencias específicas y de resistencias de amplio espectro puede impartir cierta resistencia durable en variedades comerciales. Si uno (o más) de los sistemas de resistencia fracasan, las resistencias combinadas pueden proveer un efecto buffer y tiempo suficiente para una transición suave a una nueva variedad de mayor resistencia. La creación de dicho sistema de resistencia, que se basa en una gran cantidad de cruces, requiere el uso de una selección a campo eficiente con técnicas de inoculación artificial apropiadas, como también ensayos en invernaderos bajo condiciones controladas toda vez que sea necesario.

3)Rendimientos estables vs. altos rendimientos: Los rendimientos de muchas variedades no mejoradas o razas locales tienden a ser bastante estables cuando estas se cultivan en el ambiente del cual surgieron. Esta clase de estabilidad en los rendimientos es una caracteristica deseable, especialmente en sistemas de agricultura de subsistencia; desaformunadamente, la estabilidad de los rendimientos de las variedades "tradicionales" esta generalmente asociada con muy bajo potencial de rendimiento. Ahora que se dispone de un gran pool de germoplasma, incumbe a los fitomejoradores y a los científicos de la producción la estabilización de estos rendimientos a altos niveles. Los ensayos en múltiples localidades juegan un papel clave en la identificación de líneas avanzadas promisorias con altos rendimientos y estabilidad.

Aparentemente el desarrollo de dichos materiales necesita realizarse en dos fases:

a) seleccionar para alto potencial genético de rendimiento bajo condiciones de producción máximas/óptimas;

b) buscar factores de estabilidad mientras se seleccionan estos materiales de altos rendimientos bajo condiciones óptimas de producción y en ambientes adversos. El aspecto importante de esta fase es la selección de ambientes y la uniformidad en la presión de selección.

CIMMYT ha usado exitosamente este enfoque en el desarrollo de líneas avanzadas de altos rendimientos estables sobre una amplia gama de ambientes de producción. Se usan enfermedades u otras importantes adversidades para seleccionar por germoplasma que tenga el rendimiento más alto bajo condiciones adversas. Otro método es seleccionar alternadamente en altos rendimientos y en ambientes adversos. Este procedimiento puede resultar en germoplasma que combinen estas dos características, como ha pasado con los cruces Brasileros x Mejicanos mencionados con anterioridad.

4) Sistemas de ensayos: La mayoría de los programas nacionales requieren una examinación completa del germoplasma mejorado a niveles locales antes de que entren en los sistemas de ensayos nacionales o regionales. Con este procedimiento se confirma el valor potencial de una línea, pero también se retrasa el lanzamiento comercial y eventualmente se acorta la vida efectiva de una nueva variedad. En muchos casos este sistema es tan extricto que no hace diferenciación entre germoplasma destinado a la producción en condiciones de secano o de regadío, ej., entre condiciones agrícolas bastante inestables vs. estables.

El número de años necesarios para los ensayos puede reducirse fácilmente por medio del uso de información de localidades claves de ensayos. Asignadole valor

a cada localidad se podría mejorar aún más y acelerar el proceso de decisión lo que resultaría en un lanzamiento más temprano de variedades de altos rendimientos. En esos casos, en los cuales el germoplasma se ha expuesto desde un comienzo, por medio de la selección y ensayos en distintas localidades , a una amplia gama de adversidades en la selección, retrasos adicionales en el lanzamiento de materiales de altos rendimientos sólo pueden acortar la vida efectiva y reducir la utilidad fundamental de éstos.

5) Sistemas de multiplicación y el uso de semilla certificada: el lanzamiento de nuevas variedades es de muy poco valor sin sistemas efectivos de multiplicación y distribución de las semillas. En muchos casos, la cantidad de semilla disponible en el momento del lanzamiento de la variedad es muy pequeña para crear un efecto significativo a corto plazo. Esto puede remediarse estableciendo programas paralelos de multiplicación de semillas, especialmente durante las últimas etapas de ensayos. La disponibilidad de grandes cantidades de semillas en el momento del lanzamiento de una variedad, a menudo favorece su fácil difusión, adopción y eventual contribución a la producción. En algunos casos, un alto precio en las semillas certificadas también reduce su adopción. Es necesario que exista una diferencia razonable entre el precio de la semilla de trigo y el precio del trigo comercial, si bien esa "diferencia razonable" varía de una situación a otra.

El promedio de vida efectivo de una variedad de trigo primaveral de altos rendimientos está entre los cuatro y cinco años. Esto no significa que la variedad va a ser inútil despues de cinco años, sino que despues de cinco años los programas nacionales de mejoramiento deberían tener ya algo mejor disponible. Tal cadena de lanzamientos de variedades, cada una mejor que la anterior ("mejor" se refiere a rendimientos más altos y estables brindando mayores ganancias netas a los productores), es la única regla por la cual los programas de mejoramiento pueden medir razonablemente su éxito en la contribución al aumento de la producción nacional.

Tabla 1: Situación triguera de Sud América en un contexto global

	Período	Area (10^6 ha)		Rendimiento (Q/Ha)		Producción (10^6 ton)	
El Mundo	1934-38	168.9		9.7		167.5	
América del Sur		8.6	(5.09%)	9.6	(99%)	8.2	(4.90%)
El Mundo	1948-52	173.3		9.9		171.2	
América del Sur		6.9	(3.98%)	10.7	(109%)	7.4	(4.32%)
El Mundo	1961-65	210.5		12.1		254.4	
América del Sur		7.4	(3.51%)	13.6	(112%)	10.1	(3.97%)
El Mundo	1974-76	227.5		16.9		383.4	
América del Sur		9.5	(4.18%)	13.2	(78%)	12.9	(3.36%)
El Mundo	1980-82	238.8		19.3		461.7	
América del Sur		9.7	(4.07%)	14.3	(74.1%)	14.0	(3.04%)

Tabla 2. Producción de trigo en el Cono Sur

	Area Cosechada (1000 ha)			Rendimiento (kg/ha)			Producción (1000 MT)			Consumo (1000 MT)		
	1961-65	1974-76	1982	1961-65	1974-76	1982	1961-65	1974-76	1982	1961-65	1974-76	1982
Argentina	4916	5311	7320	1534	1603	2067	7541	8513	15130	4300	4500	4700*
Brazil	812	2981	2829	707	879	654	574	2621	1849	2731	5200	6074
Chile	753	652	374	1437	1437	1739	1082	936	650	1340	1850	1656
Paraguay	9	30*	70*	814	720	986	7	22	69	90	120	150
Uruguay	453	464	234	1027	1067	1353	465	496	316	285	424	396
Total	6943	9438	10827				9669	12588	18014	8746	12094	12976

* Estimado

Tabla 3. Población de la región del Cono Sur

	Estimaciones sobre poblacion (millones)	Incremento natural (% anual)	Poblaciones projectadas para el 2000 (millones)	Poblacion urbana
América del Sur Tropical	216.0	2.4	316.0	65
Bolivia	5.9	2.7	9.5	42
Brazil	131.3	2.3	187.7	68
Paraguay	3.5	2.7	5.5	40
América del Sur Templada	44.0	1.5	53.0	82
Argentina	29.1	1.5	34.5	82
Chile	11.5	1.6	14.7	81
Uruguay	3.0	0.9	3.4	84

Fuente: 1983 Datos de Población del Mundo del Population Reference Bureau, Inc., USA.

Tabla 4. Crecimiento y potencial de las tierras para usos agriculas (en '000 Ha)

	Tierra con cultivos permanentes o anuales 1966	1976	Aumento	Aumento %	Potencial Maximo Estimado	Potencial de Aumento	% del aumento del total mundial
Total Mundial	1418210	1491800	73590	5.19	2496000	1004200	100.00
Paises Desarrollados	659461	672857	13396	2.03	854000	181143	18.04
Paises en Desarrollo	758743	818943	60200	7.93	1642000	823057	81.96
America Latina	123558	143568	20010	16.19	586000	442432	44.06

Tabla 5. Importantes caracteristicas del mejoramiento triguero para la region del Cono Sur.

1. Altos y estables rendimientos y gran adaptacion.

2. Resistencia a enfermedades:
   a) Enfermedades que manchan la hoja: septoriosis, helminthosporiosis, royas, oidios y BYDV
   b) Enfermedades de la espiga: fusariosis y manchado de la gluma
   c) Enfermedades de las raices: pietin, podredumbre de la raiz y podredumbre del cuello

3. Caracteristicas agronomicas:
   a) Altura de planta semienana y canas fuertes
   b) Maduracion (division del ciclo en 2/3 pre-espigazon + 1/3 post-espigazon)
   c) Resistencia a desgrane

4. Resistencia a adversidades del medio ambiente:
   a) Tolerancia a la sequia
   b) Tolerancia a las heladas
   c) Resistencia al brotado

5. Resistencia a toxicidad del suelo y nutricion vegetal:
   a) Resistencia a la toxicidad del aluminio
   b) Resistencia a toxicidades de Mn + Fe
   c) Sistemas eficientes de extraccion de P

Tabla 6. Variedades de trigo con germoplasma Mejicano recomendadas en el Cono Sur, 1978-82

Argentina	1978-79:	Saira INTA, Labrador INTA, San Agustin I Buck Mechonge
	1980	Chasico INTA, Trigal 707, Trigal 708
	1981	Klein Atalaya
	1982	Buck Candisur, Klein Cartucho
	Otras comerciales:	Marcos Juárez INTA, Leones INTA, B ñ
Brazil	1978-79:	Moncho, Nambu, Pampa
	1980	Alondra 4546, Tucano, El Pato
	1981	Anahuac, Cocoraque
	1982	Candeias, Pavao
	Otras comerciales:	INIA 66, Jupateco 73, Tanori 71
Chile	1978-79:	Sonka INIA, Trisa INIA, Yecora 70, SNA-3
	1981	Victoria
	1982	Chasqui INIA, Maiten INIA, Millaleu INIA Onda INIA, Sipa INIA
	Otras comerciales:	Marienela, SNA-1, SNA-2
Paraguay	1978-79:	Itapua-25
	1982	Alondra-1, Cordilleras-3
	Otras comerciales:	Itapua-1, Itapua-5

Tabla 7. Cantidad de variedades de trigo lanzadas en el cono sur durante 1978-82

Country	1978-79	1980	1981	1982
Argentina	8 (5*)	7 (2)	2 (1)	2 (2)
Brazil	10 (3)	11 (3)	7 (2)	6 (2)
Chile	9 (4)	-	4 (1)	8 (5)
Paraguay	2 (1)	1	1	3 (2)
Uruguay	1	-	2	1

* Las figuras en parentesis indican las variedades originades en CIMMYT.

Tabla 8. Metodologias de cruzamientos comunmente usadas por los programas de trigo en la Region del Cono Sur.

1. Seleccion genealogica

2. Bulk:

   a) Seleccion Modificada
   b) Seleccion Mecanizada

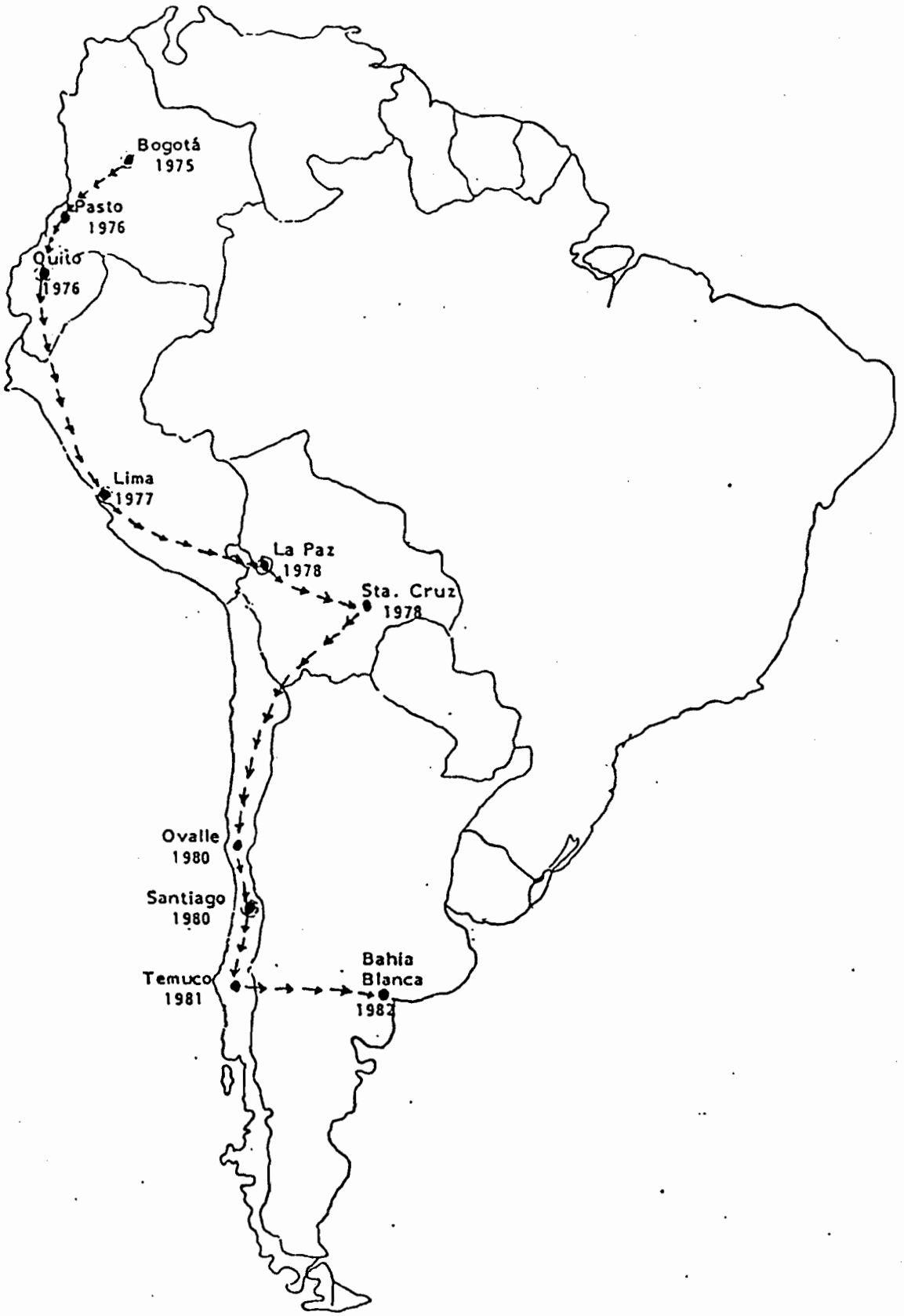
3. Metodo de retrocruza

4. Mutaciones

5. Multilineas

6. Mezclas varietales

Figura 1. Recorrido de la roya amarilla de la cebada raza 24 en America del Sur



TECNICAS DE CRUZAMIENTOS Y SELECCION PARA EL MEJORAMIENTO DE CEREALES EN LOS ESTADOS UNIDOS DE AMERICA

W. E. Kronstad

El Rol del Fitomejorador de Cereales

Los expertos en fisiología vegetal han estimado que bajo condiciones óptimas debería ser posible obtener rendimientos de veinte toneladas por hectárea de trigo. Desafortunadamente, el cultivo de cereales nunca se realiza bajo condiciones óptimas siendo el rendimiento mundial medio de trigo y cebada menos de dos toneladas por hectárea . Es obvio, entonces, que existen muchos impedimentos para la obtención de altos niveles de rendimientos, como ser adversidades ambientales y biológicas que interfieren en el logro de un rendimiento máximo de granos. El rol del fitomejorador comprende el desarrollo de variedades que sean resistentes y tolerantes a aquellos factores ambientales y biológicos que limitan la producción. Algunos de estos factores son: 1) temperaturas extremas, 2) humedad, 3) germinación en el campo cuando las lluvias se dan en período de cosecha, 4) baja fertilidad y otros problemas del suelo, 5) calidad y cantidad de luz, 6) extensión del periodo de crecimiento, 7) viento, 8) granizo, 9) contaminación del aire, 10) malezas, y 11) enfermedades y plagas. Estas adversidades de distintas características pueden darse en mayor o menor medida de acuerdo con el sistema de manejo empleado. Para lograr esto, el fitomejorador debe seguir cuatro pasos principales. El primer paso consiste en crear una variabilidad genética útil. A esto le sigue la aplicación de una correcta presión de selección de modo tal que la progenie deseada puede ser identificada entre las poblaciones segregantes. Una vez que se aisla tal progenie, el siguiente paso es la evaluación de las selecciones. El paso final consiste en la multiplicación y distribución de nuevos cultivares. Se debe enfatizar que sólo cuando las variedades son multiplicadas y distribuidas entre los productores se puede considerar que el fitomejorador ha hecho su contribución.

Principales Decisiones

Los fitomejoradores de cereales deben enfrentar dos decisiones importantes. La primera implica la identificación de la combinación más prometedora de progenitores para hibridizar, creando de esta manera la más alta frecuencia de variación genética útil. En segundo lugar el fitomejorador debe ejercer una presión de selección efectiva y desarrollar técnicas que permitan la identificación de progenie de características agronómicas superiores dentro de las poblaciones segregantes. Tanto para trigo como para cebada, el número de combinaciones híbridas posibles es casi infinito. Tal vez es aquí, más que en cualquiera de las otras etapas del mejoramiento, donde el fitomejorador debe tener conocimento de la carga genética de los posibles progenitores y de la habilidad de combinación de éstos. Generalmente esto sólo se logra con años de experiencia. En los casos de caracteres de herencia simple tales como ciertas resistencias a enfermedades, madurez y altura de la planta, la decisión es fácil y los progenitores a cruzar son obvios. En cambio, para los caracteres de herencia cuantitativa como son el rendimiento de granos y varios de los factores de calidad, la decisión es difícil. También se ha descubierto que para la obtención de una alta frecuencia de material deseable en las generaciones posteriores, es muy útil el uso de cruzas de 3 o 4 padres. Generalmente en

cruces de 3 progenitores el tercer progenitor será una variedad o selección con 1) habilidad combinatoria probada, 2) adaptación al área y 3) máxima expresión de la mayoría de los caracteres deseables. Después de decidir que cruces hacer, el fitomejorador debe tomar la segunda decisión importante que es eligir el procedimiento de selección a seguir. El tipo de selección va a depender de un numero de factores. Estos comprenden: 1) cantidad de variación genética disponible, 2) naturaleza de esta variación genética, 3) si el caracter es de herencia cualitativa o cuantitativa, 4) cantidad de caracteres a mejorar, 5) sistema de manejo del cultivo (cultivo múltiple, anual o de barbecho estival) y 6) la filosofía del mejorador de desarrollar variedades de amplia o estrecha adaptación.

Selección

La decisión respecto a si el fitomejorador puede seleccionar en las primeras generaciones (F2 y F3) o si debe esperar a seleccionar en generaciones más avanzadas, dependerá del tipo de herencia, cualitativa o cuantitativa del caracter y de la naturaleza de la acción del gen que influencia a ese caracter en particular. Los caracteres que están influenciados por pocos genes y no son demasiado modificados por el ambiente, por ejemplo color de semilla, altura de la planta y tal vez maduración, se seleccionan sin inconvenientes en las primeras generaciones porque es fácil identificar los genotipos deseados. Las selecciones tempranas, en la F2 o F3, pueden ser efectivas ya que las plantas poseen o no el caracter. Sin embargo, a veces se hace necesario el uso de técnicas especiales para identificar el material deseado entre los segregantes. Un ejemplo de esto se puede observar en el caso del desarrollo de plantas tolerantes al aluminio. En muchos países del mundo, los suelos ácidos constituyen un problema limitante de la producción de cereales. En las investigaciones realizadas en OSU en suelos ácidos se descubrió que el factor limitante era el aluminio. A partir de esto se desarrolló un método conocido como la técnica de plántulas en solución nutritiva. Las variedades de los posibles progenitores o las poblaciones segregantes se hacen germinar en una solución nutritiva durante 36 horas. Luego se transfiere este material a una solución buffer que contiene concentraciones específicas de aluminio. Después de esta exposición frente a dicha adversidad ambiental se transfiere nuevamente a una solucion nutritiva o "feliz". Después de 36 horas, las plántulas se evalúan en base a su habilidad para reiniciar el crecimiento de las raíces. Se facilita así la identificación de las plantas tolerantes, las que se transplantan en el campo para seleccionarlas por otras características. La tolerancia a la toxicidad causada por el aluminio se menciona en la literatura como un caracter heredado cuantitativamente. En cambio, usando esta técnica de la solución, se encontró que el control genético de esta tolerancia es de herencia simple con la participación de 1 o 3 genes. Dicha técnica puede emplearse para otros caracteres donde exista una gran interacción ambiente-genotipo que dificulte la identificación de los tipos deseados, especialmente a campo.

El rendimiento en grano es un caracter heredado cuantitativamente en el cual la variación es continua y esta influenciada tanto por factores genéticos como por factores del ambiente. En este caso se hace más difícil identificar las combinaciones de padres mas prometedores que daran la mayor frecuencia de material deseado. Además es más difícil identificar las plantas de mayores rendimientos en las generaciones tempranas. Entonces, cuando se cruza y selecciona para máximo rendimiento en grano se debe desarrollar una estrategia diferente. Frecuentemente la selección se retrasa hasta la F5 o F6 en las

cuales se pueden establecer ensayos comparativos de rendimiento con el fin de determinar el rol del ambiente. Uno de los enfoques usado en el mejoramiento para la obtención de variedades de máximos rendimientos es el de observar los componentes del rendimiento como ser: peso del grano, número de granos por espiga, número de macollos por plantas e incluso altura de la planta. Se ha mencionado que las plantas de un solo tallo tal vez podrían representar al tipo deseado, sin embargo otros consideran que la capacidad de macollar del trigo y cebada es un mecanismo de adaptación muy útil, especialmente en el caso de condiciones ambientales desfavorables. El desarrollo de trigos semienanos ha sido un factor importante en el incremento de la productividad de rendimiento. Muchos mejoradores piensan que tal vez la espiga es la clave para incremetar la productividad, a través de una espiga más fértil, lo que significaría más granos por espiguillas o más granos por espigas de mayor peso. Una de las desventajas cuando se observan los componentes del rendimiento es que si se usa una regresión paso a paso por ejemplo un análisis de coeficiente de sendero se pueden ver las correlaciones negativas entre los componentes, como sería el caso de números de granos y peso del grano. Esto significa que si el fitomejorador selecciona por el número de granos, el peso de los mismos podría reducirse siendo entonces nulo el progreso en el incremento del rendimiento de granos.

Otro aspecto de importancia para el fitomejorador consiste en el desarrollo de distintos tipos de resistencia genética contra varios patógenos. Cuando existen muchas razas fisiológicas distintas de una misma enfermedad se ha sujerido la necesidad de una resistencia horizontal o generalizada o un tipo de resistencia más duradera. Historicamente, los fitomejoradores han tenido en cuenta los genes mayores como fuentes de resistencia los cuales estan considerados, generalmente, como de herencia vertical o cualitativa. Una de las desventajas del uso de resistencia generalizada es la dificultad en la selección de los tipos deseados en las poblaciones segregantes. Otra forma de crear tolerancia a enfermedades es por medio de enfoques no genéticos. En el caso del pietín (Gaeumannomyces ophibolus gramini) donde no se han identificado fuentes de resistencia se ha descubierto que el ion Cl le confiere tolerancia a la planta frente a esta enfermedad. Esta tolerancia parecería estar asociada con una mejor absorción de agua y con el mantenimiento del balance deseado entre NH+4 y NO-3. También se dá en esta enfermedad lo conocido como decadencia del pietín. Esta decadencia ha sido asociada con el incremento de cierta bacteria la cual parecería reducir el inóculo del hongo. Se ha mencionado que probablemente en el futuro seria posible pre-inocular las semillas de trigo con la raza deseada de bacteria para reducir la cantidad de inóculo de un patógeno perjudicial. Esto es por supuesto, un enfoque intrigante y fascinante del control biológico de enfermedades.

Habilidad Combinatoria

El uso de varios modelos biométricos con el propósito de determinar la naturaleza de la variabilidad genética que controla a un determinado caracter es otro enfoque disponible, en el cual se usan tanto los componentes del rendimiento como el rendimiento de granos per se. La naturaleza de la variación genética puede separarse aquí, para un determinado caracter, en los genes que son aditivos y en los que se comportan como no aditivos. Ya que el fitomejorador de especies autógamas puede utilizar en la selección solamente la parte aditiva de la variancia genética total, es importante conocer que proporción de la variación genética total se debe a la acción de tipo aditiva de un gen para un caracter dado. Existen muchos modelos distintos en biometría

que el fitomejorador puede usar para separar las variancias genéticas. Uno de esos modelos, que se sugiere aquí, implica el uso del análisis de la habilidad combinatoria. Con este método se puede separar la variación genética para un caracter en particular en la habilidad combinatoria general (HCG) y en la habilidad combinatoria específica (HCS). Generalmente se considera que la HCG es una medida de variancia genética aditiva mientras que la HCS refleja los factores genéticos de comportamiento no aditivo. Ya que el fitomejorador de especies autógamas está principalmente interesado en la parte aditiva, la estimación de HCG es la más significante. En el caso de HCG, no sólo es posible serparar las variancias genéticas en sus partes aditivas y no aditivas, sino que también se pueden identificar las contribuciones relativas de cada línea parental por sus contribuciones en la HCG y en la HCS para un caracter dado. Generalmente en este enfoque se utiliza un cruce dialélico. Como desarrollar cruces dialélicos lleva una gran cantidad de tiempo, se pueden utilizar testigos que hayan demostrado tener una buena HCG evitando de esta forma tener que hacer tantos cruces. Se ha demostrado que en cruces simples y en cruces de 3 y 4 líneas, el uso de HCG es una manera de identificar progenitores que cuando se cruzan en combinaciones adecuadas elevan la proporción de descendencia deseada. Por ejemplo cuando se cruzan dos padres que poseen ambos un alto efecto de HCG, las generaciones subsiguientes van a tener una mayor proporción de progenie de altos rendimientos que cuando se cruzan padres de medio o bajo efecto de HCG. Por consiguiente, HCG podría ser un medio muy útil para identificar las líneas parentales más prometedoras para caracteres de herencia cuantitativa por ejemplo rendimiento de granos.

Métodos de Cruzamiento

Los fitomejoradores de los Estados Unidos emplean varios métodos distintos sobre las poblaciones segregantes. Probablemente el genealógico (pedigree), o una modificación de este, sigue siendo el más común. Sin embargo algunos programas han pasado al sistema de 1 semilla/ planta (single seed descent system), donde se saca 1 semilla / cada planta hasta que se llega cerca de la homocigosis en la F5 o F6. Luego las progenies de cada planta se multiplican y se ponen en ensayos comparativos. La selección por caracteres cuantitativos, donde es difícil seleccionar en las generaciones tempranas, se podría hacer más fácil por medio de este método. Sin embargo, cada método tiene sus ventajas y desventajas. Un método usado en OSU, en las poblaciones segregantes del programa de cebada, es el que se conoce como bulk modificado. En este método se selecciona una espiga(s) de plantas individuales con fenotipos deseados en las generaciones F2. En las F3 se siembran cada una de las espigas en surcos separados (head rowed). Durante la cosecha, los surcos que resultaron superiores se juntan individualmente y se conocen como líneas elites. Otros surcos (head rows) que parecen prometedores y que tienen fenotipos semejantes son recolectados juntos (bulked) para formar las líneas masales modificadas (modified bulk lines). Entonces, en la F4 estas poblaciones estan en ensayos de rendimiento. En las F5 y F6, se pueden conducir ensayos territoriales de rendimiento para lograr una evaluación de la interacción del genotipo con el ambiente. Esas poblaciones aparentemente superiores pueden ser plantadas de nuevo por el método de espiga/hilera para logra un fenotipo más uniforme y una mayor evaluación. Este procedimiento le permite al fitomejorador realizar muchos cruces y manejar poblaciones de gran tamaño con pocos recursos.

El método que emplea un mejorador, ya sea el genealógico, bulk, bulk modificado o alguna modificación de estos, depende de los objetivos del programa, de los

recursos disponibles y de la confianza que el fitomejorador le tenga a cierto método.

Otros Enfoques

Una de las preocupaciones que ha surgido es la de si existe suficiente variabilidad genética en trigo o cebada para aún lograr incrementos en el rendimiento de granos, o si ya se alcanzó un plateau para rendimientos. Se estan investigando varias maneras para incrementar la cantidad de variabilidad genética util. Una de ellas implica el cruce sistemático de trigos invernales x trigos primaverales. Este programa en el que participan el CIMMYT y OSU dirige sus esfuerzos para probar en una forma muy sistemática el pool genético entre trigos primaverales y trigos invernales. En el CIMMYT/ Méjico se hacen los cruces iniciales de trigos invernales por primaverales, y las subsiguientes F1 se retrocruzan con los trigos primaverales, de esta manera se transfieren los buenos factores genéticos de los invernales a los trigos primaverales. Las mismas F1 se cultivan en Oregon y son retrocruzadas con trigos invernales. En este Estado se evaluan por esos caracteres deseados en variedades que se cultivan bajo condiciones facultativas o invernales. Despues de su identificación, los materiales más prometedores son enviados a varios cooperadores a través de la distribución de nurseries internacionales. O sea que CIMMYT difunde el germoplasma de los trigos primaverales y OSU difunde el material de invierno y facultativo.

Otro método usado es el desarrollo de poblaciones por Selección Recurrente Facilitada (Facilitated Recurrence Seleccion) por medio del uso de genes dominantes y recesivos androestériles. Usando esta técnica, actualmente es posible desarrollar un alto grado de polinización cruzada en especies que normalmente se autopolinizan. O sea que utilizando estos genes de androesterilidad y realizando una selección recurrente es posible acumular una mayor cantidad de factores genéticos favorables.

Aún existe otra manera de aprovechar la variabilidad genética, y es el desarrollo de trigos híbridos. Desgraciadamente desde el descubrimiento en 1960 del mecanismo de restauración, el trigo híbrido no ha pasado a ser un factor importante en la producción triguera. Esto se debe en parte a que los genes no proveen fertilidad adecuada bajo distintas condiciones del medio ambiente, y al progreso logrado en el desarrollo de cultivares de altos rendimientos con métodos tradicionales. Recientemente se ha encontrado que otras dos fuentes de citoplasma, Aegilops kotschyi y Aegilops variabilis, son menos específicas con respecto a los genes restauradores que el citoplasma de Triticum timopheevii, de gran difusión. Aunque parecería que se podría renovar el interés en los trigos híbridos basados en estos citoplasmas, aparecen otros problemas. Actualmente una compania privada, Cargill, tiene trigos híbridos en producción comercial que se ven prometedores en algunas áreas del Medio Oeste de los Estados Unidos. También existe un gran interés en el desarrollo de gametocidas químicos lo que le evitaría al fitomejorador tener que desarrollar citoplasma androestéril y líneas de restauración. Si los trigos híbridos serán una realidad o no, aún no se ha determinado. Si se pudieran desarrollar buenos híbridos, le permitiría al fitomejorador de autógamas utilizar tanto la parte aditiva como la no aditiva de la variancia genética total. Además, si los gametocidas resultan satisfactorios, seran herramientas de gran valor para programas de selección recurrente.

Biotecnología

Otros enfoques que podrían estar disponibles para el fitomejorador son: 1) cultivo de anteras, 2) hibridación somática, 3) cultivo de meristemas y 4) recombinación de ADN.

El fitomejoramiento es un juego de números y probabilidades. En todos los programas productivos se hacen muchas cruzas y se cultivan grandes poblaciones segregantes. Otra forma ha sido la del cultivo de polen o anteras. Sin embargo a pesar de los esfuerzos substanciales en esta técnica de duplicar el grano de polen y alcanzar homocigosis, los ejemplos que se pueden citar con resultados satisfactorios son muy pocos. En el caso de hibridaciones somáticas, se eliminan las paredes celulares dejandose al descubierto los protoplasmas de tal manera que los núcleos de especies genéticamente distintas puedan unirse. Desgraciadamente, en subsecuentes generaciones a menudo se encuentran pérdidas de cromosomas siendo muy difícil lograr la estabilización de este material. El cultivo de meristemas es una técnica a la que también se le está prestando mucha atención. En nuestro laboratorio hemos podido regenerar plantas de trigo y cebada a partir de tejido escutelar calloso. Se cultiva este tejido calloso en una solución nutritiva en la presencia de una hormona como el 2,4 D. Cuando se elimina la presencia del 2,4 D , ocurre la diferenciación con el desarrollo de las raíces y de la parte aérea. Lo interesante ha sido la gran cantidad de variación que se obtuvo de un tejido calloso proveniente de una variedad homocigota. Con el análisis citológico de las células madres de polen se ha identificado, en algunas ocaciones, aberraciones cromosómicas inducidas por este tratamiento. Esto parecería de utilidad para someter grandes cantidades de células individuales a factores limitantes o posibles stresses del ambiente. Por ejemplo podría ser posible el cultivo de callo en medios con deficiencias en lisina e identificar esas celulas capaces de producir lisina. Para los casos donde la presión de selección se pueda aplicar en el medio nutritivo, sería posible identificar otros factores, como se realiza con microorganismos. Sin embargo, cuando se habla de cosas como tolerancia a la sequía o herbicidas, se debe reconocer que existen otros factores necesarios para un nuevo cultivar, entonces estas técnicas podrían estar limitada a atributos específicos.

Existe actualmente un gran entusiasmo con los trabajos de recombinación de ADN. Se han citado varias ventajas que podrían usarse en mejoramiento vegetal. La primera ventaja es la incorporación de un nuevo gen sin la segregación de otros caracteres deseados, ya fijados en el genotipo. En segundo lugar, se necesitaría sólo una generación para fijar el genotipo deseado. En tercer lugar, se podrían desarrollar fácilmente y en un muy corto tiempo, líneas isogénicas. Finalmente, dicha técnica sería muy apropiada para la realización de estudios genéticos. Por ejemplo, se podría identificar una especie con resistencia a la enfermedad conocida como pietín, donde no se ha encontrado resistencia genética en trigo. Utilizando enzimas específicas sería posible partir y aislar aquella porción de ADN o gen que transporta esta resistencia proveniente de la especie exótica. Luego se transmite este gen de resistencia a alguna forma de vector, por ejemplo un plasmid bacterial. Esto puede utilizarse luego para infectar la planta de trigo que formaría como una agalla de la corona ("crown gall") en la que los genes de resistencia van a insertarse en los cromosomas de las células de la agalla. Luego se puede aislar callo de esta formación y se regeneran plantas completas por medio de la técnica de cultivos de meristemas. Así, todas las celulas llevarían el gene de resistencia. Se ha encontrado que este sistema ha dado resultado en el caso de dicotiledóneas, especialmente en

tomate, donde se ha utilizado como vector Agrobacterium tumefaciens. Desafortunadamente, en el caso de gramíneas no existe tal mecanismo, y se estan buscando otras maneras. Los fitomejoradores deben evaluar estos métodos nuevos, sin embargo los incrementos en la producción de alimentos en el futuro cercano seran el resultado de programas convencionales de fitomejoramiento y de mejoras en las prácticas de manejo, y esto continuará siendo así. La nueva tecnología, por ejemplo, la recombinación de ADN va sólo a proveer una nueva herramienta para el fitomejorador.

Cuando se considera que cada año, 70 millones más de personas desayunan con nosotros, se hace imperativo el uso de todas las herramientas que el mejorador tenga a su alcance. El desafío para los fitomejoradores y agrónomos es muy claro. Tenemos la obligación de enfrentar este desafío ya que de existir paz en el mundo algun día, las alternativas son inaceptables.

CALIDAD INDUSTRIAL Y COMERCIAL DEL MATERIAL DE LOS PLANES DE MEJORAMIENTO DEL INTA Y SU RELACION CON LOS MERCADOS INTERNOS Y EXTERNOS

E.E. Tombetta

I. Introducción

El presente informe se ha preparado para dar un panorama general sobre la calidad del trigo argentino a nuestros amigos del exterior que hoy nos visitan.

Comenzaremos con una breve historia sobre la calidad del trigo basada en publicaciones de los Ings. Agrs. Enrique Klein, José Buck, Rodolfo Gaffera, Dr. Juan Haertlein y otros que dedicaron gran parte de su vida al mejoramiento y a la industria de este cereal.

En segundo término veremos algunos aspectos sobre la calidad de las variedades obtenidas por el INTA y del material de crianza del Programa Nacional de Mejoramiento del INTA frente a la demanda de los mercados internos y externos.

Por último, algunas consideraciones sobre ciertas prácticas que son complementarias de la Fitotécnia para mejorar la calidad de nuestra producción triguera como la fertilización nitrogenada, manejo y almacenaje de la cosecha etc.

II. Evolución de la calidad del trigo argentino y de los mercados consumidores

El nivel de calidad del trigo argentino ha tenido variaciones bien marcadas en sucesivas etapas del mejoramiento, si se considera un siglo de producción en nuestro país.

Desde la introducción de las primeras poblaciones, a fines del siglo pasado, hasta comienzos del actual, la calidad fue de tipo intermedio, trigos de relleño que se exportaba a Europa sin inconvenientes.

Posteriormente la fitotécnia fue produciendo modificaciones pronunciadas de la calidad de nuestra producción triguera. Gráfico 1.

Al principio, teniendo como objetivo principal aumentar los rendimientos, se descuidó la calidad, y en 1920 los nuevos cultivares hicieron peligrar nuestras exportaciones creando también, reclamos en el mercado interno.

A mediados de la década del 20 se orientó la fitotécnia hacia la obtención de trigos duros. Se introdujeron en los programas de mejoramiento las primeras variedades extranjeras, entre ellas Marquis. En 1935 fue creada la "Ley de Granos" que le dio impulso a la calidad preferentemente y en 1950 se reglamentó la bonificación a los trigos de tipo duro. Continua así una etapa ininterrumpida de mejoramiento de la calidad, que culmina a fines de la década del 60 después de haber logrado variedades extraordinarias por su valor corrector a mejorador requeridas desde años atrás por el mercado europeo.

Con la incorporación del germoplasma mexicano en los programas de mejoramiento del país y la de los trigos invernales, se produce una disminución de la calidad, pero a niveles controlables y aceptables para el mercado consumidor actual, sobre todo el externo.

En el pasado, los países desarrollados, en especial los del MCE eran fuertes importadores de trigo de alta calidad, como los de primavera del Norte de EEUU, Canadá y Argentina. Hoy los requerimientos de esos países son más limitados y sólo necesitan trigos correctores para mejorar los de su producción, bastante inferiores a los nuestros.

Los principales mercados de Europa han dejado de ser compradores importantes para nuestro país y el grueso de nuestra producción - más del 80% - se orienta a países socialistas, o bien en desarrollo como los países latinoamericanos, donde la exigencias de calidad son muy distintas. La mayoría solo requiere trigos de calidad intermedia, es decir trigos panificables con niveles de proteínas del 11.0 a 11.5%. Cuadro 2.

Cuadro 2: Exigencias de calidad de los principales de mercados del trigo

P A I S	P H	Humedad %	Cuerpos Extraños %	Proteinas %	Chuzos Quebr. %
URSS	78	14.0	2	11.0	
CHINA	78	13.5	1	11.5	
IRAN	78	13.0	0.6	11.5	1.5
IRAK		14.0		11.0	
ARGELIA	77	12.0	0.3	11.0	1.3
BRAZIL (latin.)	78	13.0	1.0	11.0	4.0
MCE				13.5	
JAPON				13.0	
ARGENTINA (int.)	76	14.0		12.5	

JNG y sector privado export.

El mercado interno, que en los últimos años estuvo absorbiendo más del 60 % de la producción, es en la actualidad el más exigente con respecto a calidad. De manera que, orientando la selección a satisfacer sus necesidades se logra un nivel de calidad que cubre holgadamente la demanda del mercado externo.

Cabe mencionar también que el mercado internacional de trigo evoluciona constantemente pasando de los trigos correctores a trigos de panificación

directa y últimamente se ve que los requerimientos de trigos tipo "soft" son cada vez mayores, llegándose en los últimos años a comercializar alrededor del 25 %. Canadá, por otro lado, que ha defendido por más de un siglo la alta calidad de sus trigos, acaba de aprobar para el gran cultivo variedades de tipo Semi-Duro, adaptándose de esta manera a la evolución de los mercados externos.

III. Calidad de las variedades de trigo logradas en los programas de mejoramiento del INTA y estado actual del material avanzado.

Considereremos las variedades obtenidas en la última década, es decir, en las que interviene principalmente el nuevo germoplasma de origen mexicano y las más recientes donde participa también el de los trigos invernales.

Los programas de mejoramiento se han orientado de manera que las nuevas variedades satisfagan tanto los intereses de la molinería argentina como las exigencias de los mercados externos, lograndose un nivel de calidad de la producción actual ligeramente inferior a la tradicional.

En el Cuadro 1, se ha tratado de ordenar en forma comparativa, de acuerdo a su calidad comercial e industrial, un grupo de variedades "tradicionales" y otro de las "nuevas" con germoplasma mexicano obtenidas por el INTA, algunas de ellas de notable difusión en los últimos 20 años.

Se podría extraer como conclusión del cuadro mencionado que, sobre una "calidad máxima" de 100, el conjunto de las variedades actualmente difundidas, estaría dentro de un valor aproximado a 70.

El nivel logrado satisface la demanda de ambos mercados y actualmente no haría falta producir trigos correctores o mejoradores con valores de 90 de calidad, como se requerian una década atrás. Cuadro 1.

El objetivo de los actuales planes de mejoramiento es mantener en las futuras variedades el nivel de calidad existente. En los Gráficos 2, 3, 4, 5 y Cuadros 3 y 4 se puede apreciar algunos índices que reflejan el nivel de la calidad comercial e industrial de líneas avanzadas de los ensayos Preliminares y las próximas a inscripción incluídas en los Regionales que se conducen en distintas Estaciones Experimentales. En general todo el material es evaluado comparativamente a una de las variedades más difundidas y representativa de la calidad deseada, como lo es Marcos Juárez INTA.

Se han agregado en los histogramas y cuadros mencionados los valores de rendimiento para una mejor interpretación de la calidad.

Las líneas próximas a ser inscriptas como variedades, LAP 878, LAJ 2532, LAJ 2486 (de ciclo corto) y LAJ 2514 (de ciclo intermedio), reflejan el potencial de rendimiento que poseen cuando el medio ambiente es favorable, observándose a su vez que los valores de calidad son muy satisfactorios. Cuadro 3.

IV. Perspectivas sobre la calidad de las futuras variedades y de la producción triguera argentina.

Los programas de mejoramiento actuales, continúan su labor de selección y obtención de nuevas variedades considerendo las pautas generales que determina la Junta Nacional de Granos, sobre el tipo de trigo que debe producir nuestro país de acuerdo a la demanda interna y externa.

El proceso de obtención de nuevas variedades es lento y los fitotecnistas necesitan conocer o estar orientados con mucha anticipación de la evolución o perspectivas de la demanda de los mercados internacionales.

Los cambios decididos al comienzo de la década del 60 en los programas de mejoramiento, al introducir germoplasma mexicano, orientados más hacia el rendimiento que la calidad, dieron como resultado las nuevas variedades, hoy difundidas en el gran cultivo y que responden ampliamente a la demanda actual de los nuevos mercados. El objetivo, a ese momento, fue incrementar la producción y mantener los niveles de calidad logrados, pero los resultados fueron mas favorables hacia el rendimiento de los nuevos cultivares.

Sin embargo cabe destacar que el promedio de la calidad de las cosechas de la última década (12,5 % proteina) donde participa más del 80 % del germoplasma mexicano, estuvo superando notablemente las exigencias de los actuales mercados externos (11.0-11.5%).

Tanto los programas oficiales como privados continuan orientando sus trabajos hacia el rendimiento, poniendo énfasis en una mejor adaptación y ciclo más prolongado, recurriendose para ello al germoplasma de trigos invernales que son en general de calidad algo inferior a los primaverales.

En una nueva revisión de los programas de mejoramiento argentino además de reajustar las características agronómicas mencionadas de las nuevas variedades, es posible que se contemple con detenimiento la demanda cambiante de los mercados internacionales.

A breve plazo, además, nuestro país debería orientar el manejo de la cosecha a una clasificación o segregación de la misma de acuerdo al contenido proteico, como se efectua en aquellos países que son fuertes competidores en la exportación.

A nivel oficial y privado se esta efectuando una revisión de las normas actuales de tipificación. Esto sin duda promoverá una mejor clasificación por calidad de nuestras cosechas para satisfacer los requerimientos de los distintos mercados, siempre que en el futuro se contemple una mayor capacidad de almacenaje. Además la Junta Nacional de Granos ha propuesto el tipo comercial a la que debería ser orientada nuestra producción triguera. Para ello, teniendo en cuenta que el tipo duro se aproxima al 100 % de la producción total del país, propone que se establezca un "tipo único" panificable, excluyendo al tipo Semi-Duro que prácticamente esta desapareciendo.

No debemos olvidar que actualmente el mercado más exigente con respecto a calidad es el interno, de manera que logrando una producción que no genere problemas al mismo, tampoco lo tendremos en el de exportación, por cuanto los trigos de panificación directa son aceptados a nivel internacional.

Por otro lado, para mantener un nivel de calidad adecuado en nuestro país es indudable que se debe recurrir a otros medios además de la fitotécnia. La práctica de la fertilización nitrogenada y fosfórica ha evolucionado muy lentamente en nuestros cultivos. Mientras extensas zonas del área triguera presentan tierras muy agotadas debido a la monocultura, se han tomado pocas medidas para controlarla y esto trae aparejado una disminución paulatina de la calidad industrial de nuestras cosechas, que se acrecienta aún más, cuando aumentan los rendimientos unitarios.

Teniendo en cuenta a los principales países productores y exportadores de trigo en el mundo - que tambien desarrollan cultivos extensivos como el nuestro - vemos que el consumo de fertilizantes por hectárea cultivada, es mucho más elevado. Estados Unidos de Norteamérica consume anualmente más de 100 kg/ha, Canadá casi 40, Australia cerca de 25 y Argentina apenas 2 kg/ha.

La fertilización nitrogenada - en condiciones climáticas normales - mejora simultáneamente el rendimiento y la calidad de la producción triguera. Gráfico 6. Pero en años de clima muy favorable, la capacidad de rendimiento de las nuevas variedades se expresa en todo su potencial y, consecuentemente, la calidad resulta afectada. Tal es el caso de la cosecha 1975/76 y en mayor grado la de 1982/83, donde el nivel de fertilidad de los suelos, no fue suficiente para compensar el requerimiento de nitrógeno de la elevada producción de granos por unidad de superficie, haciendo caer notablemente su contenido proteico. En esta última, casi el 50% de la producción no alcanzó el valor mínimo, base de la comercialización, de 11.0 % de proteina. Gráficos 7 y 8.

Se estan llevando en nuestra Estación Experimental y otras del INTA, ensayos con aplicaciones fraccionadas de nitrógeno durante el macollaje y espigazón-floración similares a los que se conducen al oeste de EEUU y Australia.

Otro problema de la calidad de nuestra producción triguera, está relacionado al manejo de la misma. El stock genético que garantiza un nivel de calidad adecuado es afectado mediante el secado artificial del grano con temperaturas excesivas que destruyen las propiedades del gluten. Por ello los factores de calidad comercial delimitados en los standard de Tipificación, no siempre cubren adecuadamente los requisitos de los molinos. Actualmente se está analizando la conveniencia de introducir algunas modificaciones especialmente en el sentido de ser mas estrictos en la práctica de secado y almacenaje del grano.

En las regiones de doble cultivo trigo-soja, hay una tendencia de anticipar la cosecha del primero para adelantar la siembra de esta última. Datos recientes de la JNG indican que más del 30% de la producción de la última cosecha se ha pasado por secadoras, llegando en algunas zonas a tratarse el 50%, con los daños mencionados.

Conclusión

El nivel de calidad del trigo argentino ha tenido variaciones bien marcadas en sucesivas etapas.

Desde la introducción de las primeras poblaciones, a fines del trigo pasado, hasta comienzos del actual, la calidad fue de tipo intermedio, trigos de relleño que se exportaban a Europa sin inconvenientes.

A comienzos de la década de 1930 se orientó la fitotecnia hacia la obtención de trigos duros, incentivada en 1935 con la creación de la Ley de Granos. Comienza asi una etapa ininterrumpida de mejoramiento de la calidad que culmina hacia fines de la década del 60 con variedades extraordinarias en este aspecto.

Con la incorporación del germoplasma de origen mexicano, de alto potencial de rendimiento y, últimamente, con la introducción de trigos invernales se produce, una disminución de la calidad, aunque a niveles controlables y aceptables para el mercado consumidor actual.

Los programas de mejoramiento, tanto oficiales como privados, continúan orientando sus trabajos hacia el rendimiento de los nuevos cultivares. Sin descuidar en ningún momento los requerimientos de los distintos mercados, a pesar de existir material valioso por su capacidad de producción, pero de calidad poco satisfactoria.

Por último, se destaca la necesidad de complementar los trabajos de fitotécnia, mediante el incremento de la fertilización nitrogenada de los suelos para mejorar los niveles de calidad, la clasificación de la producción por contendio proteico y un estricto control del manejo, secado y almacenaje de las cosechas para no malograr lo que se ha conseguido tras largos años de selección.

Bibliografia

Dussel, F.G., Maneiro, R.M. y Tombetta, E.E. - Reunión de intercambio de información sobre la producción de trigo entre tecnicos del MAG, de la JNG y del INTA. 1981. SEA y GN. INTA.

Tombetta, E.E., Viale, J.A., de Redondo, M.C., Novello, P., Bonel, J., Legasa, A. y Senigagliesi, J.C. - Influencia de la fertilización en la calidad comercial e industrial del trigo. 1983 (en prensa Bolsa de Comercio de Rosario).

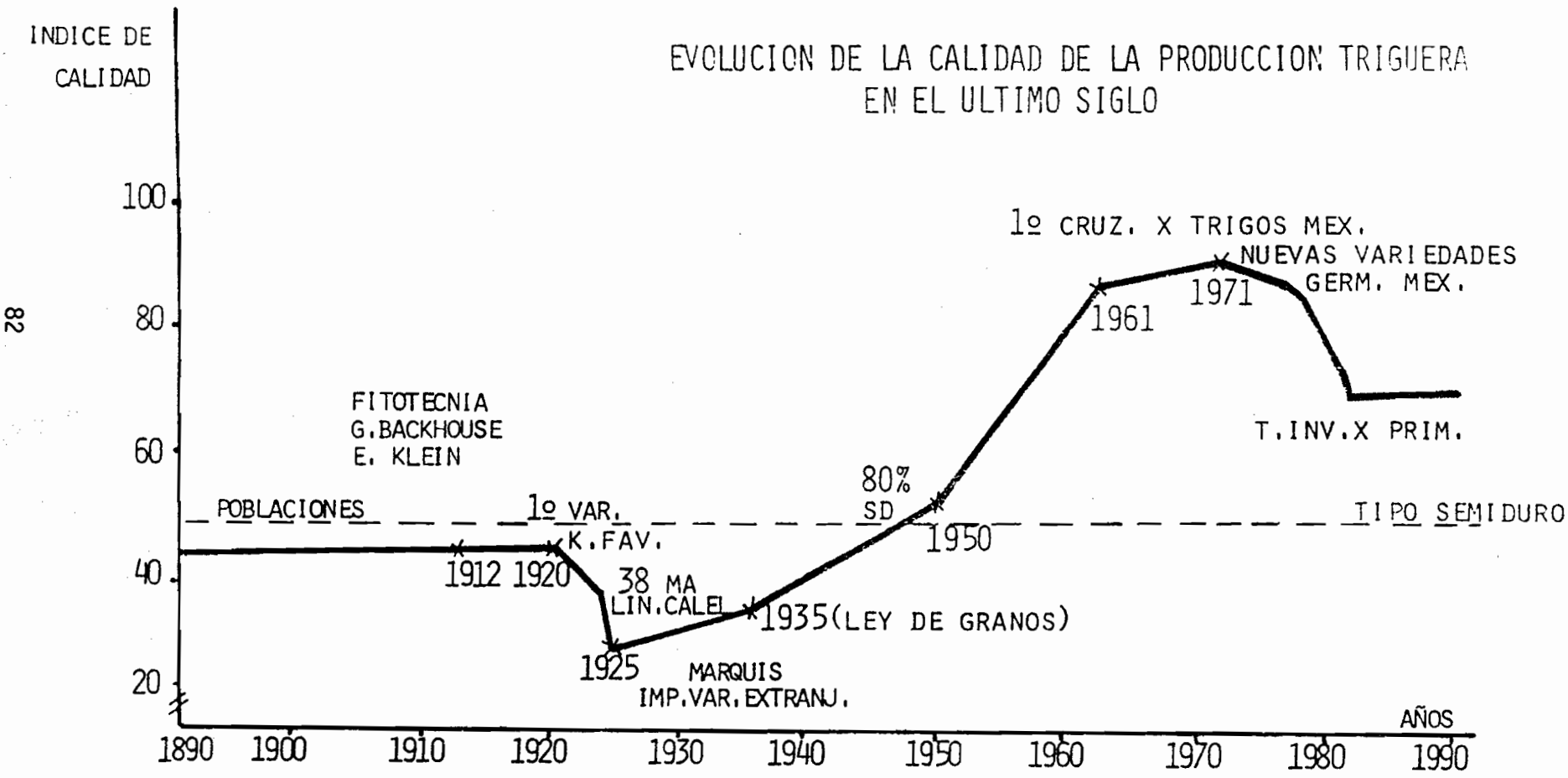
Tombetta, E.E., Tosi, E., Moro, M., Colomar, L., Regunaga, M. - Reunión técnica sobre calidad de trigo. 1983. Asociación Ings.Agrs. de Pergamino.

Haertlein, Juan. Evolución de la calidad comercial, molinera y panadera de los trigos argentinos frente a las exigencias del mercado interno e internacional. 1958. De la "Revista Argentina de Agronomía", Tomo 25, Nº 3, pag. 115.

Simposio del trigo. 1969. Academia Nacional de Agronomía Buenos Aires.

Coscia, Adolfo. Economía del trigo. 1983 (en prensa EERA Pergamino).

GRAFICO : 1



BEST AVAILABLE COPY

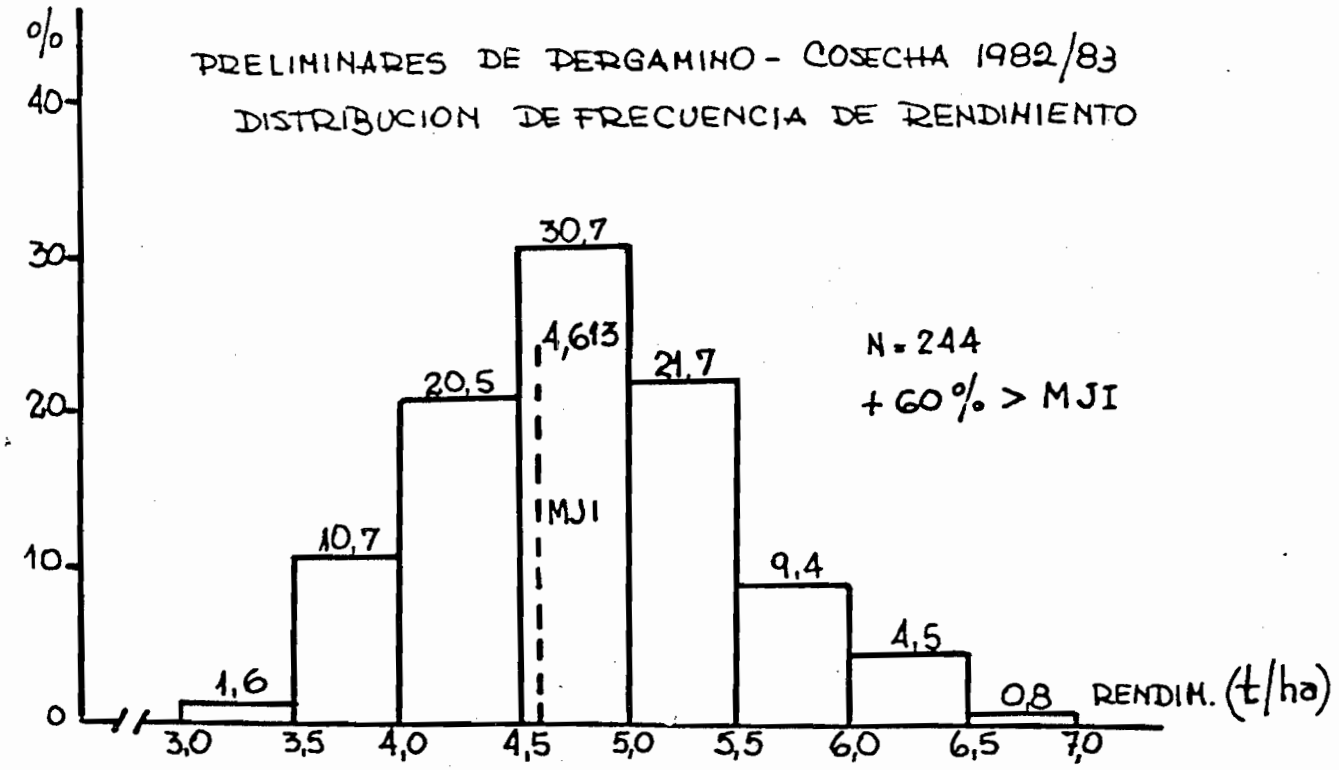
CUADRO 1:

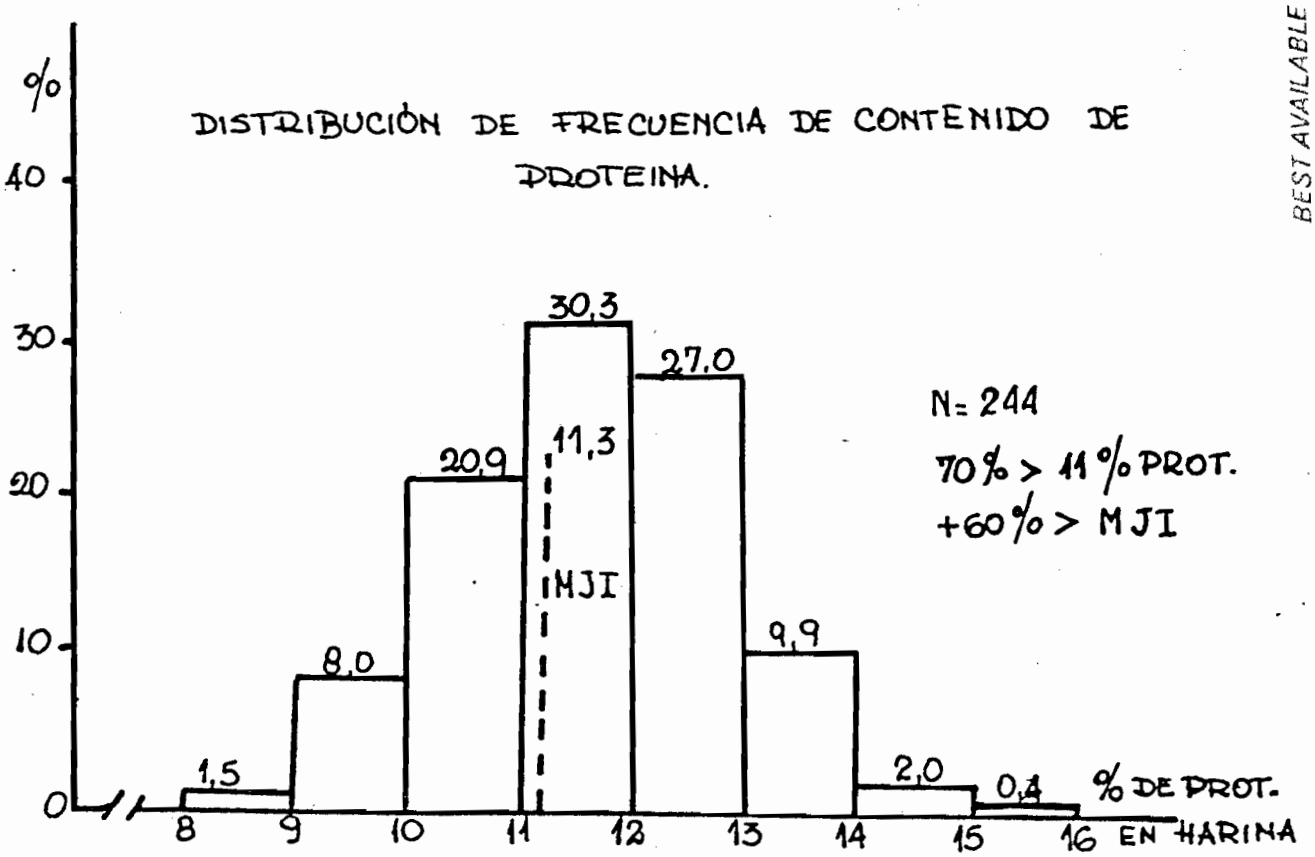
CALIDAD : RANKING TENTATIVO DE VARIEDADES DE TRIGO PAN

VARIEDADES	VARIEDAD	INDICE DE CALIDAD EVALUACION *
	TIPO DURO:	
TRADICIONALES	KLEIN TOLEDO	A, 90
	BORDENAVE PUAN	A, 90
(CRIADEROS OFICIALES Y PRIVADOS)	VILELA MAR	A, 90
	EL GAUCHO F.A.	A, 90
	MASSAUX № 5	A, 90
	KLEIN ATLAS	A, 85
	PIAMONTES INTA	A, 85
NUEVAS	SAIRA INTA	B, 80
	SAN AGUSTIN INTA	B, 80
(CON GERMOPLASMA MEXICANO)	CALDEN INTA	B, 80
	• VICTORIA INTA	B, 80
	• DIAMANTE INTA	B, 75
(CRIADEROS DEL INTA)	• MARCOS JUAREZ INTA	B, 70
	LAS ROSAS INTA	B, 65
	• LEONES INTA	B, 65
	SURGENTES INTA	B, 60
	CHASICO INTA	B, 60
	CHAQUEÑO INTA	B, 60
	TIPO SEMI-DURO	
	P. PARANA INTA	B, 80

* ESCALA TENTATIVA ASIGNANDOLE VALOR 100 A LA VARIEDAD IDEAL EN LO QUE RESPECTA A CALIDAD COMERCIAL E INDUSTRIAL

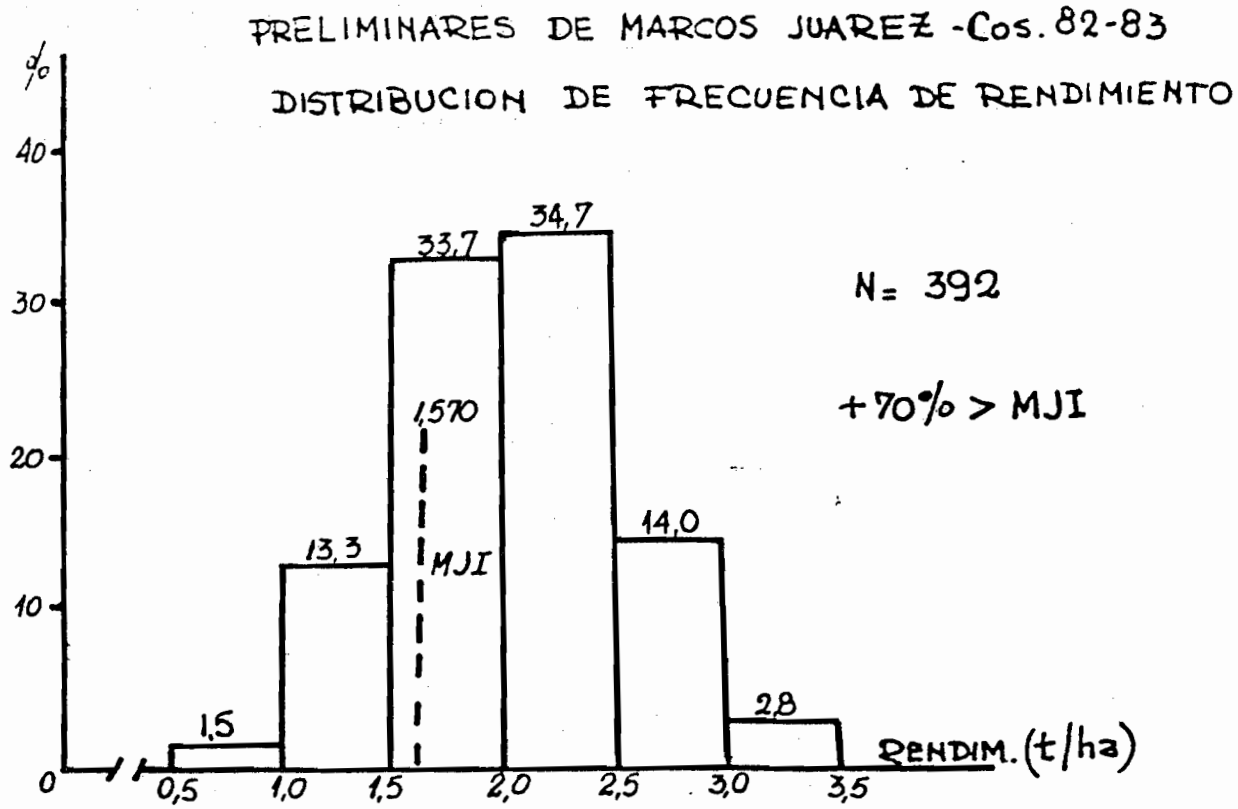
GRAFICO : 2





BEST AVAILABLE COPY

GRAFICO : 3



BEST AVAILABLE COPY

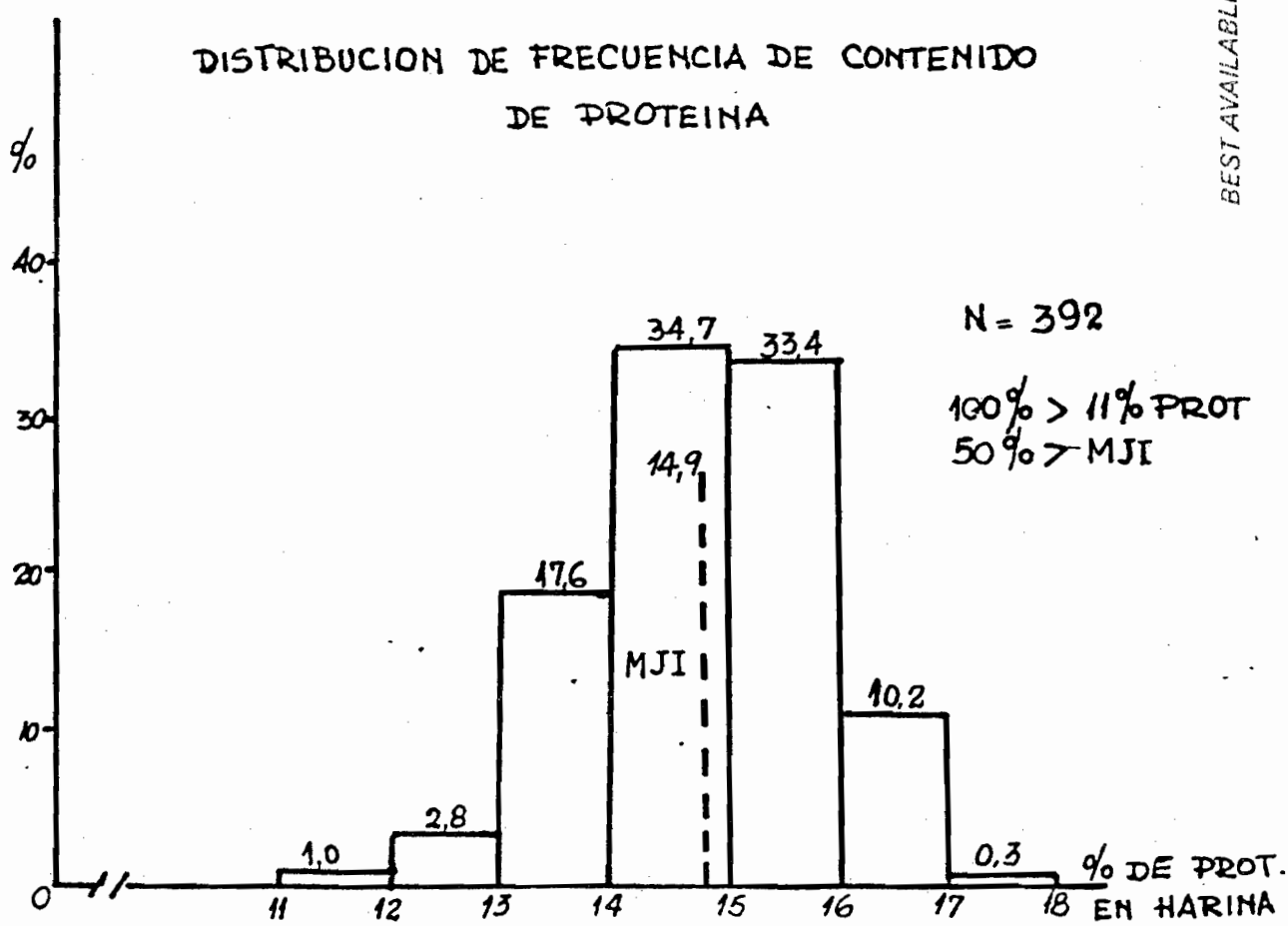


GRAFICO : 4

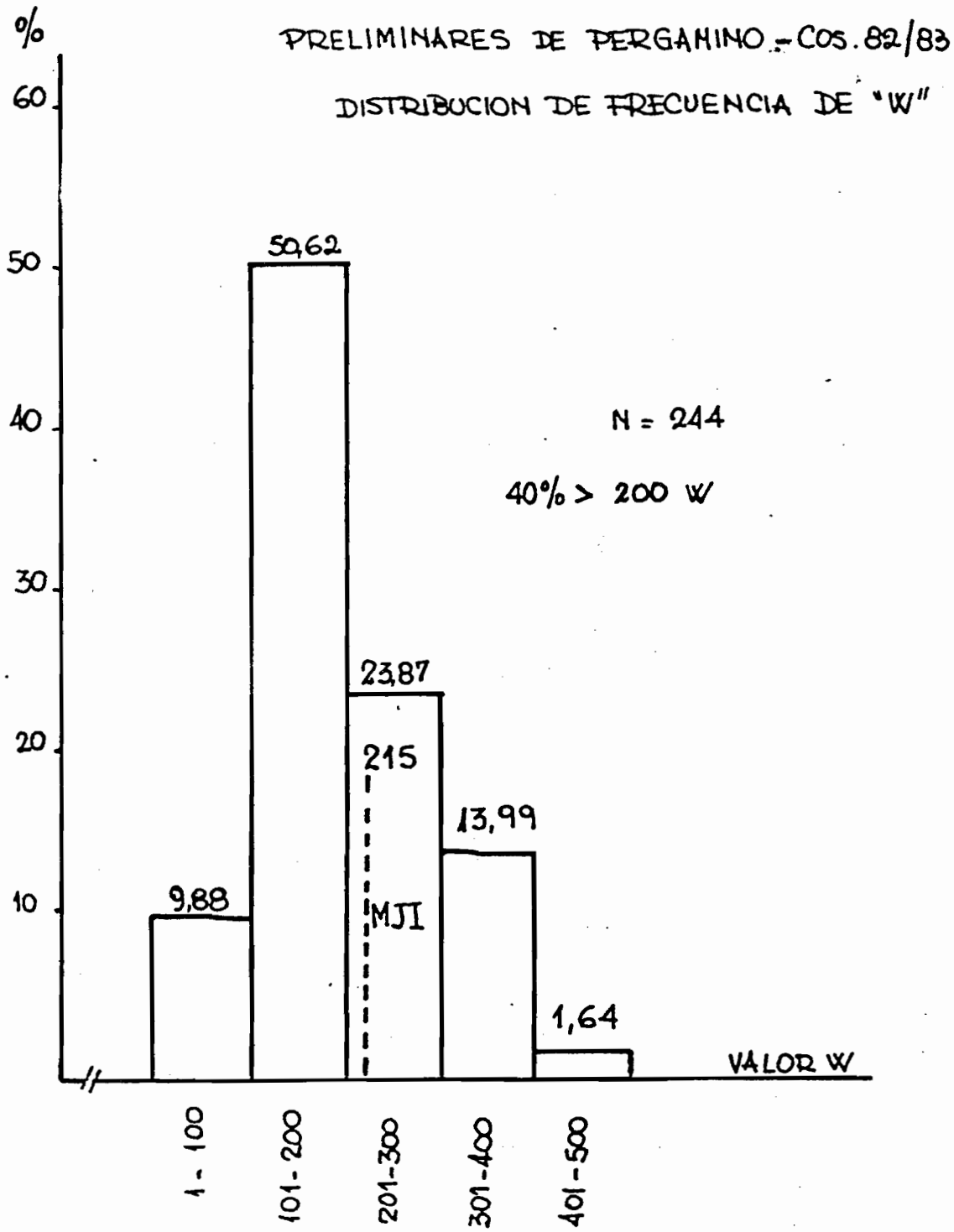
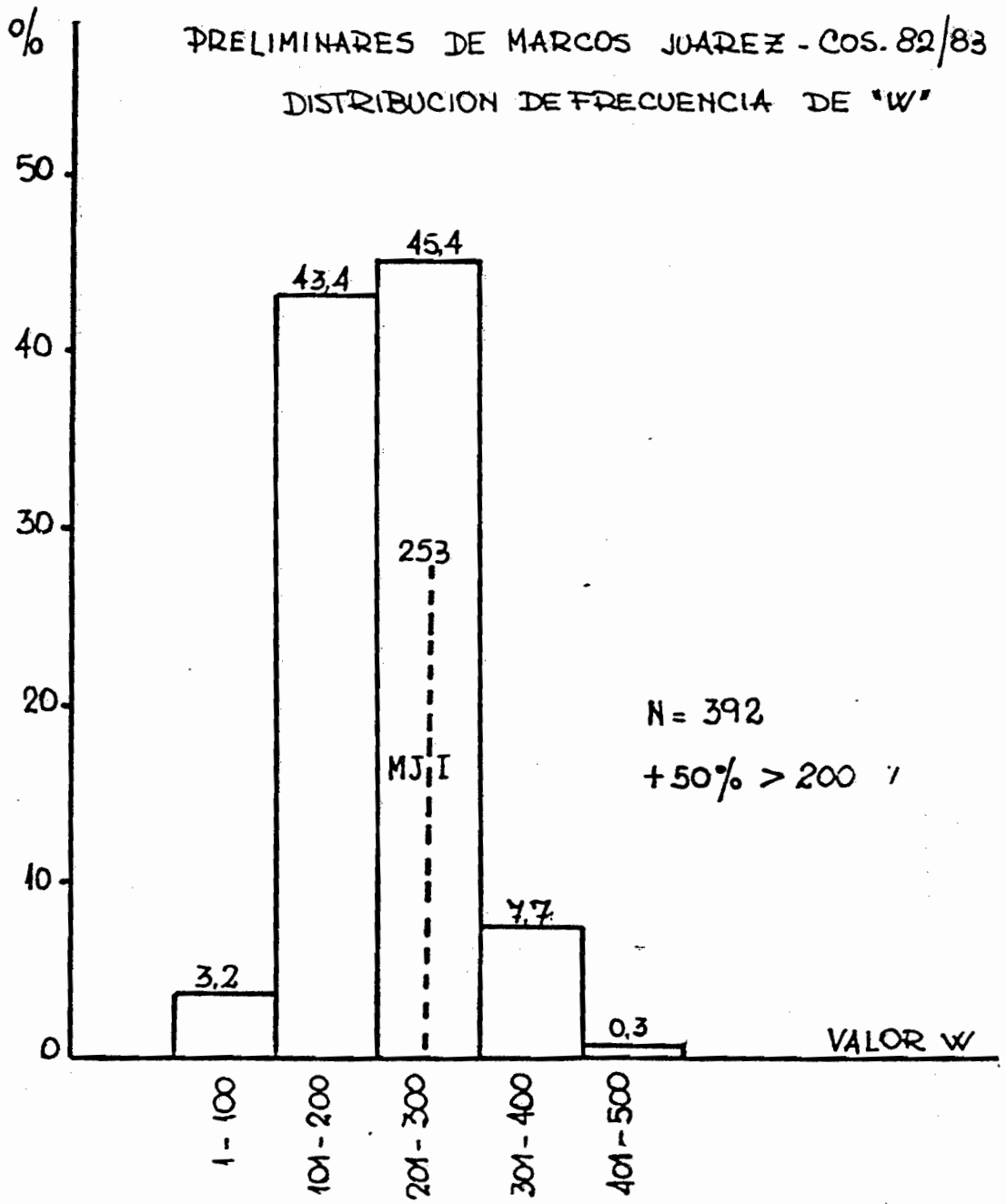

%
PRELIMINARES DE PERGAMINO - COS. 82/83
DISTRIBUCION DE FRECUENCIA DE "W"
60
50
40
30
20
10
50,62
23,87
215
13,99
9,88
MJI
1,64
N = 244
40% > 200 W
VALOR W
1 - 100
101 - 200
201-300
301-400
401-500

GRAFICO : 5


%
PRELIMINARES DE MARCOS JUAREZ - COS. 82/83
DISTRIBUCION DE FRECUENCIA DE "W"
50
40
30
20
10
0
45,4
43,4
253
MJ I
7,7
3,2
0,3
N = 392
+50% > 200
VALOR W
1 - 100
101 - 200
201 - 300
301 - 400
401 - 500

CUADRO 3: CALIDAD DE LINEAS AVANZADAS PROXIMAS A INSCRIPCION Y VARIEDADES TESTIGOS

	RENDIM. KG/HA	PESO HECT.	PESO 1000 GRAMOS	PROT. HAR. %	GLUTEN HUM. %	ALVEOGRAMA		PANIFICACIÓN	
						W	P/G	VOL.	V.P.
EERA PERGAMINO									
REG I - 1A.EPOCA 1982/83									
LAJ 2514	5.730	79.70	39.80	12.9	33.1	281	4.4	730	98
MARCOS JUAREZ INTA	4.055	77.70	41.20	11.5	30.3	288	3.8	775	102
CHAQUEÑO INTA	3.240	77.90	30.00	12.5	31.4	300	2.7	775	101
REG I - 2A.EPOCA 1982/83									
LAJ 2514	5.405	78.80	36.40	12.6	31.6	288	3.4	750	99
MARCOS JUAREZ INTA	4.210	78.60	38.20	10.8	28.7	230	3.2	700	97
CHAQUEÑO INTA	3.010	77.25	27.80	11.8	33.3	384	2.4	775	101
REG III - 2A.EPOCA 1982/83									
LAJ 2532	6.875	82.40	38.60	10.3	26.4	226	4.7	740	99
LAJ 2486	4.925	79.25	31.60	12.3	33.5	284	4.5	800	102
MARCOS JUAREZ INTA	4.315	79.90	38.60	11.1	28.6	356	4.4	825	104
REG II - 2A.EPOCA 1980/81									
LAP 878	5.050	79.90	35.20	12.2	31.5	398	4.4	750	98
MARCOS JUAREZ INTA	4.400	79.45	42.50	12.1	32.7	235	4.5	810	103

V.P. = VALOR PANADERO

CUADRO 4 : CALIDAD DE LINEAS AVANZADAS PROXIMAS A INSCRIPCION Y VAR. TESTIGOS

	RENDIM. KG/HA	PESO HECT.	PESO 1000 GRAMOS	PROT. HAR. %	GLUTEN HUM. %	ALVEOGRAMA		PANIFICACIÓN	
						W	P/G	VOL.	V.P.
EERA MARCOS JUAREZ									
REG I - 1A.EPOCA 1982/83									
LAJ 2514	2.872	81,70	35,00	14,4	36,2	291	3,8	680	95
MARCOS JUAREZ INTA	1.975	82,40	34,40	14,6	38,0	262	3,4	665	94
CHAQUEÑO INTA	2.677	79,00	28,60	14,7	40,2	317	2,6	695	96
REG VII - 2A.EPOCA 1982/83									
LAJ 2532	2.930	83,95	37,40	13,5	37,8	374	3,3	675	96
MARCOS JUAREZ INTA	2.080	81,70	32,60	13,9	37,0	300	4,1	615	93
REG VII - 3A.EPOCA 1982/83									
LAJ 2532	2.860	80,60	38,20	13,0	32,7	320	4,1	760	100
MARCOS JUAREZ INTA	2.020	77,25	38,20	12,9	35,6	325	7,5	810	103

V.P. =VALOR PANADERO

GRAFICO : 6

RENDIMIENTO Y CONTENIDO PROTEICO . ZONA MARCOS JUAREZ

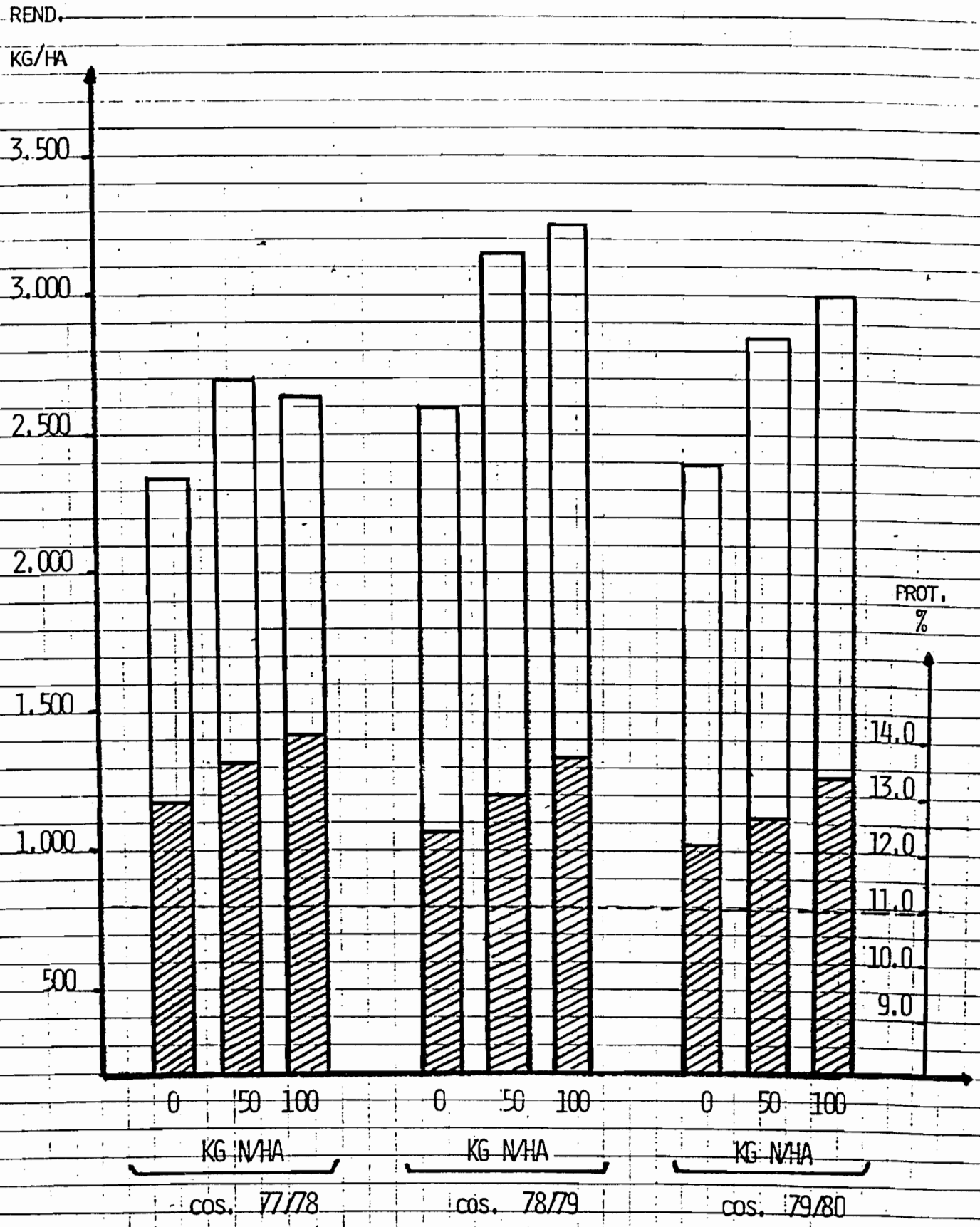
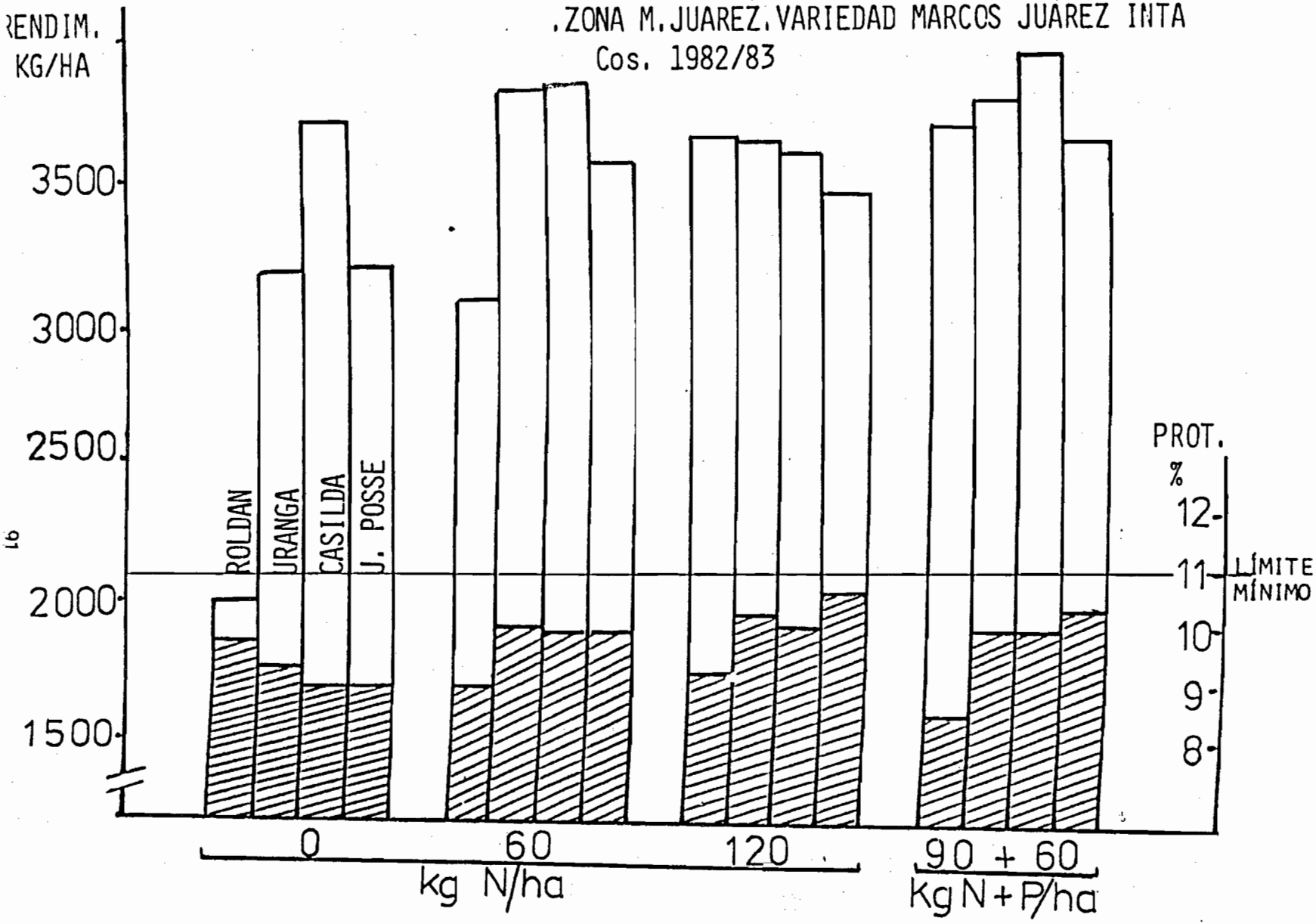


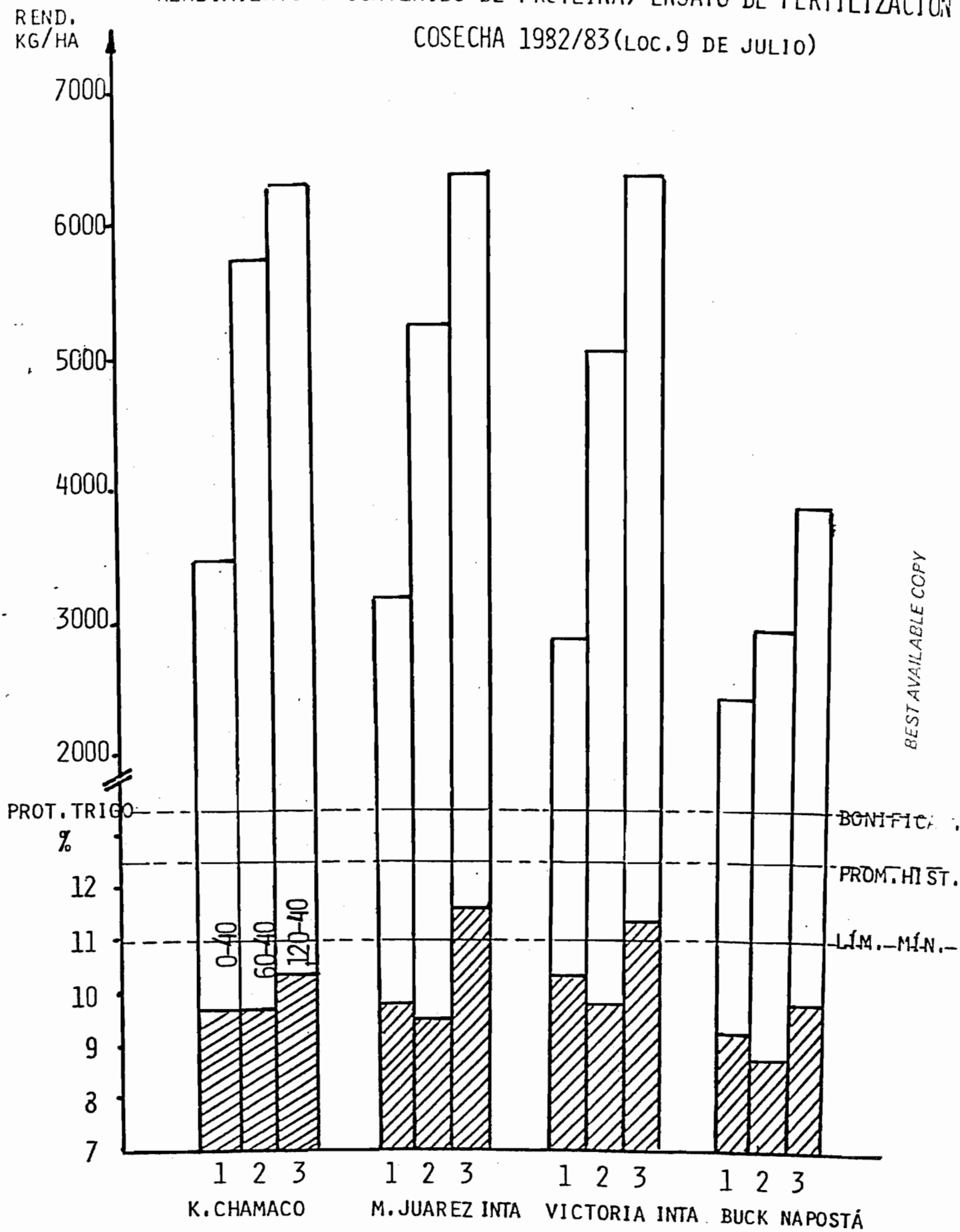
GRAFICO : 7

RENDIMIENTO Y CONTENIDO DE PROTEINAS DE ENSAYOS DE FERTILIZACION
.ZONA M.JUAREZ.VARIEDAD MARCOS JUAREZ INTA
Cos. 1982/83



RENDIMIENTO Y CONTENIDO DE PROTEINA, ENSAYO DE FERTILIZACION

COSECHA 1982/83 (LOC. 9 DE JULIO)



1: 0-40 N Y P/HA, 2: 60-40, 3: 120-40

BEST AVAILABLE COPY

PRINCIPALES PATOGENOS QUE AFECTAN LA PRODUCCION DE TRIGO EN LA ARGENTINA

E. Antonelli

El cultivo del trigo en la Argentina se confronta con una serie de adversidades de distinta índole que atentan contra la seguridad de cosecha y entre las cuales las afecciones producidas por los microorganismos fitopatógenos ocupan un sitial de importancia.

El problema de las adversidades del cultivo de este cereal en nuestro país no escapa a la regla general de la interacción hospedante-patógeno-medio ambiente. En relación con el medio ambiente debe señalarse la gran extensión del área triguera que coloca al cultivo bajo condiciones ecológicas distintas y muy variadas. Esta diversidad de ambientes determina una modalidad en la incidencia de las adversidades que gradua la susceptibilidad del cultivo a las mismas.

Considerando el hospedante, la experiencia en la Argentina indica, como ha ocurrido en otros países, que cuando una variedad ha alcanzado, por sus cualidades agronómicas destacadas, una difusión masiva en el gran cultivo se constituye cuando confluyen también condiciones favorables para el desarrollo de agentes o factores capaces de deterioro, en un factor de vulnerabilidad.

Para el caso particular de las enfermedades debe señalarse para nuestro país la existencia de una gran diversidad de organismos fitopatógenos, con la correspondiente variabilidad genética resultante de los procesos biológicos a que estan sujetos. Sin embargo, el desarrollo de enfermedades con características epifíticas no ha ocurrido con la frecuencia con que suelen presentarse en otros países.

Si bien el conjunto de enfermedades del trigo es, en general, común a todos los demás países del Cono Sur, el orden de importancia de las mismas en nuestro país difiere considerablemente del de otros países limítrofes, como por ejemplo, Brasil y Paraguay, en donde enfermedades como la septoriosis, fusariosis, helminthosporiosis y oidio, son tanto o más importantes que las royas. En este aspecto, la situación de la Argentina se ubica en un plano muy similar a la del Uruguay, constituyendose la roya anaranjada y la septoriosis de la hoja, por la regularidad con que se presentan anualmente, aunque con severidad variable, en factores de primera magnitud. Si bien de incidencia mas esporádica, pero por sus efectos destructivos en condiciones favorables, la roya negra y la fusariosis representan un peligro latente para la producción triguera argentina. Las restantes enfermedades, por su presencia más errática e intensidades relativamente bajas pueden ser consideradas en otro nivel de importancia, aunque obviamente no debe descuidarse la labor fitotécnia que evite la difusión de cultivares muy susceptibles, como así también la utilización de tratamientos terapéuticos en aquellos casos donde su aplicación resulte económicamente factible.

1.- Roya Anaranjada (*Puccinia recóndita tritici*)

Se presenta comunmente todos los años en la mayoría de las Subregiones trigueras del país (la excepción la puede constituir la Subregión VS en donde, por las condiciones de semiaridez, las enfermedades tienen escasa importancia). Existe

una tendencia a subestimar sus efectos, posiblemente porque éstos no son tan conspicuous y espectaculares como los que ocasionan P. graminis y P. striiformis cuando se presentan con características de epifitia. Sin embargo, su incidencia económica, considerando períodos de tiempo, es de mayor magnitud, según se desprende de algunas estimaciones realizadas en el país.

El comportamiento varietal a través del tiempo se ajusta a las clásicas fluctuaciones que se originan a raíz de la presión ejercida sobre las poblaciones del patógeno por los genes de resistencia específica que estaban presentes en la mayoría de los cultivares tradicionales y en los cultivares que se comenzaron a difundir, a principios de la década del 70, como consecuencia de la incorporación (a partir de 1962) en los planes de mejoramiento oficiales, de material procedente del CIMMYT. Estos últimos trigos, de alto potencial de rendimiento, comenzaron a conocidos como "mexicanos" o "de origen mexicano", aunque en su formación han intervenido trigos de muy diverso origen, inclusive argentinos. Preferimos utilizar el termino "no tradicional" cuando hacemos referencia a este tipo de material.

A continuación se analizará cual ha sido el aporte en genes de resistencia a P. recondita con que han contribuido ambos tipos de trigos, tradicionales y no tradicionales.

A. Germoplasma tradicional: la variabilidad genética con respecto a este patógeno en los cultivares tradicionales es bastante amplia y deriva fundamentalmente de selecciones de la población Barleta (Americano 25e, Barleta 7D, Lin Calel M.A.), de trigos criollos múticos (Klein 49 y Pelon 33 conocido como Klein Favorito), y de algunas variedades introducidas, como Ardito (= Welhelmina - Rieti x Akagomughi) desarrollada por el Prof. Nazareno Strampelli, y las selecciones Bage (derivadas del cruzamiento Fronteira x Mentana) del Dr. Beckman del Brasil.

Es posible tener una idea acerca de la identidad de los genes involucrados en base a los estudios sobre herencia de la resistencia realizados en diversos países, y también del espectro de reacciones que pueda presentar el material cuando se lo ensaya frente a diversas razas fisiológicas y se compara ese espectro con el que presentan los "testers" portadores de conocidos genes de resistencia.

En el Cuadro 1 se presenta la reacción en plántula de este material frente a 23 clones de P. recondita determinados en la Argentina a lo largo de los ultimos 30 años. En el mismo cuadro se incluyen también las lineas isogénicas portadoras de los genes Lr 3 y Lr 17, cuyos espectros de reacciones coinciden con los presentados por los trigos Sel. Klein 49a y Pelon 33c (= Klein Favorito), respectivamente.

El gen Lr 17, que estaría entonces presente en Pelon 33c, fue originariamente aislado de la variedad argentina Klein Lucero e incorporado en la línea isogénica Thatcher^6 x KleinLucero, RL 6008. Sin embargo, K. Lucero presenta resistencia adicional a los clones 3395, 365, 1834, 1634, 909, 3815 y 3376 (Cuadro 1) conferida por un gen adicional, que designamos aquí como Lr 7D, derivado de Barleta 7D, que es uno de sus progenitores (Cuadro 2). La complementación de las reacciones presentadas por Barleta 7D y Thatcher^6 - Klein Lucero (o Pelon 33c) reproduce exactamente el modelo exhibido por Klein Lucero.

El trigo Klein 49a, seleccionado en 1932 a partir de una población de trigo criollo mútico del partido de Alberti (Prov. de Buenos Aires), reacciona en forma similar a las líneas isogénicas portadoras del gen Lr 3 y al cultivar Sinvalocho M.A. (Cuadro 1). Este último trigo, derivado del cruzamiento Klein Sin Rival x 38 M.A., alcanzó cierta difusión entre los años 1940 y 1945, y posteriormente fue muy utilizado como progenitor en la formación de nuevos cultivares. Sin embargo, el comportamiento a campo de este grupo de trigos que poseería el mismo gen de resistencia difiere sensiblemente, según puede apreciarse en el Cuadro 3. La resistencia en planta adulta de Sinvalocho M.A. es bien conocida desde hace muchos años y ha sido heredada, total o parcialmente, por varios de sus descendientes (Pergamino Gaboto MAG, Oncativo INTA, MAGNIF 41 INTA. Tacuari INTA y Vanguardia INTA).

Los genes presentes en Americano 25e, Ardito sel. Klein, Americano 26n, Americano 44d y Bage serían un nuevo aporte al acervo genético para resistencia a P. recondita identificado hasta el presente, puesto que el espectro de reacciones que esas variedades manifiestan frente a los diversos componentes de la población patógena local no coincide con ninguno de los exhibidos individualmente o combinados por las 23 líneas isogénicas ensayadas hasta el presente.

Los genes aportados por estos viejos aún persisten en el área triguera ya sea en cultivares 100 % tradicionales, como Bordenave Puán SAG, Buck Cencerro, Buck Cimarrón, Buck Namuncurá, Buck Napostá y Cooperación Bahía, o bien combinados con líneas no tradicionales, caso de los cultivares Buck Pangaré, Buck Pucará, Chasico INTA, Klein Chamaco, Cooperación Cabildo y Buck Patacón.

B. Germoplasma no tradicional: numerosos progenitores, directos o indirectos del material fitotécnico procedente del CIMMYT que comenzara a utilizarse en el país por criadores oficiales y privados a partir de la década del 60, fueron ensayados en plántula frente a numerosos clones de P. recondita. Este análisis permite tener una idea sobre el aporte genético para resistencia traído por ese material. Del estudio realizado han demostrado poseer factores de resistencia los siguientes trigos: Agent, Chinese-Aegilops umbellulata, Frocor, Kenya 324, Knott 2, Gabo, Lerma Rojo, Lerma Rojo 64, Lerma Rojo 64A, Maria Escobar, Nadadores 63, Nainari 60, Narino 59, Newthatch, Penjamo 62, Pitic 62, Sonora 64, Timstein, Tobari 66, Tezanos Pinto Precoz, Yaqui 50, Yaqui 54, Yaktana 54 y Yaktana 54 x Norin 10- Brevor.

Como sería muy complejo tratar de interpretar visualmente un cuadro completo donde figuren las reacciones de este material, sólo se presenta en el Cuadro 4 un grupo de variedades que, por intervenir con bastante frecuencia en el pedigri de los modernos cultivares argentinos, tienen un mayor interés para el fitotecnista.

De acuerdo a los antecedentes existentes, el gen Lr 10 se halla presente en las variedades Exchange, Gabo, Timstein y algunos derivados (Selkirk, Lee, Mayo 54, etc) (McIntosh, 1973). Gabo y Timstein, de origen común, intervienen en el pedigri de los trigos Nainari 60 y Nadadores 63, respectivamente (Cuandro 5). La reacción de estas cuatro últimas variedades se aproxima a la de la línea isogénica portadora del gen Lr 10 pero con algunas diferencias que podrían atribuirse a la presencia de factores adicionales o modificadores (Cuadro 4).

La cruza Sonora 64 x Tezanos Pinto Precoz - Nainari 60, conocida como "Jaral", ha originado los cultivares Leones INTA y Surgentes INTA. De sus combinaciones con otras líneas han surgido los cultivares Labrador INTA, Diamante INTA, Victoria INTA, Saira INTA, San Agustin INTA, Chaqueño INTA, La Paz INTA, Klein Chamaco, Cooperación Cabildo, Trigal 700, Trigal 706, Trigal 707 y Trigal 708. Casi todos estos cultivares son actualmente muy susceptibles a P. recondita a raiz de la selección y difusión de clones del patógeno con combinaciones de virulencia que hacen inefectiva la acción del gen Lr 10. Esto constituye un nuevo ejemplo de como la utilización intensiva de un determinado genotipo puede conducir a problemas de vulnerabilidad genética.

La variedad Tezanos Pinto Precoz (= Frontana x Thatcher - Sinvalocho M.A.) combina los efectos parciales de los genes de Sinvalocho M.A. y Frontana (aquí designado como Lr F), según se observa en el cuadro 4. Cuando se la utiliza en cruzamientos puede correrse el riesgo de no transferir ambos genes como parece haber ocurrido en la formación de los genotipos "Jaral", que han resultado susceptibles a algunos clones de P. recondita los que, sin embargo, son avirulentos sobre Tezanos Pinto Precoz.

Se ha informado (McIntosh, 1973) que Sonora 64 es portador del gen Lr 1. La comparación de sus reacciones con aquellas presentadas por la línea isogénica respectiva, indica que, además de dicho gen, Sonora 64 posee algún otro factor que puede explicar su resistencia adicional a los clones 365, 1834 y 3815. Este factor ya se halla en la línea Yaktana 54 x Norin 10-Brevor, antecesora de Sonora 64 (Cuadro 4).

Los genes derivados de especies silvestres forman parte del complejo varietal cultivado del país. Uno de ellos, el Lr 9, de Aegilops umbellulata, interviene en el pedigri de los cultivares Precoz Paraná INTA y La Paz INTA (Cuadro 6). Precoz Paraná INTA fue el primer cultivar no tradicional difundido en la Argentina, desde su inscripción, en 1971, hasta su retiro del cultivo en 1980, fue resistente a todas las razas de P. recondita determinadas en el país. En cambio, su descendiente, La Paz INTA, difundido a partir de 1982, comenzó a presentar a partir de ese mismo año ataques de roya de la hoja. Ya se ha aislado el clon del patógeno virulento sobre dicho cultivar y que ataca, entre otros trigos, a Precoz Paraná INTA, Transfer, Knott N°2, Chinese x Aegilops umbellulata y otras líneas portadores del gen Lr 9.

El otro gen con ascendencia silvestre presente en el germoplasma cultivado actual es el Lr 24, transferido desde Agropyron elongatum al material doméstico. Se lo encuentra en cultivar Trigal 800 librado al cultivo a partir de 1980 y alcanzando rápida difusión en la Subregión II Norte. Sin embargo ya al año siguiente se observaron en algunas localidades del área triguera argentina ataques leves o moderados de P. recondita sobre ese cultivar, los que se magnificaron durante 1982 causando alarma entre los productores. El estudio de las muestras recogidas durante 1981 permitió determinar la presencia de tres razas del hongo virulentas sobre el gen Lr 24, las cuales no habían sido detectadas con anterioridad, lo cual no excluye, por razones de muestreo, la posibilidad de su presencia en años anteriores.

La combinación de los efectos parciales de varios genes puede ofrecer una mejor defensa que el basar la misma en un solo gen con efecto amplio, como es el caso de los genes Lr 9 y Lr 24. Así por ejemplo, si se logra reunir en un hipotético cultivar X los genes Lr 1, Lr 3, Lr F y Lr 10, la reacción final resultante frente a cada uno de los componentes de la población patógena local de P. recondita garantiza un adecuado control del hongo ya que actualmente no se conoce ninguna raza con virulencia simultánea sobre esos cuatro genes (Cuadro 7).

Con respecto al comportamiento de los cultivares comerciales tipo pan actualmente a disposición del productor merecen destacarse por su resistencia Buck Cimarrón, Buck Namuncurá, Trigal 708, Norkinpan 70, Buck Cencerro, Chasico INTA y los de más reciente inscripción, Klein Cartucho, Cooperación Bahia, y Buck Patacón. Este grupo de cultivares presentó, durante el período 1977-1982, ataques promedio de P. recondita inferiores al 10 % en el Ensayo Territorial de Resistencia a Enfermedades que conduce el Departamento de Genética de Castelar (Rogriguez Amieva et al. 1977, 1978, 1979, 1980, 1981 y 1982). Los restantes cultivares son fitosanitariamente deficitarios frente a P. recondita, registrando con frecuencia, tanto en condiciones de campo experimental como del gran cultivo, elevados niveles de infección.

2.- Roya Negra (Puccinia graminis tritici)

La variabilidad inicial para resistencia a P. graminis que existia en las poblaciones o variedades que dieron origen a los cultivares "tradicionales" era escasa y estaba representada fundamentalmente por los genes de resistencia presentes en Kanred (gen Sr 5) y su descendiente Reliance (uno de los progenitores de Klein Aniversario), Mentana (gen Sr 8) y su descendiente Frontana; en algunas selecciones de la población Barleta (Americano 25e, Barleta 7D); en algunos trigos "pelones" (múticos) como Pelón 33c y Klein 49a, y también en Ardito y 38 M.A. (Cuadro 8).

La difusión, a partir de 1963, de la raza 15(63) del patógeno determinó que la totalidad de las variedades cultivadas hasta entonces resultaran, en mayor o menor grado, susceptibles al mismo. Sin embargo, desde la epifitia de 1950, que afectara fundamentalmente al cultivar Benvenuto Inca de gran difusión en ese momento, no se ha registrado en el gran cultivo otra similar. Este hecho puede atribuirse a que, merced a una labor fitotécnica más eficiente, a pruebas de sanidad más rigurosas y a un mayor control en el lanzamiento de variedades, no se hayan difundido cultivares con una susceptibilidad tan elevada como la de Benvenuto Inca. Otro factor de importancia pudo constituirlo la falta de condiciones ambientales favorables, entre las que puede citarse la baja fertilidad de los suelos dedicados al trigo.

La creciente utilización, a partir de 1962, de germoplasma "no tradicional" representó una sensible mejora en el comportamiento varietal. La variabilidad genética aportada por el nuevo material para el control de la enfermedad es bastante amplia. De acuerdo a los progenitores intervinientes y a los antecedentes genéticos disponibles sobre los mismos, se hallarían presentes por lo menos los genes Sr 5, 6, 7a, 8, 9a, 9b y 11. La variedad Sonora 64 combina varios de los genes mencionados y es progenitora directa o indirecta, de casi todos los cultivares de trigo pan con germoplasma no tradicional que se han inscripto en el país. La mayoría de ellos han resultado muy resistentes a P. graminis, como ser Precoz Paraná INTA, Dekalb Urunday,

Dekalb Lapacho, Diamente INTA, Leones INTA, Marcos Juárez INTA, Surgentes INTA, Dekalb Tala, Buck Ñandú, Trigal 700, Trigal 705 y demás cultivares que se fueron librando al cultivo en los últimos años. También se han incorporado al germoplasma cultivado, con la variedad Trigal 800, el gen Sr 24 presente también en la variedad Agent y estrechamente ligado al gen Lr 24, que se mencionara anteriormente.

Todo esto hizo posible un adecuado control genético de P. graminis hasta prácticamente el día de hoy. Sin embargo, de aquí en más puede comenzar otro ciclo: el de susceptibilidad a este patógeno. La determinación de una raza de P. graminis, de muestras procedentes de varias localidades del área cerealera (incluyendo el Chaco) que combina virulencia simultánea sobre los genes Sr 5, 6, 7a y 11, entre otros, atacando asimismo a Sonora 64, puede plantear un problema fitosanitario serio si confluyen las condiciones básicas para una epifitia: condiciones ambientales favorables y una interacción hospedante-patógeno compatible operando durante un cierto lapso de tiempo.

En pruebas preliminares al estado de plántula realizadas con un clon perteneciente a esta raza(*), designada a los efectos operativos como 11 SOS (de Sonora Susceptible), se ha comprobado que de los 35 cultivares inscriptos en el Registro Oficial y actualmente a disposición de los productores, 22, (incluyendo varios de los de mayor difusión) presentaron tipos de infección que permiten considerarlos como susceptibles (clases de reacción MS y S) (Cuadro 9).

Algo más alentadora parece ser la situación con respecto al material inédito que los criaderos oficiales y particulares han incluído en el Ensayo Territorial de Resistencia a Enfermedades 1983. En efecto, de 201 líneas avanzadas (R.P.M.) que se han podido evaluar hasta el momento en invernáculo, 113 (el 56,2 %) fueron clasificadas como de reacción R o MR frente al clon mencionado.

La reacción de los genes "Sr" frente a varios clones pertenecientes a la raza 11 SOS es la siguiente:

RESISTENTE: Sr 9e, 27.
MR a MR-MS: Sr 8, 22, 24, 25, 26.
SUSCEPTIBLE: Sr 5, 6, 7a, 9a, 9b, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19.
FALTAN EVALUAR: Sr 29, 30, 31, 32, WDR, Tt1, Tt2.

3.- Roya Amarilla O Listada (Puccinia striiformis)

La aparición de esta enfermedad en el país se relaciona con la expansión de la variedad Klein Record, especialmente en la provincia de Buenos Aires, en 1929. Posteriormente se manifestó con características de epifitia en los años 1930, 1931, y 1932; los perjuicios causados fueron tan grandes en dicha variedad que a raíz de ello se dejó de cultivar.

En nuestra región cerealera las condiciones ambientales favorables a este parásito no se dan con tanta frecuencia como en otras zonas más frías,

(*) Se utilizió el clon Nº 4739 aislado de muestras colectadas por el Ing. Agr. Enrique Ernie en el campo experimental del Criadero Pro Agro, Northrup King Semillas S.A., Chacabuco, Prov. de Buenos Aires.

determinando una amplia variación en la intensidad de los ataques en los distintos años en las subregiones trigueras. Esta es también la causa de que sólo esporadicamente se presenten epifitias de cierta gravedad, pese a ser este patógeno endémico en toda la zona de cultivo de este cereal.

Normalmente, en las condiciones de Argentina, esta enfermedad puede tener alguna importancia en la región centro sur de la zona cerealera, aunque en algunos años se han observado ataques de cierta intensidad en zonas alejadas de esa área tradicional, como ser, N. de la Prov. de Buenos Aires, Entre Ríos y E. de Córdoba. Este hecho pudo ser debido a la ocurrencia de condiciones benignas de clima (primaveras frescas y humedas), probablemente asociado con la difusión de material muy susceptible.

Por las razones mencionadas anteriormente los planes de mejoramiento han dado prioridad a las royas del tallo y de la hoja, aunque se ha tenido especial cuidado de que no se difundan en el gran cultivo variedades muy susceptibles a P. striiformis. A este respecto debe señalarse que debió desalentarse la multiplicación y siembra del cultivar Surgentes INTA, que se halla inscripto en categoria provisoria, por los elevados ataques que presentaba en su área de difusión (centro norte de la región triguera).

La localización de factores genéticos de resistencia se ha realizado, principlamente, en base a observaciones de campo. Particularmente útiles resultaron los ensayos conducidos por el Instituto de Fitotécnica a partir de 1944, en el valle de El Bolson, provincia de Rio Negro, donde las condiciones ambientales determinan anualmente intensos ataques de roya listada, y de cuyos resultados informaron Vallega y Cenoz, en 1961. Estos autores pudieron determinar la elevada resistencia de líneas o variedades como Chino 166, Chino 166 x Lin Calel, Frontana, Guatrache Hucal MAG, Heines Kolben x 38 MA, MAGNIF MG, etc., algunas de las cuales entran directa o indirectamente, en el pedigree de algunas variedades tradicionales. Asimismo, les fue dable observar el excelente comportamiento frente a este parásito de un alto número de variedades de diversa procedencia, particularmente de origen europeo.

Alguna información con respecto a las características patógenas de la población de P. striiformis en la Argentina y otros países latinoamericanos, provienen del análisis de muestras que se realizan en Wageningen, Holanda, dentro del marco del International Survey of Factors of Virulence. Desde un punto de vista práctico, la utilidad que puede derivarse de la información así obtenida es muy relativa, ya que los hospedantes diferenciales utilizados tienen escasa o nula relación con el material que está interviniendo actualmente en la formación de cultivares comerciales argentinos. Sería aconsejable retomar en nuestro país los estudios de esta naturaleza, pero en función de los eventuales factores de resistencia que puedan estar presentes en el germoplasma que se está utilizando. Ello requiere el disponer de facilidades adecuadas (cámaras climatizadas, etc.) dada las particulares exigencias ambientales de P. striiformis para su desarrollo.

4. Septoriosis (Septoria tritici y S, nodorum)

Existen algunos antecedentes de epifitias de ambas especies que han ocasionado importantes perjuicios.

Mientras Septoria tritici se presenta normalmente todos los años, Septoria nodorum lo hace esporádicamente aunque sus efectos son más drásticos. De

todos modos el problema está muy lejos de alcanzar la magnitud que tiene en algunos países vecinos (Brasil y Paraguay) donde puede constituirse en un factor limitante del cultivo.

Si bien no hay resistencia a Septoria tritici en los cultivares actualmente en uso, se observan diferencias en el comportamiento entre los trigos tradicionales, de menor susceptibilidad, y los de origen no tradicional, de mayor susceptibilidad. Cuando se comenzó a difundir este último tipo de variedades se llegó a pensar que podrían magnificar el problema de esta enfermedad como ha ocurrido en otros países del mundo con la difusión masiva de cultivares importados de México, que fueron reemplazando gradualmente a las poblaciones nativas. Sin embargo, ello no ha ocurrido, un poco por razones ecológicas y también porque la labor fitotécnica ha ido corrigiendo esa falencia original de los primeros cultivares no tradicionales difundidos en la Argentina. Ya los más recientes, varios de los cuales combinan germoplasma "tradicional" con "no tradicional" presentan niveles de moderada susceptibilidad que no comprometen hasta el momento la seguridad de cosecha.

5.- Carbón Volador (Ustilago tritici)

Adquiere alguna importancia cuando alcanzan gran difusión cultivares muy susceptibles como ocurrió durante 1960 a 1963, en la zona Rosafé, con los trigos Klein Colón, Klein Petiso y Klein Rendidor, los cuales se hallaban estrechamente emparentados. Pero también debe destacarse que la importancia de la enfermedad está regulada por el grado de infección de la semilla, que varía de un año a otro de acuerdo a las condiciones de ambiente en el momento de la floración del trigo.

Justo es reconocer que nunca se encaró como programa principal la búsqueda de resistencia genética a U. tritici, lo cual es comprensible si se tiene en cuenta que la etiología de la enfermedad permite otros sistemas de control, y por ende el fitotecnista prefiere sacrificar una eventual resistencia al parásito en favor de otras características de mayor predicamento. El buen comportamiento de algunas variedades comerciales se debe al hecho de que progenitores seleccionados por calidad, rendimiento, etc., eran también resistentes al carbón volador, tal el caso de algunos descendientes de 38 MA o Sinvalocho MA.

Todas las variedades de trigos "fideos" que se cultivan o han cultivado en el país han resultado inmunes al parásito. Entre las variedades "tipo pan" que sobresalen por su inmunidad o resistencia se pueden mencionar un grupo de trigo que ya han dejado de cultivarse, pero que podrían ser de gran utilidad si se desea encarar la búsqueda de resistencia genética a éste parásito. Ellos son: Pergamino Gaboto MAG, Agrolit Vigliano, Olaeta Artillero, Buck Manantial, Klein Puma, Oncativo INTA, Tacuarí INTA y Magnif 41 INTA.

6.- Fusariosis de la Espiga (Fusarium sp.)

Esta enfermedad, aunque esporádica, puede ocasionar fuertes pérdidas si se presentan condiciones de alta humedad y temperatura, muy favorables para el desarrollo y difusión del parásito, a partir de la espigazón.

En 1976, en la zona de Balcarce causó daños importantes, aunque irregulares, particularmente sobre los trigos candeales. En 1978 la incidencia de la enfermedad fue más notable en las regiones trigueras de Entre Ríos, Córdoba, S. de Santa Fe y N de la Provincia de Buenos Aires; las pérdidas estimadas para algunas áreas de la Subregion II Norte alcanzaron al 30 % del rendimiento.

Es por ello que esta enfermedad debe ser tenida en cuenta en los planes de mejoramiento, por lo menos descartando el material fitotécnico que sea extremadamente susceptible. Las tareas de selección tropiezan con el inconveniente de la discontinuidad de los ataques a campo, lo que determina que una correcta evaluación del material solo podría hacerse despues de muchos años de observación. Por lo tanto, una condición para una eficiente labor fitotécnica consiste en el desarrollo de métodos de infección que aseguren la producción anual de fuertes ataques a campo, como así también la elaboración de técnicas que permitan evaluar sobre bases más concretas -no solamente visuales- los distintos grados de susceptibilidad o resistencia del material que se ensaye.

Durante los fuertes ataques registrados en 1978 pudo observarse en algunos campos experimentales un comportamiento diferencial frente al patógeno dentro del material del Programa Cooperativo de Mejoramiento de Trigo del INTA, como así también dentro de los cultivares comerciales, donde Klein Atlas y Pergamino Gaboto MAG presentaron muy bajos niveles de infección.

Este material de mejor comportamiento sirvió de base para la intensificación de los trabajos de selección frente a Fusarium sp. En 1979, los investigadores Maria T.V. de Galich y Angel M. Galich, de la Estación Experimental Agropecuaria de Marcos Juárez, sometieron al mismo, como así también a nuevo material con antecedentes de resistencia procedente de Brasil, a inoculaciones artificiales en condiciones de invernáculo. La tarea fue continuada durante 1980 y 1981 y ha permitido detectar un grupo de trigos de buen comportamiento al patógeno, la mayoría de ellos también con buena adaptación y rendimiento. El detalle de este material es el siguiente (Galich y Galich, 1983):

a) de material desarrollado en la Argentina: Klein Atlas, Vilela Sol, Las Rosas INTA, Oncativo INTA, LAJ 1409, LAJ 2079, LAJ 2316, LAJ 2514.

b) de material procedente del Brasil: C 7919, Pel. 73101, Pel. 73081, PAT 19, PF 7815, NHU Pora, Toropi, Encruzilhada, Nobeoka Bozu, Nyubai, Pekin 8.

La etapa siguiente fue la iniciación de un plan de mejoramiento tendiente a incrementar gradualmente los niveles de resistencia derivados del material anteriormente mencionado. La información existente acerca de la herencia de la resistencia al patógeno es escasa, lo cual es explicable dada la falta, a nivel mundial, de adecuadas fuentes para el control de la enfermedad. Sólo se conoce que en Nobeoka Bozu la resistencia está condicionada por tres genes recesivos de efecto epistático (Nakagawa, 1955) y que también estaría involucrada herencia poligénica. Por estas razones se resuelve adoptar el método de selección recurrente, por el cual en cada ciclo, mediante cruzamientos entre líneas y variedades de probado buen comportamiento, seguido de una selección en invernáculo en F_2, se incrementaría paulatinamente el nivel de resistencia, sin perder características de rendimiento o tipo agronómico. Este plan fue iniciado en 1982 con la realización de 59 cruzamientos.

7.- Carbón Hediondo O Caries (Tilletia caries y T. foétida)

El control de esta enfermedad, importante factor del desmejoramiento de la calidad comercial de la producción triguera, se ha basado fundamentalmente en la desinfección de la semilla mediante productos químicos. En algunos años el problema ha adquirido cierta magnitud a causa de fallas, tanto en la efectividad de los funguicidas utilizados como en los métodos de aplicación, unido a la difusión de variedades muy susceptibles.

Al igual que en caso del carbón volador nunca se ha buscado especificamente el control genético de la enfermedad pese a disponerse de adecuadas fuentes de resistencia. Existen sin embargo, marcadas diferencias en el comportamiento de los actuales cultivares comerciales. Las pruebas con inoculaciones artificiales (utilizando una población de Tilletia sp. del país) que se realizan anualmente en el campo experimental del Departamento de Genética, en Castelar, han permitido establecer (Rodgriguez Ameiva, 1983) que para el período 1977-1982, los cultivares con menores niveles de infección promedio (hasta 5 % de espigas enfermas) fueron: Trigal 800 (0,2 %), Balcarceño INTA (0,4), Bonaerense Valverde (0,4), Cooperación Bahía (0,8), Buck Namuncurá (0,9), Chasico INTA (1,4), Buck Mechongué (1,6), Diamante INTA (2,6), Buck Pucará (3,0), Buck Candisur (3,8) y Buck Cencerro (5,0). En cambio, los cultivares de mayor susceptibilidad (mas de 40 % de espigas enfermas) fueron: Klein Cartucho (42,5 %), Tuc Norteno (47,4), Klein Atalaya (49,2), Norkinpan 70 (49,6), Klein Chamaco (49,7) y Victoria INTA (66,7). Los trigos "tipo fideos" han sido tradicionalmente resistentes a los "carbones" en la Argentina. Los cuatro cultivares de este tipo actualmente difundidos (Balcarceño INTA, Bonaerense Valverde, Buck Mechongué y Buck Candisur) se ubican dentro del grupo de los más resistentes.

Se ha considerado, hace algunos años, la posibilidad de la presencia en el país de la especie (Tilletia controversa), hecho que podría complicar el panorama fitosanitario ya que por sus características etiológicas dificultaría las posibilidades del control químico. Si bien se han detectado formas morfologicamente semejantes a T. controversa, se ha comprobado que el comportamiento fisiológico de las muestras analizadas difiere marcadamente de la especie citada, siendo similar al de T. caries y T. foetida (Mujica, 1969).

8.- Virosis Del Trigo(*)

Los estudios sobre virosis del trigo se comenzaron a realizar en forma intensiva en la Argentina a partir del ano 1977, por investigadores del Departamento de Patología Vegetal, INTA, Castelar, centrandose los trabajos principales sobre el enanismo amarillo de los cereales, que es el de más amplia difusión y uno de los que más daños provoca en trigo.

A. Nanismo amarillo (BYDV)

a. Distribución, incidencia y transmisión:

En 1978 se confirmó la presencia del virus del enanismo amarillo de los cereales en Argentina. Además del pulgón amarillo, Metopolophium dirhodum,

se comprobó su transmisión por las siguientes especies: Schizaphis gramium, Ropalosiphum padi y R. rufiabdominalis.

Durante 6 años se siguió la evolución de la virosis en cultivos de la provincia de Buenos Aires. Se apreció una difusión generalizada en todo el trayecto recorrido, con niveles de incidencia fluctuantes según los años y el área geográfica considerada.

Coincidiendo con una disminución de las poblaciones de pulgón verde y amarillo, los dos transmisores más difundidos, también se observó una tendencia a la diminución de la incidencia del nanismo amarillo.

En 1981 se registraron dos excepciones, en áreas muy localizadas: Balcarce y Castelar. En Castelar el ataque de la virosis fue muy intenso y también fueron inusitados los altos niveles poblacionales registrados para pulgón amarillo.

El patrón de diseminación del virus en la provincia de Buenos Aires que podría trazarse al cabo de seis años de observaciones es el siguiente:

Las zonas más afectadas corresponden a las del Partido de Guaminí y vecinos, en el oeste y el partido de Balcarce, en el sudeste. En el oeste, podría sospecharse que las características de los suelos arenosos y de baja fertilidad favorecerían la expresión de los síntomas del BYDV.

En Balcarce, al igual que en Castelar, el clima favorecería la supervivencia del pulgón amarillo. Conviene destacar que toda vez que se observó una regular o alta población de pulgón amarillo, la incidencia de la virosis fue elevada.

Fuera del área investigada, en relevamientos esporádicos, se observaron fuertes síntomas atribuibles al BYDV en avena, cebada y triticale en la Estación Experimental de Anguil (La Pampa) en 1981; de menor intensidad en trigo en las estaciones experimentales de Pergamino (Buenos Aires) y Paraná (Entre Ríos). En Marcos Juárez (Córdoba) la incidencia fue nula en 1977 y 1981.

Los niveles de infección registrados podrían estar subestimados porque se consideraron solamente plantas con síntomas claramente manifiestos, desechando la posibilidad de plantas infectadas sin síntomas, situación que suele darse en el caso de esta virosis.

Sin duda la posibilidad de disponer del test inmuno-enzimático para la detección del virus (test "ELISA") en el futuro, permitirá completar la información sobre la distribución e incidencia del virus en toda la región triguera argentina.

b. Evaluación de cultivares: en el año 1981 se registró en Castelar una severa infestación de pulgón amarillo, lo que trajo aparejado un intenso ataque de virosis. Este hecho permitió realizar una evaluación del comportamiento de cultivares de trigo, avena y cebada frente al BYDV en un ensayo que se ajustó a las normas establecidas en el Programa IICA-Cono Sur/BID,

Proyecto Trigo. Se destacaron por su mejor comportamiento los cultivares Anza, CNT9, Londrina, San Agustín INTA, Tucunduva, V23 y Yecora. Los de mayor susceptibilidad fueron Buck Ñandú, Klein Toledo, Labrador INTA. LE 1787, Nobre y Trigal 800.

Las diferencias cuantitativas que pudieron observarse midiendo un factor de rendimiento (peso de 1000 granos) estarían afectadas tanto por la infección por el virus como por la fuerte carga de pulgón que soportaron las plantas. Es decir, cuando esas diferencias existen, no pueden atribuirse únicamente a efectos del virus, sino a los del complejo virus-pulgón.

B. Otros virus

Los relevamientos efectuados indicarían la presencia de otros virus en nuestros cultivos, como por ej. el Wheat Soil-Borne Mosaic (WSBMV), observado por Slykhuis en 1980. Este virus es particularmente grave en Nebraska desde 1970, por lo cual se trabaja intensamente en su control.

En ensayos realizados en Brasil en 1982 se tuvo la oportunidad de observar el efecto del WSBMV sobre cultivares argentinos. Los más susceptibles fueron Saira INTA, Marcos Juárez INTA, Diamante INTA y Leones INTA, mientras que con un grado menor de susceptibilidad merecen citarse Labrador INTA, San Agustín INTA, Victoria INTA, Trigal 800 y particularmente Buck Ñandú y Klein Toledo.

Un virus de partículas baciliformes, el cual segun Slykhuis, estaría asociado con el North American Wheat Striate Mosaic Virus, fue encontrado en plantas del vivero de trigo de Balcarce. Un relevamiento de posibles vectores de ese virus, arrojó como resultado el hallazgo de las siguientes especies de Delfacidos (Homopteros Auquenorrincos), los que podrían hallarse involucrados en su transmisión: Delphacodes Kuscheli, D. haywardii, D. argentinensis, D. Sitarea, D. elongatus y D. balbosa.

También a la familia de Delfacidos pertenece el transmisor de la virosis denominada "Espiga branca do trigo" en Brasil, cuyos síntomas son facilmente distinguibles sobre todo en plantas aisladas en cultivos o en materiales de selección en campos experimentales: láminas con franjas blanquecinas o cloróticas longitudinales, tallos y espigas totalmente cloróticas. Otra aproximación para su diagnóstico es la presencia de inclusiones aciculares hialinas o dispuestas como cuentas de un rosario en celulas epidérmicas.

Especies del género Sogatella a la que pertenece el vector de este virus (S. Kolophon) estan descriptas en el país. La cría y manejo de este grupo de insectos presenta problemas particulares, en cuya solución se esta avanzando a través del estudio de la virosis llamada "Mal de Río Cuarto del Maíz", cuyo vector se ubica dentro de dicha familia.

Tambien en nuestro país está comprobada la existencia del ácaro Aceria tulipae, detectado sobre ajos. Se trata del vector de la más destructiva de las virosis del trigo, el Wheat Streak Mosaic Virus (WSMV), la que ha llegado a destruir vastas superficies de cultivos en las praderas canadienses

y sus adyacentes estadounidenses. No se conoce la razón por la cual el transmisor no ha sido encontrado sobre trigo en el país, pero su presencia y el hecho de que también el WSMV puede transmitirse fácilmente por medios mecánicos, alertan sobre la necesidad de considerar el problema.

De muestras de semillas de cebada procedentes de la Argentina, McKinney y Greely (1965) han aislado varias razas del mosaico listado de la cebada (BSMV) de distintos grados de virulencia. Este virus, que se transmite por semilla, tiene como principales hospedantes a la cebada y al trigo, no existiendo hasta el momento en el país mayor información acerca de su distribución e incidencia económica.

Como comentario final, y de lo expuesto anteriormente, se considera que la información disponible hasta el presente sobre las virosis del trigo resulta insuficiente para ubicarlas, con respecto a magnitud, dentro de una escala que contemple los demás factores fitosanitarios.

Bibliografía Citada

DE BIASI, Alicia y Beatriz S. Gurfinkel, 1983.- Virosis del trigo. Informe interno del Departamento de Patología Vegetal, INTA, Castelar.

GALICH Maria T.V. de y A.N. Galich, 1983.- Comunicación personal.

MC INTOSH, R.A., 1973.- A catalogue of gene symbols for wheat. In: Proceedings of the 4th International Wheat Genetics Symposium. Univ. of Missouri, Columbia Missouri, USA. August 6-11, Ed. by E.R. Sears and L.M.S. Sears.

MC KINNEY H.H. y L.W. GREELEY, 1965.- Biological characteristics of Barley Stripe-Mosaic Virus strains and their evolution. Tech. Bull. Nº 1324, U.S.D.A.

MUJICA, F.L., 1969.- Consideraciones sobre algunos aspectos fisiológicos de Tilletia spp en la Argentina. Rev. Inv. Agrop., Serie 2, Biol. y Prod. Vegetal, Vol. VI (4): 65-75.

NAKAGAWA, M., 1955.- Studies on the resistance of wheat varieties to Gibberella saubinetti II. Genetical factors affecting resistance to G. saubinetti. Ikushugaku zasshi/Jap. J. Breed. 5: 15-22.

RODRIGUEZ AMIEVA, P.J., 1983.- Comunicación personal.

RODRIGUEZ AMIEVA, P.J., F.L. MUJICA, J.H. FRECHA y E.F. ANTONELLI, 1977 a 1982.- Ensayo Territorial de Resistencia a Enfermedades en Trigo, Avena, Cebada, Centeno y Lino en la región cerealera argentina. Boletines informativos Nº 37 al 42. Depart. de Genética, INTA, Castelar.

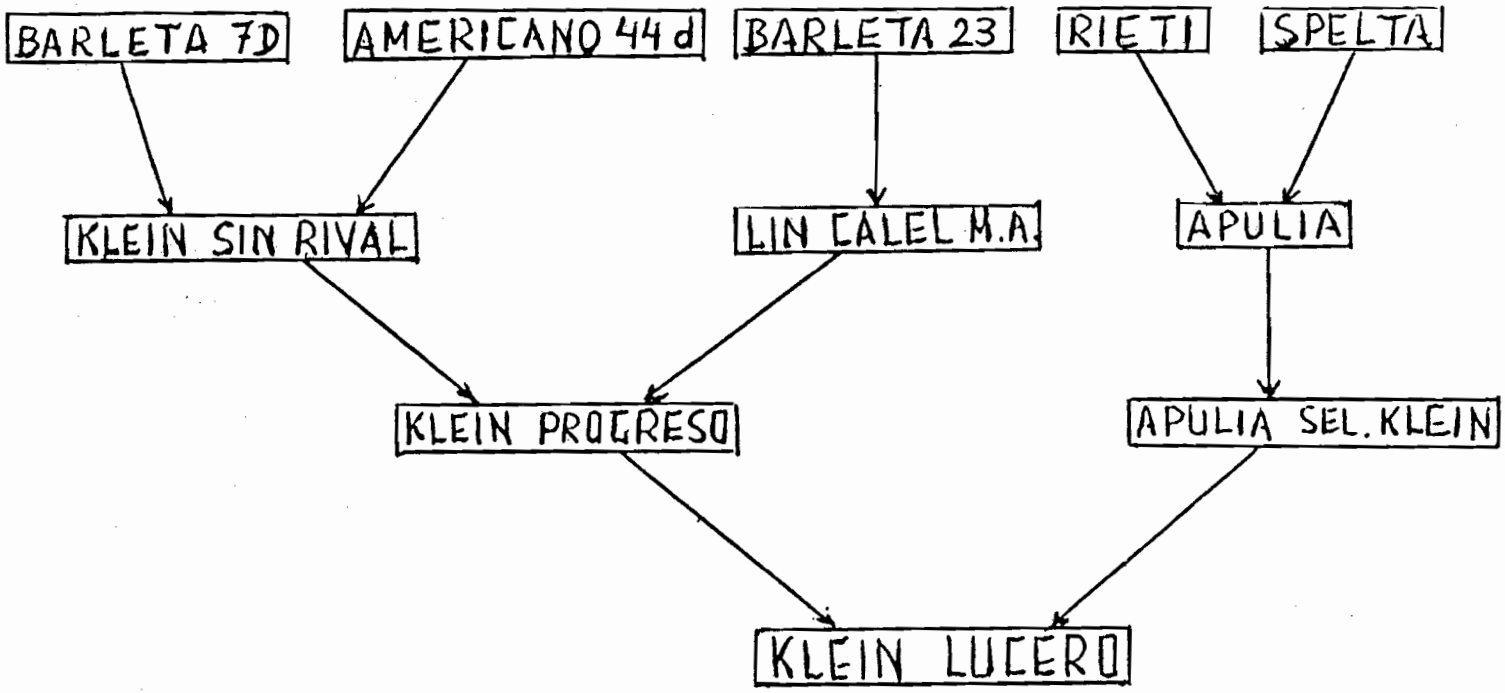
VALLEGA, J. y H.P. CENOZ, 1961.- Comportamiento de variedades de trigo respecto a la roya amarilla (Puccinia glumarum) en la Argentina observado entre 1944 y 1958 en el valle de El Bolsón, Prov. de Río Negro. Rev. Inv. Agric. 15: 113-137.

CUADRO 1.-REACCION DE VARIEDADES DE TRIGO DE ORIGEN TRADICIONAL, Y DE ALGUNAS LINEAS DIFERENCIALES ISOGENICAS, FRENTE A 23 CLONES DE *Puccinia recondita tritici* AISLADOS EN LA ARGENTINA.

VARIEDADES \ CLONES	1636	1605	2908	1608	4765	4206	2883	3395	2947	4488	2982	2841	2902	3298	365	1834	1634	1476	909	1839	4485-S	3815	3376
AMERICANO 25 e	○	○	•	◒	•	•	•	◒	•	•	•	•	•	•	:	•	•	•	•	•	•	:	◒
AMERICANO 26 n (= KLEIN UNIVERSAL)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	◒	●	◒	○	◒	◒	◒	●
AMERICANO 44 d (= KLEIN UNIVERSAL II)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●	●	●
ARDITO SELECCION KLEIN	○	○	○	○	•	•	:	◒	•	•	•	•	•	•	●	:	•	•	•	●	●	●	●
PARLETA 7D	:	●	●	●	:	:	●	○	:	:	:	:	:	:	:	•	•	●	•	●	●	•	○
PELON 33 c (= KLEIN FAVORITO)	:	:	●	●	:	:	:	●	:	:	:	:	:	:	●	●	●	●	●	●	●	●	●
SEL. KLEIN 49 a	●	●	●	●	•	•	●	●	•	•	•	•	•	•	●	•	•	•	•	●	●	●	●
BAGE	○	⊙	:	●	•	•	⊙	●	•	•	•	•	•	•	●	•	•	•	•	•	•	●	●
SIN VALOCHO M.A. TH.6 - DEMOCRAT (Lr3) WICH.8 - DEMOCRAT (Lr3)	●	●	●	●	•	•	●	●	•	•	•	•	•	•	●	•	•	•	•	●	●	●	●
THATCHER6 - K. LUCERO (Lr17)	:	:	●	●	:	:	:	●	:	:	:	:	:	:	●	●	●	●	●	●	●	●	●
KLEIN LUCERO (Lr17 + Lr7D)	:	:	●	●	:	:	:	○	:	:	:	:	:	:	:	•	•	●	•	●	●	•	○

REFERENCIAS: • R : R a MR ○ MR ⊙ MR a MS ◒ MS ● S

BEST AVAILABLE COPY



CUADRO 2.- Esquema del origen de la variedad Klein Lucero.

CUADRO 3.- COMPORTAMIENTO A CAMPO (EXPRESADO EN % DE INFECCION) FRENTE A *PUCCINIA RECONDITA* DE LINEAS ISOGENICAS Y VARIEDADES PORTADORAS DEL GEN Lr 3.

	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981			1982	
	Cast.	Cast.	Cast.	Cast.	Cast.	Cast.	Cast.	Oliv.	Par.	Cast.	Cast.	Raf.
SINVALOCHO M.A.	0	T	0	5	5	T	T	T	T	T	10	0
SEL. KLEIN 49 a	60	80	70	-	90	-	-	-	-	-	60	-
THATCHER[6] - DEMOCRAT (Lr 3)	-	99	90	99	90	99	70	90	80	60	90	80
WICHITA[8] - DEMOCRAT (Lr 3)	-	-	90	-	-	99	90	-	-	-	-	-
WICHITA[7] - MEDITERRANEAN (Lr 3)	-	-	90	-	-	99	-	-	-	-	-	-

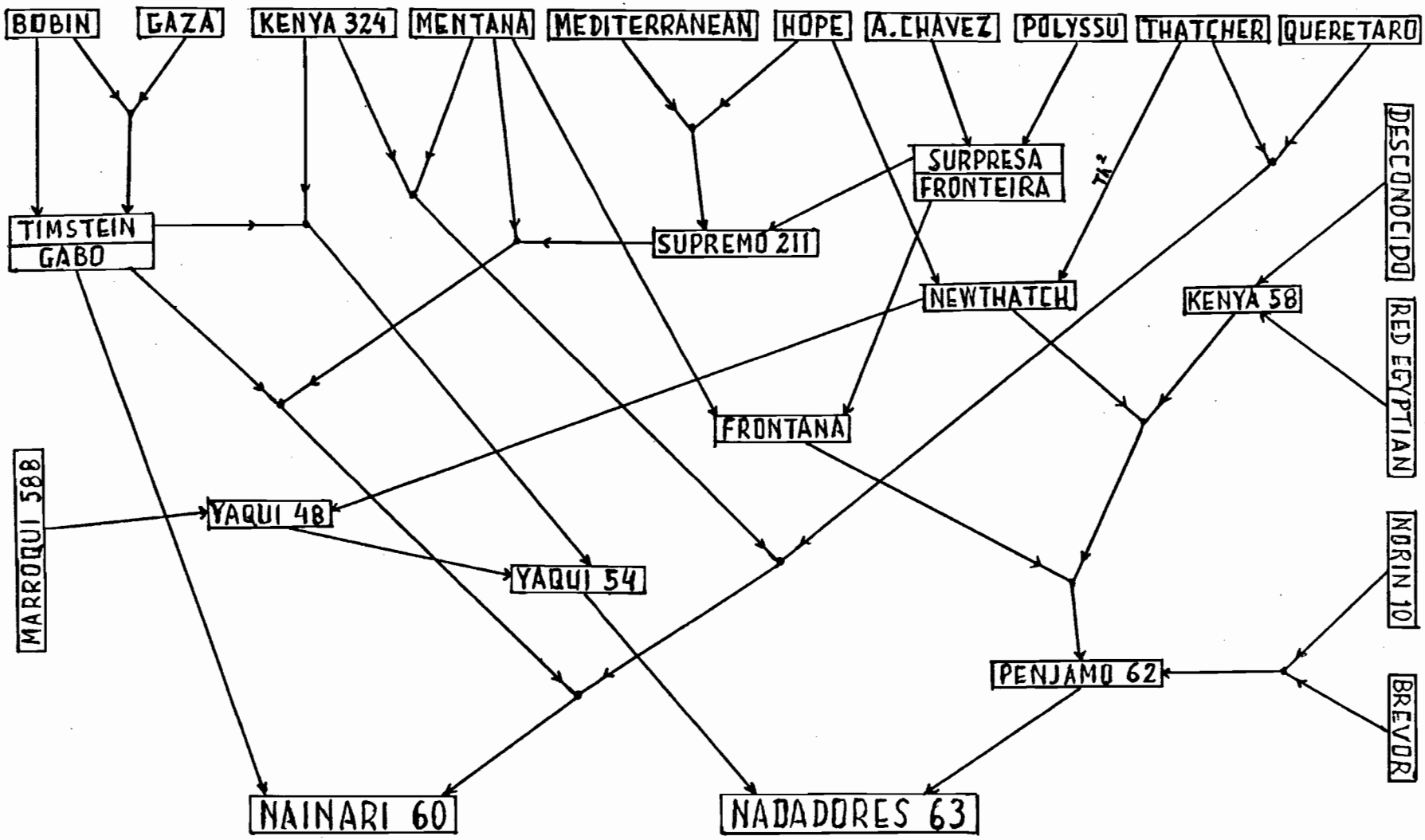
REFERENCIAS: Cast. = Castelar, Prov. de Buenos Aires
Par. = Paraná, Prov. de Entre Ríos
Oliv. = Oliveros, Prov. de Santa Fe
Raf. = Rafaela, Prov. de Santa Fe

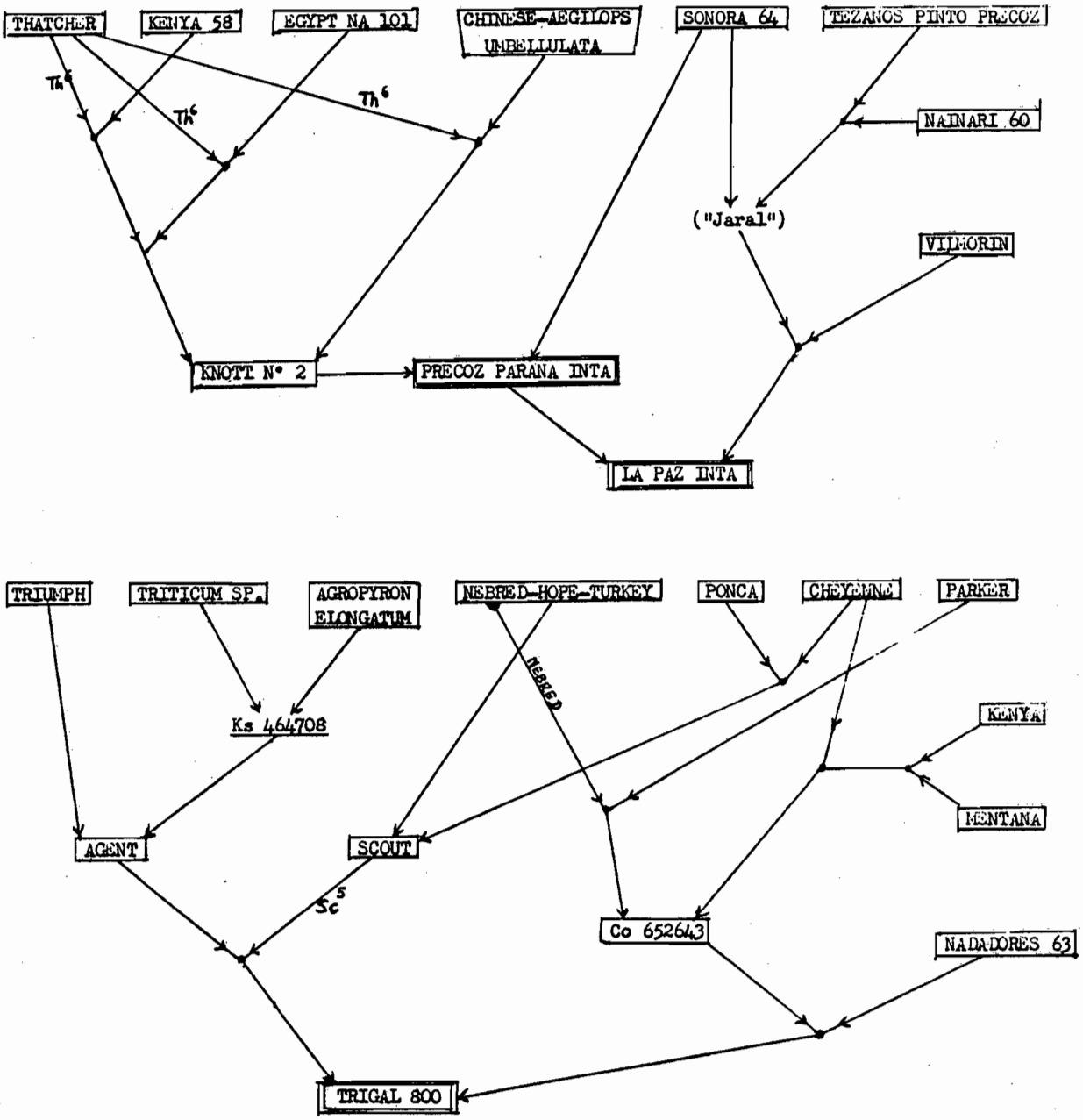
CUADRO 4.- REACCION DE ALGUNOS TRIGOS QUE INTERVIENEN EN LA FORMACION DE CULTIVARES "NO TRADICIONALES" FRENTE A 25 CLONES DE *PUCCINIA RECONDITA*. SE INCLUYE TAMBIEN LA REACCION DE ALGUNAS LINEAS DIFERENCIALES ISOGENICAS.

	1605	1608	2908	4206	2883	3956	3395	4488	2982	2841	2902	3298	4515	365	3471	1834	1634	1476	909	4483-T	1839	4485-S	1888	3815	3376
NADADORES 63	•	○	•	●	•	⊙	•	•	●	◒	•	●	●	•	●	•	•	•	●	●	•	•	—	•	•
NAINARI 60	:	○	•	●	•	⊙	•	•	○	●	•	◒	●	•	—	•	•	•	○	○	•	•	⊥	•	•
GABO ; TIMSTEIN	•	⊙	•	●	:	⊙	•	•	○	●	•	○	●	•	○	•	•	:	○	•	•	•	○	•	•
THATCH.6-EXCHANGE (Lr10)	:	●	:	●	:	●	:	:	●	●	○	●	●	○	●	:	:	:	●	●	:	:	●	:	:
T.PINTO PRECOZ(Lr3+LrF)	○	○	○	•	○	○	⊙	•	•	•	•	•	•	○	○	•	•	•	•	•	○	○	○	—	◒
FRONTANA (Lr F)	○	○	○	●	○	○	○	●	●	○	●	●	●	○	○	◒	◒	○	⊙	⊙	○	○	○	●	●
SINVALOCHO M.A. (Lr 3)	●	●	●	•	●	●	●	•	•	•	•	•	•	●	●	•	•	•	•	•	●	●	●	●	●
TH.6-CENTENARIO (Lr 1)	•	•	•	●	●	●	●	•	•	•	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
SONORA 64 (Lr 1 + Lr 7)	•	•	•	●	●	●	●	•	—	•	●	●	●	○	●	○	●	●	●	●	●	●	●	○	●
YAKT.54 x NORIN 10-BREV	:	•	—	●	●	●	●	•	—	•	●	●	●	○	●	○	●	●	●	●	●	◒	●	○	●
AGENT (Lr 24)	•	•	•	•	•	•	•	●	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	●	•	●	•	•	•
THATCH.6-TRANSFER KNOTT Nº 2 PRECOZ PARANA INTA } Lr9	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

REFERENCIAS: • R : R A MR ○ MR ⊙ MR a MS ◒ MS ● S — Sin información

CUADRO 5.- ESQUEMA DEL ORIGEN DE LOS TRIGOS"NAINARI 60" Y "NADADORES 63" QUE INTERVIENEN EN LA FORMACION DE CULTIVARES "NO TRADICIONALES" ARGENTINOS





CUADRO 6.- ESQUEMA DEL ORIGEN DE LOS CULTIVARES COMERCIALES ARGENTINOS "PRECOZ PARANA INTA", "LA PAZ INTA" Y "TRIGAL 800".

BEST AVAILABLE COPY

CUADRO 7.- REACCION FINAL PRESENTADA FRENTE A CADA UNO DE LOS CLONES DE *P. RECONDITA* INDICADOS, POR UN CULTIVAR HIPOTETICO QUE POSEA LOS GENES Lr 1, Lr 3, Lr F y Lr 10

		1605 2908	1608	4206 3298 4515	2883 3395 1839 4485 -S	3956 3471 1888	4488	2982	2841	2902	365	1834 1634	1476	909 4483 -T	3815 3376
CULTIVAR X	Lr 1	•	•	●	●	●	•	•	•	●	●	●	●	●	●
	Lr 3	●	●	•	●	●	•	•	•	•	●	•	•	•	●
	Lr F	○	○	●	○	○	●	●	○	●	○	◒	○	○	●
	Lr 10	:	●	●	:	●	:	●	●	○	○	:	:	●	:
REACCION FINAL		•	•	•	:	○	•	•	•	•	○	•	•	•	:

REFERENCIAS: • R : R a MR ○ MR ◒ MS ● S

CUADRO 8.- REACCION DE VARIEDADES DE TRIGO TRADICIONALES FRENTE A 6 CLONES DE *PUCCINIA GRAMINIS TRITICI* AISLADOS EN LA ARGENTINA.

VARIEDADES \ CLONES	15 (120)	15(63) (848)	15(77) (3797)	11 MER (3359)	(3358)	(3267)
AMERICANO 25 e	⊙	●	●	○	●	●
AMERICANO 26 n (= K. UNIVERSAL)	●	●	●	●	●	●
AMERICANO 44 d (= K. UNIVERSAL II)	●	●	●	●	●	●
ARDITO SELECCCION KLEIN	⊙	●	●	●	●	—
BARLETA 7 D	●	●	●	○	●	●
PELON 33 c (= KLEIN FAVORITO)	⊙	●	●	●	●	●
SELECCION KLEIN 49 a	●	●	●	●	●	⊙
MENTANA ; FRONTANA	○	●	●	○	●	●
38 M.A. (= Barleta 77 x Chino 466)	●	●	●	●	⊙	⊙

REFERENCIAS: ○ MR ⊙ MR a MS ● S — Sin información

CUADRO 9.- CLASES DE REACCION PRESENTADAS, AL ESTADO DE PLANTULA, POR 35 CULTIVARES COMERCIALES ARGENTINOS FRENTE AL CLON Nº 4739 DE *PUCCINIA GRAMINIS*.

REACCION	CULTIVARES
RESISTENTE	KLEIN ATALAYA, BUCK PUCARA.
MODERADAMENTE RESISTENTE	BUCK CIMARRON, BUCK ÑANDU, BUCK PANGARE, KLEIN TOLEDO, LA PAZ INTA, TRIGAL 800.
MODERADAMENTE RESISTENTE A MODERADAMENTE SUSCEPTIBLE	BALCARCEÑO INTA, BUCK PATACON, KLEIN CARTUCHO.
MODERADAMENTE SUSCEPTIBLE	COOPERACION BAHIA, DIAMANTE INTA, LAS ROSAS INTA, LEONES INTA, NORKINPAN 70, SAIRA INTA, TUC NORTEÑO
SUSCEPTIBLE	BORDENAVE PUAN SAG, BUCK CANDISUR, BUCK CENCERRO, BUCK NAMUNCURA, BUCK NAPOSTA, CHAQUENO INTA, CHASICO INTA, KLEIN CHAMACO, MARCOS JUAREZ INTA, NORKIN T-82, LABRADOR INTA, TRIGAL 706, TRIGAL 707 TRIGAL 708, VICTORIA INTA.
SEGREGANTE	BONAERENSE VALVERDE (MR/S) SAN AGUSTIN INTA (S/R)

NUEVAS APROXIMACIONES EN EL MEJORAMIENTO DE RESISTENCIA A ENFERMEDADES

E.A. Favret, H.A. Saione, P.M. Franzone

En los comienzos del mejoramiento genético con relación a la resistencia a las enfermedades, se tenía la idea que la misma era resultado de efectos génicos simples y que sería duradera en condiciones de cultivo. Sin embargo, en la mayoría de los casos las variedades resistentes liberadas pueden sucumbir luego de períodos de tiempo variables, eventualmente breves, a la población patógena.

Esta situación condujo a los fitotecnistas a dudar de la eficacia de la mejora genética para resistencia a los fitopatógenos utilizando oligogenes.

Actualmente es conocido que la población patógena es muy variable. Aún en aquellos casos como en la Argentina, donde para algunos patógenos no se conoce la existencia de reproducción sexual, la frecuencia de aparición de nuevos alelos o genes de virulencia es sustancialmente grande. Con los sistemas empleados actualmente para estudiar el potencial patógeno de las poblaciones parásitas, sólo es posible detectar estos nuevos genes de virulencia una vez que los mismos estan difundidos en el cultivo. Sería por lo tanto de interés revisar las actuales concepciones a efectos de poder predecir y medir el cambio de estructura de las poblaciones patógenas, con la suficiente antelación para permitir al fitotecnista modificar oportunamente sus planes de mejoramiento. En la presente contribución se discuten nuevas aproximaciones utilizadas en los últimos años en el Departamento de Genética, Castelar, orientadas al logro de estos objetivos, así como también para evitar la erosión alélica durante el proceso de mejora.

Conceptos actuales sobre reacción a enfermedades.

Varios conceptos han sido utilizados hasta el presente para definir la reacción a enfermedades (Cuadro 1). El concepto de persistencia es el más reciente y está asociado a la duración del efecto de los genes una vez introducidos en un cultivar. En general, existe una tendencia a asociar las alternativas horizontal, tal como la definiera Van der Plank (1968) con no-especificidad, herencia poligénica y efecto durable, como asimismo verticalidad con especificidad herencia oligogenica y no-durabilidad.

Sin embardo, en la actualidad se dispone de suficiente información como para suponer que esto no es completo, ni real, ni suficiente, pudiendose mencionar otras combinaciones de alternativas. Un ejemplo concreto es el caso del gen ml-o para reacción a *Erysiphe graminis* en cebada (Favret, 1965; 1971), que confiere resistencia hasta el momento frente a todos los clones conocidos del patógeno. Este caso es considerado como reacción no-especifica, siendo el carácter condicionado por un sólo par génico. Por otro lado, la presencia de sistemas poligénicos no ha sido totalmente demostrada y el efecto de persistencia es un valor relativo.

Sería preferible mantener las cuatro acciones mencionadas en la Cuadro 1 como independientes desde que todas ellas pueden contribuir en el trabajo de

mejoramiento realizado a nivel práctico, a pesar de las dudas sobre el valor lógico de sus definiciones.

Cambios en la estructura de la población patógena.

Con los sistemas de determinación de formas patógenas que emplean actualmente los inmunólogos, la frecuencia de genes de virulencia que se pueden detectar en la práctica es muy pequeña. Debido a ellos, las formas poco frecuentes del parásito pasan desapercibidas. Si analizamos por ejemplo 200 muestras por año, tendríamos la probabilidad máxima de detectar un solo alelo de virulencia si el mismo estuviera en la poblacion en una frecuencia promedio por lo menos de 0,005. Esta frecuencia de detección de alelos virulentos es baja considerando la gran variedad de formas que podrían existir en un área dada. Por esta razón, el conocimiento de la aparición de nuevos biotipos del patógeno capaces de atacar variedades o líneas avanzadas resistentes que conduce, llega usualmente tarde al fitotecnista.

En Argentina se han registrado varios casos de cambio de la población patógena a través del tiempo, uno de los cuales se presenta en el Gráfico 1. En el año 1965 algunas variedades de pedigri emparentado producidas en el Criadero Klein, entre ellas Klein Impacto, que habían tenido hasta el momento, en el gran cultivo, buen comportamiento frente a Puccinia recóndita var. tritici, mostraron un aumento progresivo del promedio de infección; dos años más tarde este promedio era tan alto como el de las formas susceptibles.

Otra variación importante en la población de P. recóndita se observó poco después de la incorporación al cultivo de los denominados "trigos mejicanos". Estos trigos derivados de la variedad Norin 10 revolucionaron a partir de los años 1970 la estructura triguera mundial. En el año 1976, el 40 % del área cultivada de trigo en la Argentina estaba ocupada por estas formas y actualmente se estima que la misma es aproximadamente del 70 %. Este cambio brusco de la población de huésped trajo aparejado consigo, como era de esperar, la alteración de la estructura poblacional del patógeno. Como puede observarse en el Gráfico 2, las variedades Marcos Juárez INTA, Dekalb Lapacho y Leones INTA, que hasta 1975 presentaban elevado nivel de resistencia, pasaron abruptamente a ser susceptibles, y en 1976 mostraron niveles de infección tan altos como el testigo susceptible Klein Toledo. Finalmente puede observarse como la variedad Trigal 800, que poseía un gen para resistencia prácticamente desconocido en nuestros trigos, se convierte en un lapso de dos años de muy resistente a completamente susceptible.

Aproximadamente en la misma época, Gráfico 3, se notó un marcado incremento en los niveles de infección provocados por Septoria tritici, debiendose el mismo a que las variedades de origen mejicano eran más sensibles al patógeno que las tradicionales (Rodríguez Amieva et al. 1980).

Una situación similar se observó, asimismo, cuando se analizaron los promedios de infección frente a P. glumarum.

Por otro lado, un interesante ejemplo de cambio de estructura en la población de un patógeno está presentado en el Gráfico 4. Como puede observarse, Sinvalocho M.A., una variedad difundida ya en 1940 pero que desde 1956 no se

cultiva y sólo aparece como progenitor de variedades tradicionales, mostró a lo largo de 26 años un buen comportamiento frente a P. recóndita, habiendo mostrado el promedio de infección la tendencia a mantenerse o aún disminuir. Por el contrario, una mutante inducida en Sinvalocho Gama 1R- fue en un comienzo mas resistente, pero a partir de 1975, año en que como vimos anteriormente cambia la población de este patógeno, pasa a ser susceptible. Conviene destacar que en este caso se trata de líneas isogénicas.

La variación en el comportamiento varietal depende, por supuesto, del cambio en la población patógena, pero a su vez, esta motivada por el cambio de la primera. Tales variaciones no son fácilmente previsibles.

Es de interés señalar que como en el caso mencionado de Sinvalocho, las variedades Pergamino Gaboto, El Gaucho, Buck Manantial, Buck Cimarrón, Buck Sudeste, Buck Ñandú, Buck Cencerro, Buck Napostá, Buck Namuncurá y Precoz Paraná INTA, constituyen genotipos cuya resistencia a P. recóndita persistió (durabilidad) a través de los años, a pesar de que algunas de esas variedades tienen amplia difusión en los cultivos. En todos los casos mencionados se trata de genes de reacción específica.

El análisis de los ejemplos mencionados permite extraer algunas conclusiones de tipo general.

En primer lugar, puede notarse que cambios súbitos en la estructura de la población patógena ocurren usualmente cuando en el gran cultivo se reemplaza en forma abrupta, en un área considerable, una variedad o grupo de variedades por otro.

Cuanto más grande es el número de genes de reacción reemplazados por genes desconocidos, mayor es el número de patógenos que sufren cambios en su estructura poblacional, como ocurrió en el año 1975, donde el mismo no sólo fue detectado en P. recóndita sino también en P. glumarum y S. tritici.

Por lo tanto, no es aconsejable sustituir bruscamente los genes del huésped, sino por el contrario, introducir los nuevos genes en forma lenta para sumarlos a los ya existentes.

Nuevas aproximaciones para el estudio de las poblaciones patógenas.

Considerando las limitaciones que imponen las actuales técnicas utilizadas para estudiar la evolución de las poblaciones patógenas, es necesario desarrollar nuevas concepciones que permitan al fitotecnista:

a) Prever los cambios que ocurren en la población del parásito en forma más anticipada que la actual, y
b) Mantener el conocimiento de la medida en que los genes útiles que estaban en el cruzamiento inicial permanecen en el material que conduce (erosión alélica).

A continuación se proponen algunos métodos dirigidos a obtener información sobre estos importantes aspectos del mejoramiento.

1) Nurseries móviles.

La vida útil de un cultivar con relación a una enfermedad, a la cual es resistente, será función de la persistencia del o de los genes que posee. Para conocer esta última característica, se debe tener la posibilidad de detectar los correspondientes alelos de virulencia, que deberan estar en muy baja frecuencia. Para que el cultivar devenga susceptible, esos alelos deben incrementar su frecuencia.

Además, debe puntualizarse el hecho de que la expresión de una reacción compatible (huésped susceptible) indica que todos los genes correspondientes de virulencia del patógeno deben estar simúltaneamente presentes. Por ello puede ocurrir que algunos genes de virulencia pueden permanecer ocultos en el genotipo. Asimismo, si la expresión es de incompatibilidad (huésped resistente), no se conoce el número de genes que intervienen en la reacción.

Un sistema adecuado para detectar alelos de virulencia, cuya frecuencia en la población sea inferior al 5-10 %, es el de las nurseries móviles, que fuera ensayado por primera vez en Israel por Eyal et al. (1973) para el estudio del sistema oidio: cebada y que se realiza en condiciones sumamente simplificadas. En el Departamento de Genética, INTA, Castelar, la nursery se realiza sembrando el huésped en hidroponia segun el método de Myhill y Konzak (1967). Las semillas se siembran entre dos hojas de papel secante que se unen por medio de broches. Los "sandwiches" resultantes se colocan en un soporte ranurado de material plástico y todo el conjunto se introduce en un recipiente que contiene agua. En el caso del sistema trigo: Puccinia, las plántulas se dejan crecer en invernáculo hasta el desarrollo de su primera hoja y luego las nurseries son expuestas en el campo durante una noche a los efectos de que reciban el inóculo. Posteriormente, las mismas son trasladadas nuevamente al invernáculo y se las coloca en cámara húmeda durante 24 hs y a los 15 días se analizan los tipos de infección sobre los distintos huéspedes. Estas nurseries son sumamente livianas, por lo que se las puede transportar a grandes distancias sin inconvenientes. Si las nurseries se exponen para el muestreo en áreas alejadas de la que se realizara el análisis, la cámara húmeda se debe realizar durante el viaje para evitar la desecación del inóculo.

Cada nursery esta constituída por un determinado número de huéspedes elegidos de acuerdo al material sobre el que el fitotecnista desea obtener información y se le agrega una variedad que, por experiencia previa, presenta una gran aceptabilidad a la roya en diferentes condiciones de cultivo. Conviene señalar que, aunque no existe manera de saber si un genotipo es susceptible a todos los clones del patógeno (huésped susceptible universal), usualmente se dispone de genotipos que son susceptibles a la mayoría de los presentes en el área a muestrear.

El análisis de las muestras consiste en dos pruebas secuenciales denominadas de frecuencia y de heterogeneidad. Con el primer test se determina la frecuencia original relativa de esporos con genes de virulencia capaces de atacar cada genotipo. Para ello se calcula el promedio del número de pústulas por hoja y se lo compara con aquel de un testigo susceptible (Cuadro 2). Con los esporos cosechados en cada una de las variedades empleadas se realiza la prueba de heterogeneidad, que consiste en inocular con los mismos uno o un grupo de genotipos de la serie usada.

En el Cuadro 3 se presentan los resultados obtenidos a partir de 20 muestras tomadas en tres fechas en el campo experimental de Castelar, Gama 1R es una mutante inducida en Sinvalocho cuyo locus A_1 es el resultado de una transposición a otro cromosoma del gen A_0 llevado por la línea madre. La línea Gama Precoz posee ambos genes. Purplestraw, utilizado como testigo, es una variedad que se comporta en nuestra zona cerealera como muy susceptible frente a la población de P. recóndita. La prueba de frecuencia indica el comportamiento de los huéspedes frente a la población patógena. Los datos muestran que Gama Precoz, que posee ambos genes, presenta menos frecuencia de pústulas que Gama 1R y la línea madre. La diferencia se analizó por medio de la prueba del signo comparando los resultados obtenidos en Gama Precoz con respecto a Sinvalocho y/o Gama 1R, dentro de los sucesivos muestreos, resultando altamente significativa ($P < 0,004$).

El muestreo sucesivo de un área permite seguir con facilidad las fluctuaciones de las frecuencias relativas de los genes de virulencia a través del tiempo.

En el Cuadro 4 se presenta un test de heterogeneidad que incluye la variedad tradicional Klein Impacto y la variedad Surgentes INTA con germoplasma no tradicional de origen mejicano. Los datos corresponden a porcentajes de infección promedio de ocho infecciones artificiales. Solamente un 22 % de los esporos colectados sobre Surgentes INTA son virulentos sobre Klein Impacto únicamente un 15 % son virulentos sobre Surgentes INTA. En ambos casos, la escasez de pústulas es significativa ($P < 0,01$).

La línea punteada señala una reacción cruzada, indicadora de reacción específica (Favret, 1971), a nivel de frecuencia. Estos resultados indican que las formas virulentas sobre Surgentes INTA y no-virulentas sobre Klein Impacto, estan asociadas negativamente con aquellas virulentas sobre Klein Impacto y no virulentas sobre Surgentes INTA. Por lo tanto, se puede predecir con bastante certeza que cualquier cambio favoreciendo a los clones patógenos virulentos sobre Surgentes INTA provocará la disminución de formas que atacan a Klein Impacto.

De lo expuesto surge claramente que a través de la utilización de un método simple como es el de las nurseries móviles, se puede obtener la información correspondiente para calificar y cuantificar a la población del patógeno.

2) Familias segregantes.

Otro método, que por su simplicidad puede ser utilizado por el mejorador en aquellas áreas donde existe infección natural del patógeno, es el empleo de familias segregantes de los cruzamientos que conduce en su programa.

El sistema consiste en analizar frente al patógeno, a lo largo del proceso de mejora, la descendencia de plantas F_2 del cruzamiento elegido, y compararla con las subsiguientes generaciones a través de los años necesarios para realizar el mejoramiento.

Así, considerando que una planta F_2 puede proveer 200 semillas sería posible, usando 40 semillas por año, comparar hasta la generación F_8. Estas semillas

pueden sembrarse a campo o en nurseries móviles, en una o dos épocas de siembra y de esta manera controlar las posibles variaciones de la población patógena.

Cualquiera sea el número de genes resistentes iniciales en ambos padres, la aparición de alelos de virulencia para aquellos, será de inmediato observado en las progenies F_2 segregantes, o bien constatar su pérdida durante el proceso de selección del huésped.

Es un hecho frecuente que cuando se desea transmitir más de un par génico de resistencia, es posible la pérdida de uno de ellos por la deriva génica provocada por índices de selección elevados, lo que traecomo consecuencia que las líneas avanzadas o las nuevas variedades posean una vida útil menor que la que cabría esperar de la variedad padre resistente. Ejemplos de esa naturaleza se tienen en el caso de la variedad de lino Alcorta INTA (Antonelli, 1983) y las variedades de cebada Magnif 102, 104 y 132 (Antonelli et al. 1976). Es posible, por consiguiente, que el mismo fitotecnista se mantenga informado de la evolución de la población patógena de su área, estudiando el comportamiento de los genes de resistencia incluidos en las variedades padres, mediante el empleo de las familias segregantes.

3) Condición homocigota o heterocigota del patógeno.

El cambio de dominancia a recesividad de la interacción específica en aquellos sistemas donde el patógeno involucrado es diploide o dicariótico, podría proveer información con respecto a la posible aparición de nuevos biotipos del parásito.

Samborsky (1963) analizando un gen de la variedad de trigo Transfer frente a *P. recóndita*, encontró que cuando éste estaba en condición heterocigota, se comportaba como dominante o recesivo dependiendo, respectivamente, de la condición homocigota o heterocigota del alelo correspondiente no-virulento del patógeno.

Nuestros propios resultados obtenidos a través del empleo de líneas isogénicas en el trigo y *P. recóndita* (Franzone y Favret, 1982; Suarez y Favret, 1984), demostraron que un gen en el huésped se expresará como dominante o recesivo, según la constitución genética del patógeno. Este hecho confirma, tal cual lo señalaron Watson y Luig, 1968; Watson, 1970) que el incremento de alelos de virulencia puede proceder en una forma escalonada.

En consecuencia, la reacción de formas heterocigotas del huésped permitiría determinar el incremento de la frecuencia de los alelos correspondientes de virulencia.

Comentario final.

Los nuevos métodos de la inmunología vegetal propuestos en los últimos años, como los de Wolfe y Schwarzbach (1975) o los nuestros, presentados sumariamente en este trabajo, tienden a estudiar la dinámica de las poblaciones patógenas para tratar de predecir el sentido de su evolución. Podría así el fitotecnista pronosticar con mayor información el valor potencial de sus logros en el campo de la resistencia genética a las enfermedades en las plantas cultivadas.

LEYENDAS

GRAFICO 1. Reacción a campo frente a Puccinia recóndita de la variedad Klein Impacto y un control (promedio de las cuatro variedades más susceptible), observándose el drástico incremento de los alelos de virulencia correspondientes. Datos del E.T.R.E. 1953-73.

GRAFICO 2. Reacción a campo frente a Puccinia recóndita de cuatro variedades con germoplasma no tradicional de origen mejicano y el testigo susceptible Klein Toledo, observándose el drástico incremento de los alelos de virulencia correspondientes. Datos del E.T.R.E. 1970-82.

GRAFICO 3. Variedades agrupadas en orden creciente de acuerdo a su susceptibilidad a Septoria tritici, indicando su origen tradicional o mejicano. Datos del E.T.R.E. 1979.

GRAFICO 4. Evolución de la reacción a campo frente a Puccinia recóndita de la variedad Sinvalocho M.A. y su mutante inducida, Gama 1R, para reacción a roya, a lo largo de 26 años; observándose las tendencias opuestas en cuanto a la frecuencia de los correspondientes alelos de virulencia. Datos del E.T.R.E. 1957-82.

CUADRO 1. Diferentes alternativas para los conceptos referidos a la relación hospedante: patógeno. No existe necesariamente correlación entre las alternativas a lo largo de las filas.

CUADRO 2. Esquema de las frecuencias originales de campo, registradas en número de pústulas relativas a un control (Test de frecuencia), y la frecuencia resultante de la infección artificial de una nueva serie con el inóculo proveniente de los huéspedes de la primera (Test de heterogeneidad), indicando los dos pasos secuenciales sugeridos por nuestro método.

CUADRO 3. Test de frecuencia: número de pústulas de Puccinia recóndita observadas en infecciones naturales en líneas isogénicas de trigo al estado de plántula, a través de tres ensayos realizados en distintas fechas. Campo experimental Castelar, año 1980.

CUADRO 4. Test de heterogeneidad: porcentaje de pústulas de Puccinia recóndita: promedio de ocho infecciones artificiales. Las flechas indican la presencia de una reacción cruzada entre dos variedades en función del origen del inóculo.

GRAFICO 1

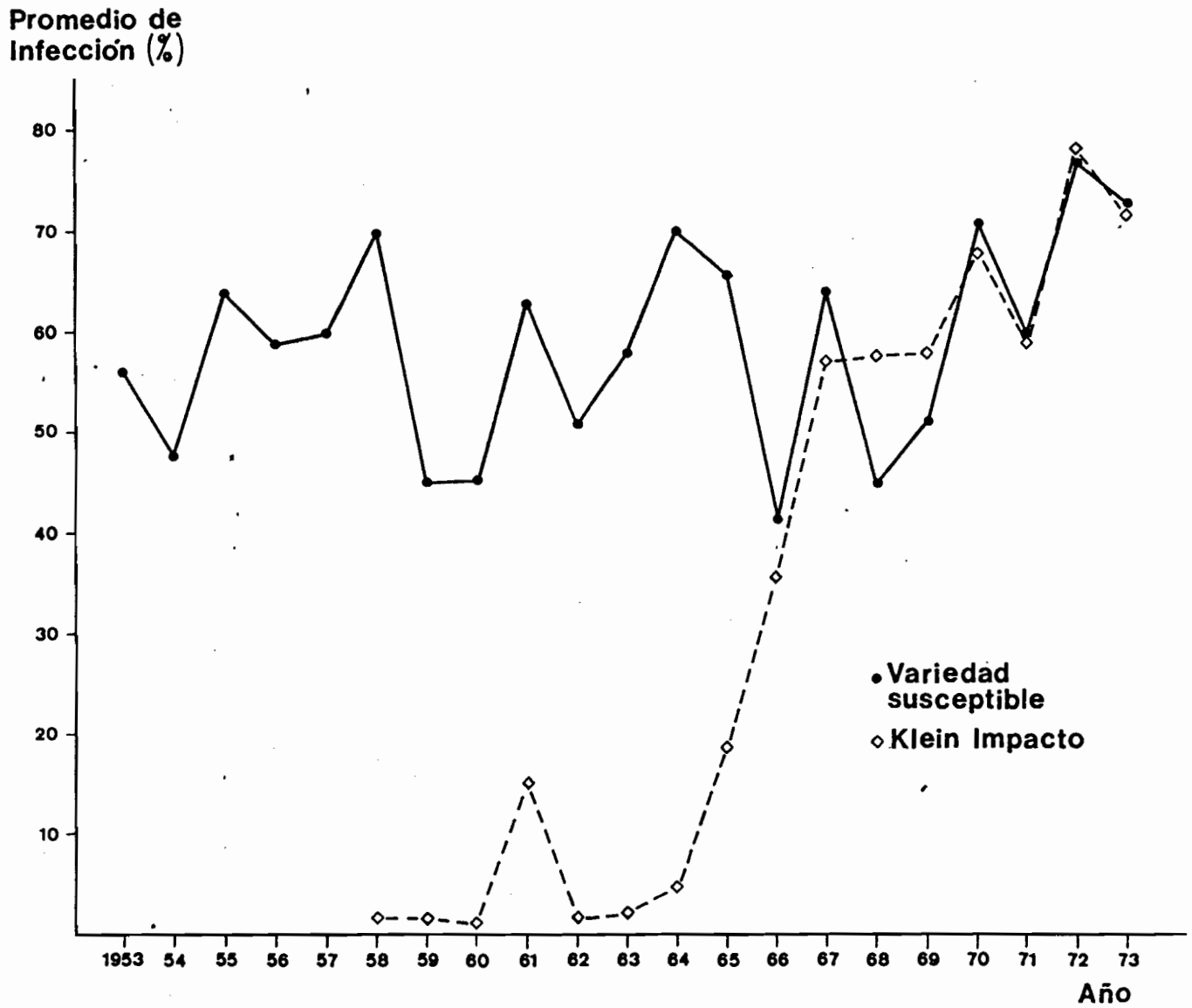

Promedio de Infección (%)
80
70
60
50
40
30
20
10
1953
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
Año
• Variedad susceptible
◇ Klein Impacto

GRAFICO 2

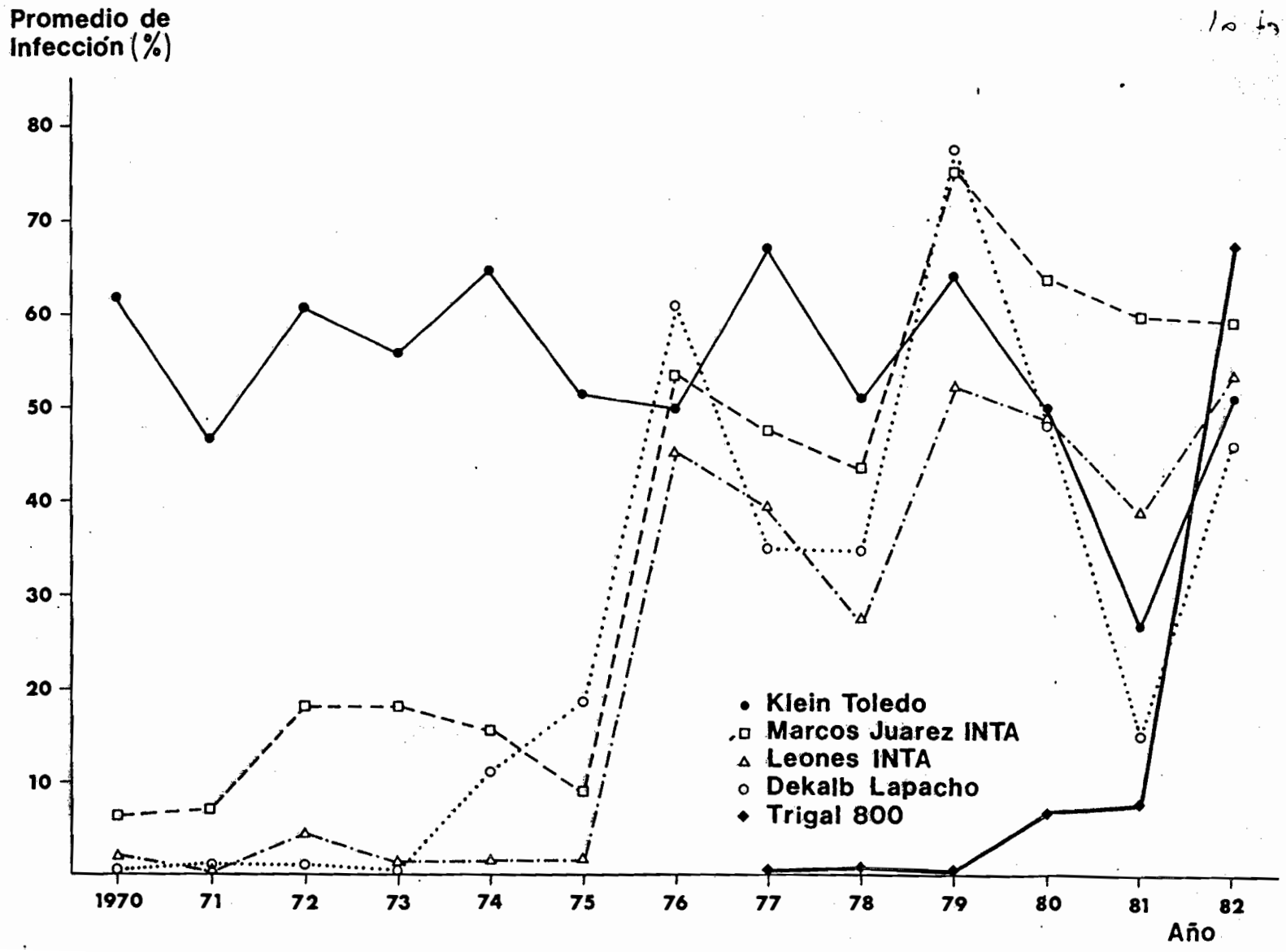
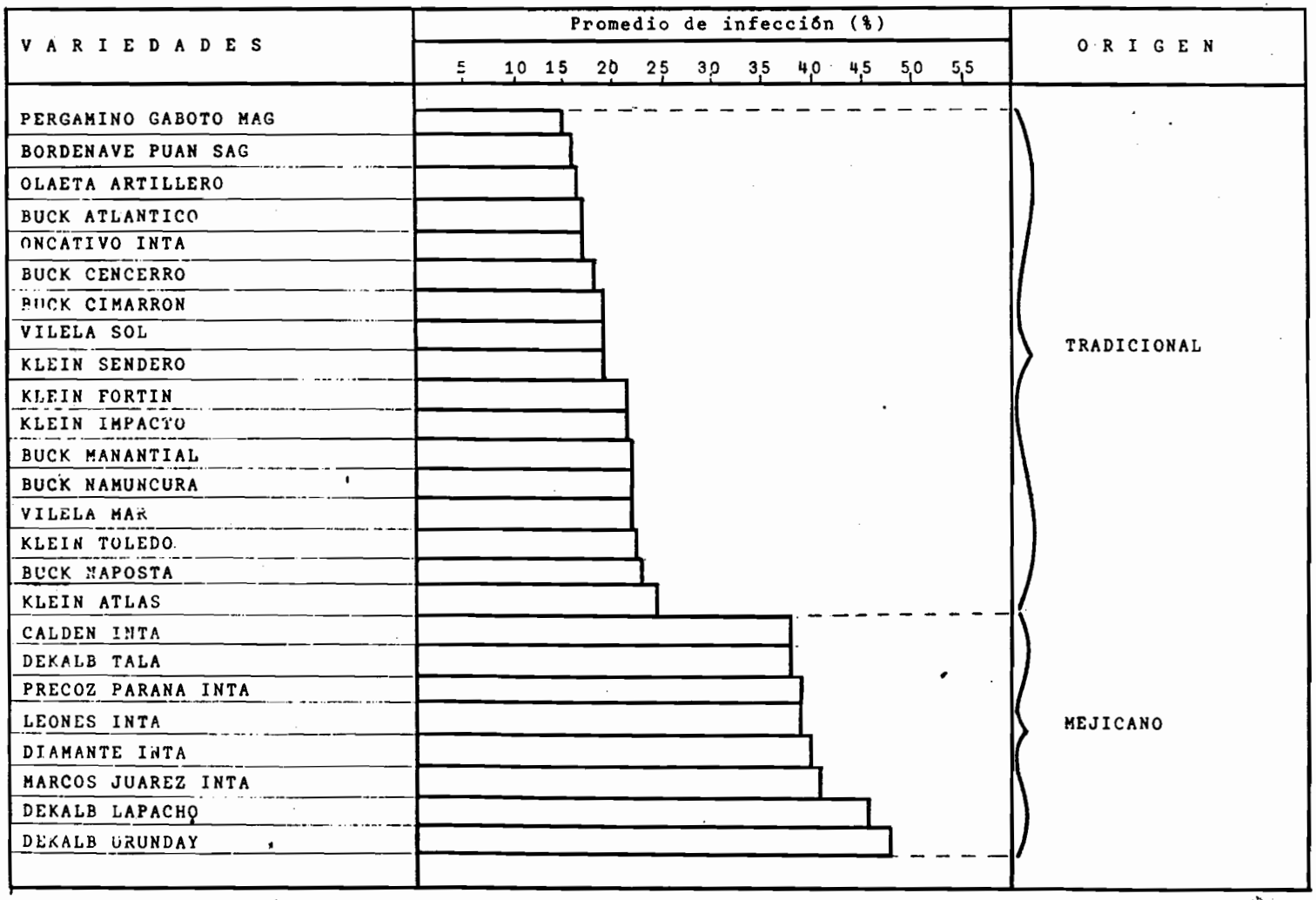
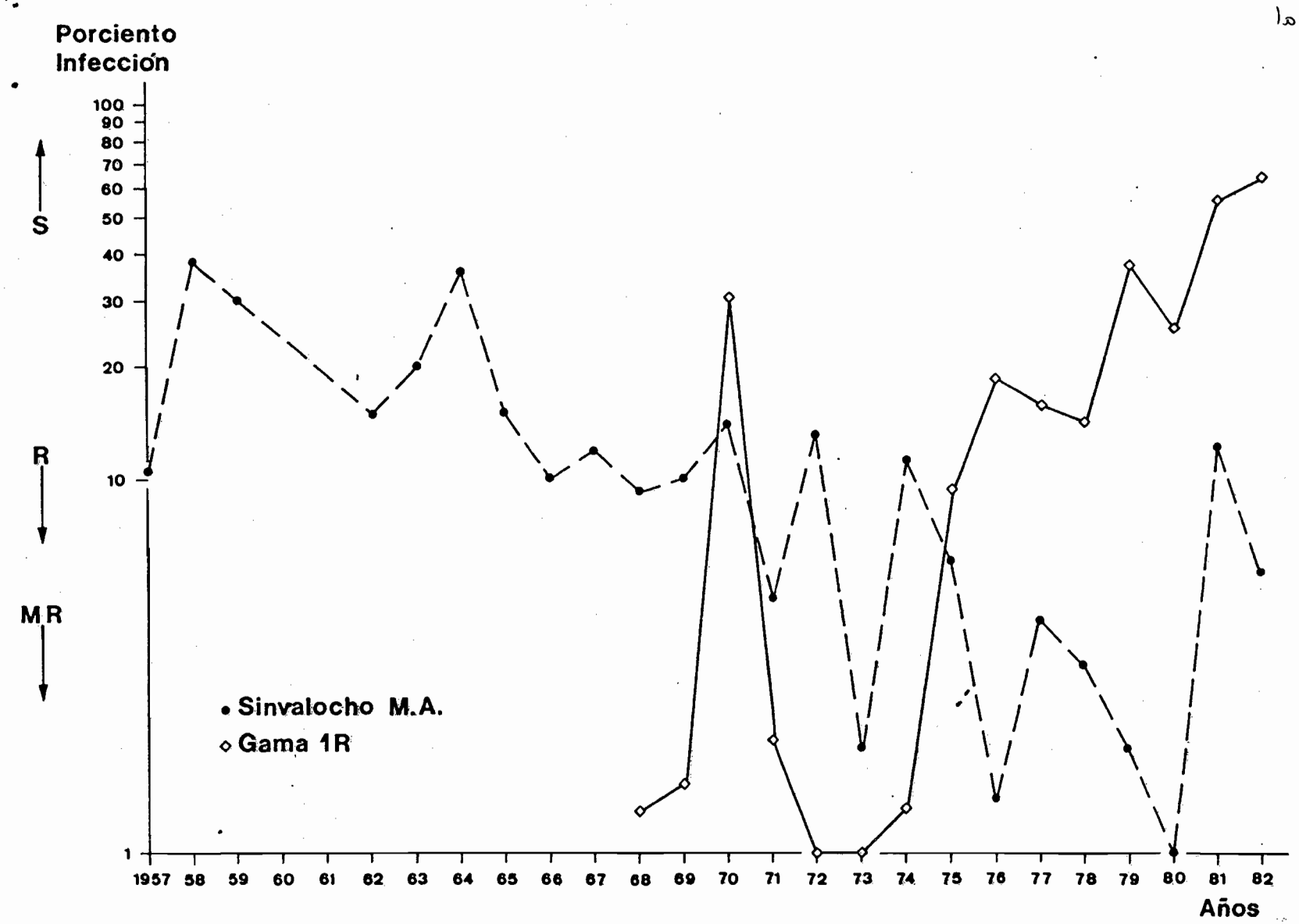

Promedio de Infección (%)
80
70
60
50
40
30
20
10
1970
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
Año
Klein Toledo
Marcos Juarez INTA
Leones INTA
Dekalb Lapacho
Trigal 800

GRAFICO 3: VARIEDADES AGRUPADAS EN ORDEN CRECIENTE DE ACUERDO A SU SENSIBILIDAD A *Septoria*, INDICANDO SU ORIGEN TRADICIONAL O MEJICANO. DATOS DEL E.T.R.E. 1979.



BEST AVAILABLE COPY

GRAFICO 4

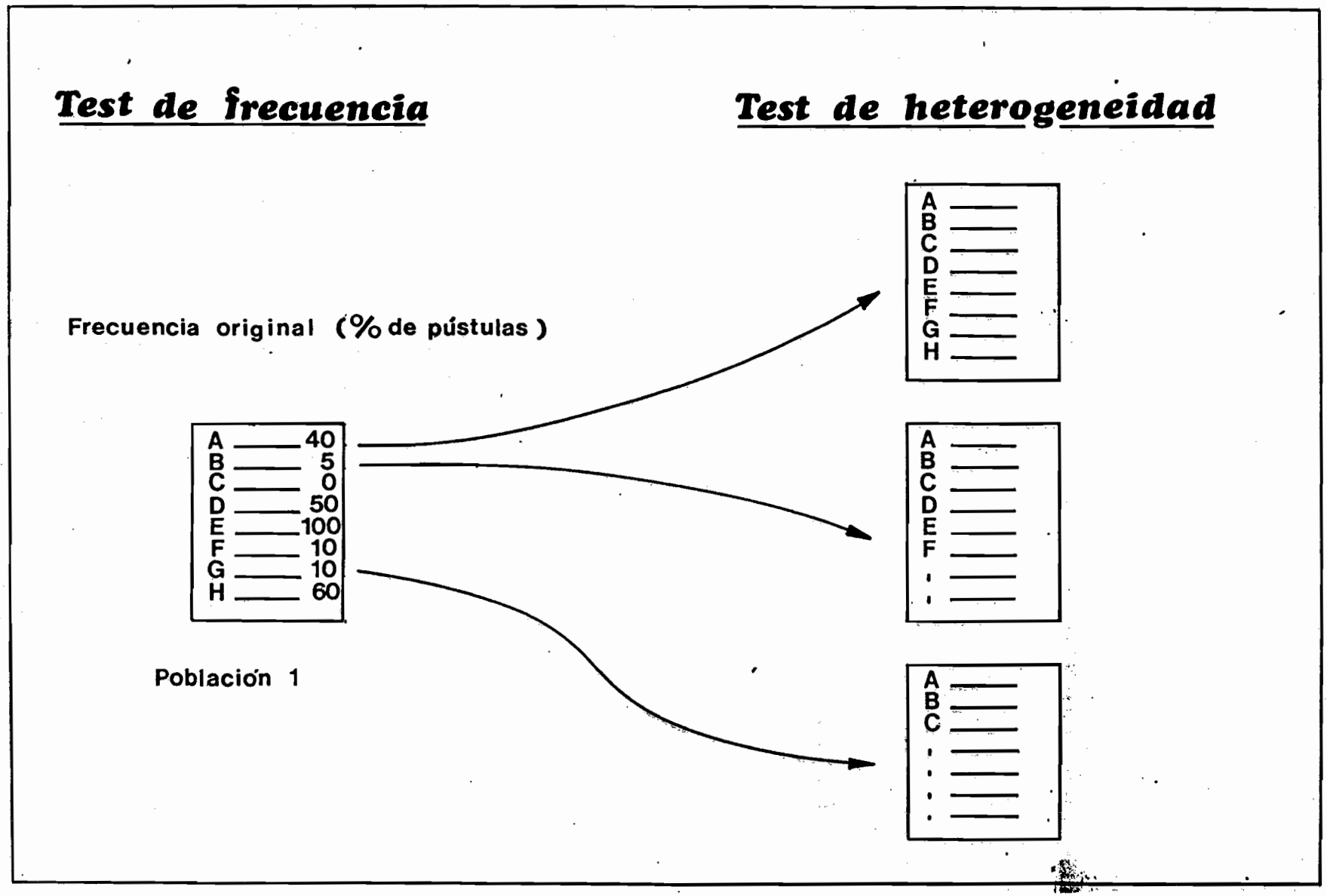


BEST AVAILABLE COPY

CONCEPTO / ALTERNATIVA	EPIDEMIOLOGICO	FISIOGENETICO	GENETICO	PERSISTENCIA
A	HORIZONTAL	NO-ESPECIFICO	POLIGENICO	DURABLE
1-A	VERTICAL	ESPECIFICO	OLIGOGENICO	NO- DURABLE

CUADRO 1.-

CUADRO 2


Test de frecuencia
Test de heterogeneidad
Frecuencia original (% de pústulas)
A 40
B 5
C 0
D 50
E 100
F 10
G 10
H 60
Población 1
A B C D E F G H
A B C D E F
A B C

CUADRO 3

TEST DE FRECUENCIA

Datos de plántulas a campo. Número de pústulas.

FECHAS	PURPLESTRAW	LINEAS ISOGENICAS		
		SINVALOCHO M.A.	GAMA 1 R	GAMA PRECOZ
	- -	A_0 -	- A_1	A_0 A_1
13-11-80 n=4	349	32	28	5
16-11-80 n=4	224	27	36	2
20-11-80 n=12	3872	585	1061	202
%	100	14	25	5

CUADRO 4

TEST DE HETEROGENEIDAD

Hospedantes / Origen del inóculo	Purplestraw	Surgentes INTA	Klein Impacto
Purplestraw	100	35	21
Surgentes INTA	100	100	22
Klein Impacto	100	15	100

BIBLIOGRAFIA

ANTONELLI E.F. 1983. Un caso de erosión génica: susceptibilidad del cultivar de lino oleaginoso Alcorta INTA a la roya del lino (Melampsora lini). Comunicación presentada en el XIVºCongreso de la Sociedad Argentina de Genética. San Luis.

ANTONELLI E.F., FRECHA, J.H. y MUJICA F.L. 1976. Presencia en la Argentina de una raza de Puccinia hordei virulenta sobre el gene Pa 5. Bol. Genet.Inst.Fitotec.Castelar, Nº9: 15-20.

EYAL Z.; YURMAN Ruth; MOSEMAN J.G. and WAHL I. 1973. Use of mobile nurseries in pathogenicity studies of Erysiphe graminis hordei on Hordeum spontaneum. Phytopathology 63: 1330-1334.

FAVRET E.A. 1965. "Induced mutations in breeding for disease resistance". The Use of induced mutations in plant breeding. FAO/IAEA Techn. Meeting, Rome (1964). Pergamon Press, Oxford: 521-36.

FAVRET E.A. 1971. The host-pathogen system and its genetic relationships. In Barley Genetics II. Proceed. 2nd Intern.Barley Gen.Symp. (R.A. Nilan, ed.) Pullman, Washington State Univ. Press, 457-471.

FAVRET E.A. 1971. "Different categories of mutations for disease reaction in the host organism". Mutation breeding for disease resistance. IAEA, Vienna, 107-116.

FRANZONE P.M. and FAVRET E.A. 1982. Mutations for pathogenicity in wheat leaf rust Puccinia recondita var. tritici induced by ethyl-methane sulphonate. Phytopah. Z., 104: 289-298.

MYHILL R.R. and KONZAK C.F. 1967. A new technique for culturing and measuring barley seedlings. Crop Sci. 7, 275-276.

RODRIGUEZ AMIEVA P.J.; MUJICA F.L., FRECHA J.H. y ANTONELLI E.F. 1980. Ensayo Territorial de Resistencia a Enfermedades en trigo, avena, cebada, centeno y lino en la región cerealera argentina en 1979. Boletin Informativo Nº39, Departamento de Genética, Castelar.

SAMBROSKY D.J. 1963. A mutation in Puccinia recondita Rob.ex Desm.f.sp. tritici to virulence on Transfer, Chinese Spring x Aegilops umbellulata Zhuk.Can.J.Bot. 41: 475-479.

SUAREZ E.Y. and FAVRET E.A. 1984. Reaction of leaf rust of a "sinvalocho" wheat gene in hemizygous condition. (En prensa).

VAN DER PLANK I.E. 1968. Disease resistance in plants. 206 pp. New York and London, Academic Press.

WATSON I.A. 1970. Changes in virulence and population shifts in plant pathogens. Ann. Rev. Phytopath. 8, 209-230.

WATSON I.A. and LUIG N.H. 1968. Progressive increase in virulence in Puccinia graminis f.sp. tritici. Phytopathology 58, 70-73.

WOLFE M.S. and SCHWARZBACH E. 1975. The use of virulence analysis in cereal mildews. Phytopathologische Zeitschrift. 82: 297-307.

TRIGO: DESARROLLO DE CULTIVARES RESISTENTES A AFIDOS

H. Arriaga

1.- Control de insectos- generalidades

Los sistemas modernos de protección de los cultivos se basan en el control integrado, el que, con un firme fundamento ecológico, compatibiliza una amplia gama de recursos técnicos. Ello permite un manejo adecuado de las plagas, que tiende a mantener la población a niveles inferiores a los que causan daños económicos. El objetivo del control integrado es obtener óptimo rendimiento y calidad en el cultivo al menor costo posible, teniendo en cuenta las exigencias del sistema agroecológico y la preservación del ambientes a largo plazo. Dentro de este tipo de control, la resistencia genética se considera fundamental porque provee la manera ideal para disminuir o anular el daño causado por los insectos. El uso de variedades resistentes no implica mayores costos; solo puede provocar una ligera alteración del equilibrio entre la plaga y sus enemigos naturales. Asimismo, reduce o hace innecesaria la aplicación de productos químicos que contaminan el ambiente y perjudican a los insectos útiles. Por otra parte, es compatible con otros métodos de control como los biológicos, culturales, químicos, etc, aumentando su eficiencia.

1-2.- Control genético

La resistencia genética a insectos es un tema conocido desde hace más de 1 1/2 siglos (Lindley, 1831, Eriosoma lanigerum Hausm, en manzano). Adquirió mayor notoriedad en la segunda mitad del siglo XIX, en Francia, con la resistencia del pie americano a la filoxera de la vid (Dactylophaera vitifolii Fitch). Si bien otros problemas agrícolas insectiles importantes fueron solucionados en base a resistencia genética, los trabajos no alcanzaron la cantidad, trascendencia, ni profundidad de los referidos a enfermedades criptogámicas. Varios fueron los factores que determinaron esta limitación, y entre ellos, el más importante, fue el auge de los insecticidas. Sin embargo, a partir de la segunda mitad de este siglo, un número cada vez mayor de investigadores se dedicó al estudio de la resistencia genética, lo que ha determinado que la lista de cultivares resistentes y el número de especies de insectos comprendido se hayan incrementado notablemente.

Existen una serie de factores fisiogénicos que regulan la relación planta-insecto, cuya acción puede ser modificada por otros (ambientales, culturales etc), que pueden alterar esa interacción. En general, la mayoría de los investigadores sigue los lineamientos de Painter (1951), en cuanto a la clasificación de los mecanismos de resistencia. La tolerancia, la no preferencia, o la antibiosis pueden manifestarse con mayor o menor intensidad con relación a una o mas plagas. Pero en todos los casos resultan útiles para ser consideradas en un plan de control integrado. De estos mecanismos, que no alcanzan a comprender todas las posibilidades en la relación planta-insecto, con el que más se ha trabajado es con la tolerancia. Se la puede definir como la capacidad de la planta de neutralizar, anular, disminuir o reparar el daño ocasionado por el insecto, con la menor alteración en el

desarrollo y, en especial, en la calidad y rendimiento del producto obtenido. Es el de mayor interés e importancia, pero el más influenciado por el ambiente, vigor y estado de desarrollo de la planta y densidad de cultivo. También influyen el tamaño y estadío del insecto y la intensidad del ataque. Pero aún supeditado a tantos factores, resulta el más conveniente. Permite un equilibrio natural entre hospedante e insecto y resulta comparable al concepto de resistencia horizontal en enfermedades criptogámicas. Por lo general, se manifiesta combinado con alguno de los otros mecanismos de resistencia (antibiosis, no preferencia). Es, sin duda, el más factible de utilizar en planes fitotécnicos por que permite el estudio de un mayor número de progenies segregantes, con una relativamente fácil identificación a campo en infestaciones naturales, de los genotipos que lo poseen. Es con este mecanismo con el que más se ha trabajado con pulgón verde en la Cátedra. Las variedades obtenidas y las líneas que se estan conduciendo en trigo, avena y cebada se han seleccionado en base a resistencia por tolerancia en ensayos específicos.

La no preferencia esta relacionada con características de las plantas que producen indiferencia o repulsión en el insecto. En este sentido, según Beck, 1965, existe una cadena de estímulos positivos en el hospedante, que se debe cumplir para que se provoque una cadena de respuestas positivas en el huésped. Los estímulos, pueden ser químicos, físicos o mecánicos. Deben ser en primer lugar, atrayentes, para permitirle al insecto localizar a la planta. Debe haber en ella, además, elementos incitantes, para que el insecto comience a alimentarse y fago estimulantes para que lo siga haciendo. Además, la planta debe contener los principios nutritivos esenciales que permitan el desarrollo y cumplimiento del ciclo del insecto. La presencia en la planta de estímulos negativos (repelente- supresor- disuasivo- no nutritivo), o su capacidad genética para generarlos, determinan que se altere la relación planta- insecto en cualquier eslabón de la cadena y se constituya así un resistente por no preferencia. Los ensayos para determinar no preferencia son relativamente simples, pero no se prestan para probar un número elevado de líneas en planes de mejoramiento. Puede ser detectada en condiciones naturales, pero es fácil confundirla con pseudo-resistencia.

La antibiosis es un mecanismo interesante que se manifiesta por alteraciones fisiológicas que sufre el insecto que modifican su ciclo, reducen su tamaño y fecundidad, llegando hasta la muerte. Ello se debe a la presencia, en la planta hospedadora, de sustancias con efecto deletereo a la ausencia de otras vitales para el desarrollo del huésped. Este mecanismo es difícil de apreciar en condiciones naturales y los ensayos para su determinación son complicados, permitiendo probar sólo un número reducido de líneas y/o cultivares.

En su máxima expresión, la muerte del insecto, podría asemejarse a la resistencia vertical en enfermedades criptogámicas. La agresividad hacia el parásito determina, por lo general, la aparición de nuevas formas (biotipos) capaces de adaptarse a la nueva situación. Esto ya ocurrió en las Grandas Planicies, en E.E.U.U., con la difusión de variedades de trigo resistentes a la mosca de Hesse, Mayetiola destructor (Say.)

2.- Insectos que atacan el trigo en Argentina

A los efectos de una ubicación general del problema de los insectos en trigo en el país, se incluye una nómina de los que han sido citados causando daño. Cuadro Nº 1. La mayoría de ellos tiene poca incidencia económica y su efecto perjudicial ha sido esporádico o muy localizado. En general se puede decir que como cultivo, el trigo en el país presenta un panorama auspicioso con relación a las plagas animales, mereciendo excepción a esa generalidad únicamente algunos pulgones (Homópteros). Del resto de los insectos mencionados, tal vez la oruga militar (Pseudaletia unipuncta, Laphygma frugiperda) y la de la espiga (Faronta albilinea), como así también los insectos delsuelo, se registren con mayor frecuencia. Sin embargo, los perjuicios estimados, salvo muy raras excepciones, se han considerado inferiores a los umbrales de daño económico en el cultivo. El gorgojo picudo (Hipperodes bonariensis) se ha presentado con cierta frecuencia en la Subregión ecológica V S y en suelos preferentemente arenosos de la región triguera. Por su daño en el cuello y macollas de las plantas, deberá prestarsele atención en el futuro (Parisi, 1983, comunicación personal).

2.1.- Homópteros

En el país, por la frecuencia e importancia de sus ataques, los pulgones resultan la plaga economicamente más representativa. Por sus efectos perjudiciales se destacan el "pulgón amarillo", "el pulgón de la espiga" y especialmente el "pulgón verde", plaga endémica en la región cerealista argentina, desde hace medio siglo.

El pulgón amarillo fue detectado sobre trigo en Argentina, en 1968. De acuerdo con Torres y colaboradores (1978), su presencia fue permanente hasta 1976, provocando daños de importancia. Además de ser transmisor de virus, causó disminución de altura de plantas, de espigas por m^2 y de granos por espiga. Por ello hubo una importante reducción del rendimiento, que en ensayos conducidos en Pergamino, con una población promedio de 75 pulgones por hoja al comienzo de floración, llegó hasta el 30%. Lecuona y Frutos (1983), en la E.E.R.A. Inta de Pergamino, en condiciones semicontroladas, probaron el comportamiento de 4 cultivares con germoplasma mexicano. Encontraron que mientras Marcos Juárez Inta, Victoria Inta y Buck Pangaré sufrieron mermas de rendimiento de hasta el 30% en K. Chamaco esa reducción fue sólo del 1,17 %, destacando la tolerancia a pulgón amarillo de ese cultivar. En los últimos años, los registros de poblaciones en el gran cultivo no han sido de importancia. Pero existe un peligro potencial derivado de su difusión en otros países del Cono Sur. En Brasil, Caetano (1972, 1972) hace referencia a pérdidas de rendimiento de hasta el 54 y 92 % por efecto del pulgón y del virus. En Chile, Caballero (1972), cita una incidencia de hasta el 46 % de reducción del rendimiento.

En el país, la incidencia del pulgón de la espiga Sitobion avenae, ha disminuido en los últimos años. Pero debe tenerse en cuenta, también, como una plaga potencial del trigo, por su presencia en otros países del Cono Sur. E. Zuniga Salinas (1975), lo destaca como el más importante en Chile. Esta plaga es considerada por Van Marrewijk y col. (1980) como el más importante pulgón de trigo en los Países Bajos, citando también la presencia de Metopolophium dirhodum y Rhopalosiphum madii. No se tiene conocimiento de estudios sobre comportamiento diferencial de cultivares en el país.

Cuadro Nº I

Orden	Familia	Especie
Homóptera	Aphididae	*Schizaphis graminum (Rond) Blanchard (pulgon verde)
"	"	*Metopolophium dirhodum (Walker) (pulgon amarillo)
"	"	*Sitobion avenae (Fabricius) (pulgon de la espiga)
"	"	**Rhopalosiphum maidis (Fitch) (pulgon del maiz)
"	"	**Rhopalosiphum padi (L) (pulgon de la avena)
"	"	**Rhopalosiphum rufiabdominalis (Sasaki) (pulgon de la raiz)
Lepidóptera	Noctuidae	**Pseudaletia unipuncta (Haw) (oruga militar verdadera)
"	"	**Faronta albilinea (Hbn) (isoca desgranadora)
"	"	**Laphygma frugiperda (L y A) (oruga militar tardia)
"	"	***Diatraeasaccharalis (F)
Coleópteros	Escarabeidae	**Dilobobderus abderus (Sturm)
"	"	**Demodema bonariensis Bruch
"	"	**Cyclocephala sp.
"	"	**Cyclocephala putrida Burm
"	Curculionidae	***Prosaldius rufus Hust
"	"	***Hipperodes sp.
Himenópteros	Formicidae	***Acromyrmex lundi (Guer)
Ácaros		***Pentaleus major (Duges, 1834)

*Plaga importante
**Plaga secundaria
***Plaga ocasional

Cuadro Nº 2

Cultivares diferenciales

Genotipo	Especie	Resistentes	Susceptibles	Autores
	Trigo	Dick. Sel. 28A		Wood, 1961
		C.I.9058		
	Centeno	Insave F.A.		Wood, 1971
		Caribou		
A	Cebada	Dicktoo		Starks y Burton, 1977
	Avena	C.I.1579		
		C.I.1580		
	Sorgo	Piper		
		I.S.809		
	Trigo	Amigo	Dick. Sel. 28A	Wood, 1961
		C.I.9058/7Bison	C.I.9058	Harvey y Hackerot, 1969
	Centeno	Insave F.A		
		Caribou		Wood y Starks, 1972
B	Cebada	Dicktoo		Teetes y col, 1974
	Avena	C.I.4888		Starks y Burton, 1977
		C.I.1579		
		C.I.1580		Wilson y col, 1978
	Sorgo	Piper	R.S.610	
		I.S.809		
	Trigo	Amigo	Dick. Sel. 28A	Harvey y Hackerot, 1969
		T. tauschii	C.I.9058/7Bison	
		(var.strangulata)		Teetes y col, 1974
		(var.typica)		Wood y col, 1974
	Centeno	Insave F.A.	Caribou	Daniels, 1978
	Cebada	Dictoo		Harvey y col, 1980
		Will		Porter y col, 1980
C	Avena	P.I.186270		Peterson, 1983
		C.I.1579 C.I.1580		
	Sorgo	I.S.809	Piper	
		P.I.264453	R.S.610	
		K.S.30	TX 430	
		TX 2752	TX 2536	
		TX 2783		
	Triticale	Gaucho		
D	Resistente al Disalfoton			Teetes y col, 1975
	Trigo	LangdonDurum/	Amigo	Porter y col, 1980
		T.tauschii	Dic. Sel. 28A	Daniels y Chedester, 1981
	Centeno	Insave F.A.		
E	Cebada	Akyurek 100 - Will		Starks, 1981
	Avena	P.I.186270		Salto, 1982
	Sorgo	P.I.220248	TX 430	Peterson, 1983
		Capbam	TX 2752	
	Triticale		Gaucho	

2.1.1.- Pulgón verde

El pulgón verde se conoce como plaga en el país, desde hace 50 años. Se destacan, por su importancia, las invasiones producidas en los años 1937, 1946, 1951, 1962, 1966. En los últimos años, las zonas de mayor frecuencia e intensidad de ataque en el país se han modificado. Actualmente, el área de mayor incidencia corresponde a las subregiones I; II N; II S; y V N, mientras que en la tradicional V S, tiene menor magnitud. Los daños principales se presentan en sorgo granífero (Sorghum bicolor Moench) y en las siembras tempranas de cereales finos destinados preferentemente a pastoreo. También dificulta la instalación de pasturas por atacar a la mayoría de las gramíneas forrajeras que entran en la composición de las mezclas mas usadas. Es conocido como plaga importante de los cereales en la mayoría de los principales países cerealistas del mundo. En E.E.U.U. afecta los cultivos de sorgo granífero y cereales finos y se han diferenciado cinco biotipos. En el cuadro Nº 2 se resumen los biotipos y cultivares diferenciales. En nuestro país aún no se han caracterizado los biotipos existentes, si bien Salto (1976), diferenció dos en Tres Arroyos (cuadro Nº 3). No es fácil su caracterización porque modificaciones en las condiciones ambientales en las que se trabaja, pueden determinar cambios en la relación planta-insecto. En E.E.U.U., el más importante sería el C, aunque la presencia del E ha sido detectada últimamente en Texas. En nuestro país, el más difundido es el biotipo claro, que correspondería al caracterizado por Salto (o.c.), 1976.

Cuadro Nº 3

Biotipo	Mec.	Cultivares diferenciales			Autor
		Especie	Resistente	Susceptible	
oscuro 1975	T	Trigo	Dick. Sel. 28A		
		Centeno		Insave F.A.	Salto, 1976
		Cebada	B.661		
claro 1976	T	Trigo		Dick. Sel. 28A	
		Centeno	Insave FA		Salto, 1977
		Cebada	B.661		

En la Cátedra se estan realizando estudios morfológicos. De la comparación de la población verde oscuro proveniente de Barrow y verde claro de Rafaela, han surgido algunas diferencias principalmente en tamaño y peso, cuya magnitud esta siendo evaluada. Considerando específicamente las fuentes genéticas de resistencia al pulgón verde en trigo, se han resumido en el cuadro Nº 4 las detectadas para los distintos biotipos. En la Cátedra se dispone de material al que por cruzamiento se le ha incorporado el gen gb de Dickinson Sel 28 A, resistente al biotipo A. En ensayos de tolerancia con pulgón verde claro, criado sobre cebada, algunas de estas líneas mostraron mayor resistencia que Triticale Gaucho y Amigo (gen Rpv de Insave F.A.), los que también superaron a los testigos susceptibles. Las líneas, además,

Cuadro Nº 4

Fuentes de Resistencia

Especie	Cultivar	Gen	Biotipo	Mecanismo	Autores
Secale Cereale	Insave FA	Rpv.	Argentino	T	Arriaga, 1956
			B-C		Arriaga y Re, 1963
			arg.1976	T	Salto, 1976
			E	T	Porter y col, 1980
			C	T-A	Wood y col, 1974
	Caribou		B	T-NP	Harvey y Hackerott, 1969
Triticum aestivum	C.I.9058/7 Bison		B	T-NP	Harvey y Hackerott, 1969
	C.I.9058	gb gb	A	T-A	Curtis y col, 1960
	Dick. Sel 28A	gb gb	arg.1975	T	Salto, 1976
			arg.	T	Arriaga, 1963
			A	T-A	Curtis y col, 1960
	Amigo	Rpv.	C	T	Harvey y col, 1980
Aegilotricum	Langdom durum/T. tauschii		E	T	Porter y col, 1980
			C		Joppa y col, 1980
Aegilops bicornis A. crassa A. cylindrica			arg.	T	Arriaga, 1963
T. tauschii	var. strangulata var. typica		C	T-A	Harvey y col, 1980
Triticale	Gaucho	Rpv.	C	T-A	Wood y col, 1974

tuvieron mejor comportamiento en vigor y defensa que Dickinson Sel 28 A (Arriaga y col, 1982). Cuadro Nº 5. Agrupando los tratamientos de los ensayos considerados según la fuente genética de resistencia y aplicando el test de Scheffe, se encontraron diferencias altamente significativas en favor de gb para clorosis, vigor y defensa. Cuadro Nº 6. En ensayos conducidos con poblaciones de pulgón de distinta procedencia, los resultados demostraron que el carácter de resistencia aportado por el gen Rpv de Insave F.A, es afectado en su expresión, tanto en tolerancia como en no preferencia, por el genomio A B D de Triticum aestivum, en mayor escala cuando se lo separa del genomio R de centeno. Cuadro Nº 7. En esta última etapa de los trabajos, se ha buscado reunir, en nuevas líneas de trigo, ambas fuentes de resistencia. En ensayos de tolerancia, progenies derivadas del cruzamiento entre líneas resistentes (gb)y Amigo (Rpv), han mostrado un comportamiento superior a ambos padres. Ello permite suponer que se ha logrado el objetivo propuesto. La alta tolerancia de estas líneas ha sido comprobada también, en ensayos conducidos en la E.E.R.A. INTA de Rafaela, por Salto, como lo demuestran los datos que se acompanan. Cuadro Nº 8. Se ha detectado también, resistencia en algunas líneas de trigopyro, procedentes del Instituto Fitotécnico de Santa Catalina. Progenies derivadas de cruzamientos de esas líneas con material seleccionado de la Cátedra con resistencia (gb) han superado también en tolerancia, a las líneas originales.

En los últimos ensayos se ha dado mucha importancia a otros efectos del pulgón verde además de la clorosis en hojas. En trabajos realizados en la Cátedra con condiciones controladas, se comprobó que, en cebada Bordenave Ranquelina MAG (susceptible), a partir del tercer día de ataque se producía una inhibición del crecimiento altamente significativa con relación al testigo sin pulgón. Esa inhibición se manifestaba en aquellas estructuras que se encontraban en estadíos juveniles de desarrollo (longitud de vaina y hoja; número de primordio de hojas y primordios diferenciados en el ápice; tamaño del ápice; área foliacea total). En ese momento la clorosis en hoja no alcanzaba al 1 % de la superficie, por lo que se dedujo que ambos efectos son independientes, aunque más adelante se puedan sumar. En la cebada resistente La Plata Bordeba F.A., no se observaron diferencias significativas de crecimiento para las mismas estructuras. En la actualidad, para la caracterización de poblaciones, se esta trabajando en base a inhibición de crecimiento considerando longitud de hoja (lámina y vaina) y peso seco de la parte aérea de la plántula. En el cuadro Nº 9 se presentan datos preliminares obtenidos con la población verde claro, colectada sobre sorgo granífero en Rafaela durante 1983.

Por otra parte, la Cátedra integra junto con trece unidades del INTA, el Programa de Protección Vegetal, en el plan "Desarrollo e implementación de un sistema de control integrado de los pulgones de los cereales". Las tareas a desarrollar por esta unidad se refieren fundamentalmente al control genético, con la búsqueda de nuevas fuentes de resistencia e identifica ción de los mecanismos. Además, comprende la caracterización de biotipos con determinación de cultivares diferenciales y estudios de caracteres morfológicos y estadísticas vitales de las poblaciones de pulgón. Se han iniciado también, investigaciones básicas para determinar los principios que provocan la toxicidad de la saliva del pulgón, tanto en su efecto inhibidor del crecimiento como productor de clorosis foliácea. Asimismo, los que determinan en la planta la resistencia, anulando o reduciendo su efecto perjudicial.

Los planes que conduce la Cátedra relacionados con pulgón verde cuentan con subsidios de la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires y del Consejo Nacional de Ciencia y Técnica, incluyendo personal de la Universidad Nacional de La Plata y de esas instituciones.

Cuadro 5. Resultados de los Ensayos de Tolerancia: valores medios y significancia.

	Ataque	Clorosis	Vigor	Defensa
Línea C.C. 8815	2.31	0.78	4.00	4.14
Dickinson Sel 28 A.	2.39	1.28	3.17	3.17
Triticale Gaucho	2.31	1.56	2.92	3.11
Amigo	2.44	1.89	2.50	2.42
Buck Namuncurá	2.58	3.33	1.64	1.47
Bordenave Puán	2.42	3.22	1.36	1.31
Tukey 5 %	0.30	0.60	0.48	0.55
1 %	0.37	0.73	0.58	0.67

Nota: Las medias de los tratamientos comprendidos en una misma linea no difieren al 5% de probabilidad en el test de Tukey.

Cuadro 6. Comportamiento comparativo de los genes de resistancia.

Gen	Ataque	Clorosis	Vigor	Defensa
Y_1gb vs Rpv	$0{,}05^{NS}$	$1{,}38^{++}$	$1{,}75^{++}$	$1{,}78^{++}$
Y_2gb vs Test	$0{,}30^{NS}$	$4{,}49^{++}$	$4{,}17^{++}$	$4{,}53^{++}$
Y_3Rpv vs Test	$0{,}25^{NS}$	$3{,}10^{++}$	$2{,}42^{++}$	$2{,}75^{++}$
S 5 %	0,49	1,00	0,79	0,91
S 1 %	0,59	1,20	0,95	1,09

Cuadro 7. Difenencia de comportamiento del gen Rpv según especie en prueba de tolerancia.

Característica		Insave FA	Triticale Gaucho	Amigo
Ataque	$\bar{X}$	2,666	2,496	2,666
	$S\bar{X}$	0,178	0,074	0,099
	* l_1	3,123	2,648	2,878
	* l_2	2,209	2,344	2,454
Clorosis	$\bar{X}$	0,895	1,726	1,800
	$S\bar{X}$	0,200	0,103	0,088
	* l_1	1,409	1,938	1,988
	* l_2	0,377	1,514	1,612
Vigor	$\bar{X}$	3,375	2,765	2,500
	$S\bar{X}$	0,201	0,096	0,068
	* l_1	3,891	2,962	2,645
	* l_2	2,859	2,568	2,355
Defensa	$\bar{X}$	3,346	2,666	2,300
	$S\bar{X}$	0,195	0,107	0,091
	* l_1	3,847	2,886	2,495
	* l_2	2,844	2,446	2,105

*limites fiduciales; $\bar{X} \pm t\ 0.05.S\bar{X}$

BEST AVAILABLE COPY

Cuadro 8. Comportamiento de Líneas en Ensayos de Tolerancia Conducidos en la F.A. La Plata y en la E.E.R.A. INTA Rafaela.

Linea	Genealogía	La Plata(F4)	Rafaela(F5)
48647/3	Quediprev x An64 x Son64 x Manchaquedi x Amigo	R	Sel.1 R
			" 2 SR
			" 3 SR
			" 4 R
48639/6	Quediprev x An64 x Son64 x 12300 x Amigo	R	" 1 R
			" 2 R
			" 3 R
			" 4 R
			" 5 R
			" 6 R
48631/1	Quediprev x An64 x Son64 x 12300 x Amigo	R	" 1 SR
			" 2 R
			" 3 SR
			" 4 SR
			" 5 SR
			" 6 R
			" 7 R
			" 8 SR
48617/1	TzPp Son64 x Manchaquedi x Amigo	R	" 1 R
			" 2 SR
			" 3 R
			" 4 R
			" 5 R
			" 6 SR
			" 7 SR
48604/2	TzPp Son64 x Manchaquedi x Amigo	R	" 1 R
			" 2 R
			" 3 S
			" 4 SR
48571/7	Dicorgaru x Amigo	R	" 1 R
			" 2 SR
			" 3 R
			" 4 SR
			" 5 R
			" 6 R
			" 7 R
			" 8 R
48549/5	Quediprev x An64 x Son64 x Manchaquedi x Amigo	SR	" 1 S
			" 2 SR
			" 3 SR
			" 4 SR
			" 5 S

Cuadro 9. Caracterización de la Población de Pulgón Verde Claro (Colectado Sobre Sorgo en Rafaela en 1983).

Cultivar	% crec.S/T	% acumul.M.S.S/T
Insave	76,05	56,38
Amigo	67,26	47,19
Dick.Sel 28A	54,49	30,61
Will	74,23	83,65
C.I.1580	85,03	82,93
C.I.1579	80,39	83,93
P.I.186270	72,79	67,92
P.I.264453	66,32	51,70
Tx 2752	34,30	39,85
Tx 2536	36,60	42,70
Piper	58,39	61,49
Deer	9,39	12,01

INVESTIGACION AGRONOMICA EN LA REGION PAMPEANA HUMEDA - ARGENTINA

P. Novello y C. Senigagliesi

El trigo, en la región pampeana húmeda es uno de los principales cultivos. Esta comprende en su totalidad las subregiones ecológicas trigueras II Norte, II Sur y la Subregión IV. La superficie promedio sembrada con este cereal en dicha región, en el quinquenio 1977/78 - 1981/82, ha sido de 3.040.150 has. con una producción de 4.992.046 toneladas, que representa el 55 y 67% respectivamente del total del país.

Cuadro 1 - Superficie sembrada y producción por subregiones (promedio del quinquenio 1977/78 - 1981/82)

Sub-regiones	Superficie sem. Kg/ha	Superficie cos. Kg/ha	Producción Toneladas	Rendimiento Kg/ha	Participación Prod. Nación. %
II Norte	1.181.013	1.063.421	1.927.175	1.182	26
II Sur	877.265	802.111	1.482.046	1.848	20
IV	981.872	911.860	1.582.825	1.736	21
Resto del país	2.475.650	2.036.808	2.387.954	1.172	33
TOTAL	5.515.800	4.814.200	7.380.000	1.533	100

Las cifras señaladas indican la importancia del cultivo de trigo en el orden nacional, con rendimientos unitarios superiores al resto del país.

La región esta ubicada geográficamente, entre los meridianos de 63º y 56º al oeste de Greenwich y los paralelos de 32º y 39º Sur, en alturas que varían entre 0 a 120 m sobre el nivel del mar y climáticamente entre las isohietas de 700 a 950 mm, con una temperatura media anual de 16ºC.

Los suelos pertenecen al orden de los Mollisoles. En las subregiones II Norte y II Sur predomina el suborden de los Argiudoles típicos, sin limitaciones en su profundidad y en la subregion IV, los Argiudoles petrocálcicos, con una capa de tosca ubicada entre 60 a 120 cm de profundidad, Mapa 1.

Sistemas de producción de trigo

Actualmente, el trigo en las subregiones mencionadas, se lo cultiva bajo diversos esquemas productivos; basicamente en forma extensiva y dentro de una explotación netamente comercial.

Dentro de los sistemas de producción predominantes, ocupa una posición variable. En la subregión II Norte y II Sur, principalmente forma parte del doble cultivo con soja, o sigue en la rotación a otros cultivos de verano como maíz, sorgo o

girasol. En cambio, en la subregión IV, puede seguir a papa, en el sector este y a barbecho de verano-otoño en el sector oeste.

Es de destacar que en toda la región pampeana húmeda, la tendencia general es de aumentar la actividad agrícola, lo que implica hacer un uso más intensivo de los suelos.

Panorama sobre la investigación agronómica de este cultivo

La investigación agronómica en el país, data desde 1883 con la creación del Instituto de Santa Catalina en la provincia de Buenos Aires. Desde los inicios, el trigo recibió atención por parte de esas investigaciones, orientadas principalmente a la labor de fitotécnia, aunque en un marco de dificultades que impidieron un desarrollo normal de las mismas.

Esta situación se revierte a partir de 1956, con la creación del INTA, manifestandose un gran interés que se materializó en múltiples trabajos tanto en cantidad como en calidad.

Dichos trabajos comprendieron el desarrollo de líneas de investigación sobre rotaciones de cultivo y uso del suelo, laboreo del suelo, uso de agua y fertilidad de suelos y uso de fertilizantes, en las que se integran distintas disciplinas buscando un objetivo común: aumentar la producción por unidad de superficie.

No escaparon al objetivo antes señalado los trabajos relacionados con la protección fitosanitaria del cultivo, que seran tratados por especialistas en la materia en este Seminario.

Rotaciones de cultivos y uso del suelo

Se ha expresado que el concepto de rotación involucra la inclusión de cultivos de leguminosas, lo que se traduce en un aporte de materia orgánica al suelo. Esta particularidad lo distingue de una simple sucesión o secuencias de cultivos que no aportan cantidades importantes al suelo, siendo el balance de nutrientes generalmente negativo.

En materia de trabajos que incluyen la rotación con especies perennes merecen destacarse el conducido por la EERA Marcos Juárez, donde verificaron que la alfalfa aporta al suelo 15 y 20 toneladas por hectárea de materia orgánica en la capa arable si se la mantiene ocupando el suelo por 4 y 5 años, respectivamente.

Los aportes de materia orgánica y por lo tanto de nitrógeno al suelo favorecen la productividad del cultivo de trigo, tanto en rendimiento como en calidad de grano. Estos hechos se confirman con las experiencias conducidas en las Estaciones Experimentales de Balcarce, Pergamino y Paraná, donde el efecto residual de la leguminosa produjo beneficios en la producción del trigo del 72, 21 y 36%, respectivamente.

Por otra parte, la prolongación de los ciclos agrícolas producen una disminución de la materia orgánica del suelo, como esta siendo confirmado a través de los trabajos conducidos en Marcos Juárez, Balcarce y Pergamino.

En cuanto a secuencias de cultivos y la evaluación de cual es el antecesor más favorable para el trigo, todas las Estaciones Experimentales de la región disponen de información. En términos generales, la disponibilidad de nitrógeno para el trigo esta influenciada por el cultivo anterior. El sorgo y el maíz resultan ser los que menos disponibilidad de nitrógeno dejan para el trigo. En cambio, la soja, es un antecesor mas favorable que los anteriores, especialmente cuando el mismo lote esta ocupado por varios años por esa leguminosa. Los incrementos de rendimiento para el área de Pergamino y Marcos Juárez fueron de 450 a 500 Kg/ha.

El efecto negativo de los cultivos antecesores, especialmente sorgo y maíz desaparecen cuando se corrigen las deficiencias de nitrógeno mediante el uso de fertilizantes.

Laboreo del suelo

En las distintas Estaciones Experimentales de esta región, se han conducido y se conducen ensayos comparativos de duración del barbecho y sistemas de labranzas.

Con respecto al barbecho, la información experimental indica que existe una relación directa muy significativa entre los rendimientos del trigo y la duración del mismo.

Este efecto positivo es atribuido, entre otros, a una mayor disponibilidad de nutrientes, especialmente de nitrógeno.

En cuanto a sistemas de labranzas, los trabajos han sido realizados principalmente con sucesiones de cultivos agrícolas, donde el trigo sigue a cultivos de verano, por lo que el barbecho tiene una corta duración realizándose un elevado número de labores entre la cosecha del cultivo antecesor y siembra del trigo.

Los resultados de las experiencias indican que es posible reemplazar los sistemas tradicionales, basados en los arados de rejas y numerosas labores secundarias, por sistemas más conservacionistas (labranzas reducidas, labranzas con arado de cincel), con evidentes ventajas para la conservación del suelo y la productividad del trigo.

Uso del agua

La fluctuación de las precipitaciones es uno de los factores determinantes de la variabilidad de los rendimientos del trigo. La falta de lluvia en los períodos de macollaje y encañazón, como frecuentemente ocurre en esta región, provoca fallas en la implantación del cultivo y una disminución de la tasa de crecimiento inicial.

Este hecho esta corroborado por los resultados de la investigación sobre el tema, que han brindado información sobre consumos reales en diferentes períodos y en todo el ciclo y su eficiencia.

Cuando el crecimiento inicial, que afecta al sistema radicular esta limitado, el rendimiento potencial se fija a principios del ciclo del trigo y no puede recuperarse aún con precipitaciones abundantes en estadíos mas avanzados.

En términos promedio la eficiencia del uso del agua es de unos 5 kg. de trigo por cada mm de agua disponible, ya que se tienen alrededor de 400 mm, distribuidos de la siguiente forma: 130 almacenado en el suelo en el momento de la siembra y 270 correspondiente a lluvias en el ciclo del cultivo, para un rendimiento de 1750 a 1800 Kg/ha. Cuadro 1.

Esta baja eficiencia puede ser incrementada fundamentalmente a través de una mejor implantación del cultivo que le permita a éste usar eficientemente el agua almacenada en los períodos deficitarios señalados anteriormente.

En este sentido, la utilización de sistemas de siembra en surco profundo y el empleo de fertilizantes fosfatados en zonas deficitarias, contribuirían a complementar este objetivo.

Fertilidad de suelos y uso de fertilizantes

El problema de nutrientes para el trigo se basa fundamentalmente en nitrógeno y fósforo. Las deficiencias de N estan generalizadas en todo el ámbito de la región, dependiendo su magnitud del uso anterior del suelo y del potencial productivo del area. Las deficiencias de P estan ubicadas en la Subregión triguera IV y en el sudeste de la II Sur.

Inicialmente, se trabajó con experimentos en campos de productores usando diseños experimentales sencillos y uniformes para evaluar las deficiencias de ambos nutrientes separados y en conjunto. Posteriormente se efectuaron ajustes sucesivos en lo que hace a diseños experimentales y en las mediciones de aquellas variables de producción que hacen a la caracterización del ambiente experimental.

En los cuadros 2, 3 y 4 se muestran los principales resultados de rendimientos obtenidos con el uso de fertilizantes.

Como consecuencia de esa labor experimental se dispone en algunas áreas de métodos de diagnósticos probados de fertilización nitrogenada con aceptables niveles de precisión. Estos métodos se basan, algunos en la cuantificación del N disponible del suelo (nitratos) en el momento de la seimbra y otros en la determinación de nitratos en planta durante el macollaje. Con respecto al P también se dispone de un método de diagnóstico basado en la determinación del P disponible en la capa arable por el método de Bray, que muestra una aceptable precisión en las distintas áreas. Asimismo, se establecieron los niveles críticos de este nutriente según área y tipo de trigo (de caña corta o larga).

En cuanto al uso de fertilizantes, para el N las dosis recomendadas en términos promedios son de 40 a 50 Kg/N/ha, no superando 60. En cuanto al P, las dosis medias son de 40 a 50 Kg/P_2O_5.

El momento de aplicación recomendado para el N, en las Subregiones II Norte y II Sur es a la siembra, debido a la baja probabilidad de lluvia en el macollaje y en el encañado, mientras que en la Subregión IV pueden aplicarse indistintamente en la siembra, macollaje, o fraccionada, debido a la mayor ocurrencia de lluvias en relación a las subregiones citadas anteriormente.

La aplicación de P, en las áreas deficientes es recomendado antes o durante la siembra.

Las fuentes de N que se dispone normalmente en el mercado son: urea (46% de N) y amoníaco anhidro (82% de N) y de P, superfosfato triple de calcio (0-46-0) y fosfato diamónico (18-46-0).

El empleo de fertilizantes en trigo es reducido, cubriendo aproximadamente sólo un 17% y se observa una tendencia lenta pero creciente en incrementar la superficie fertilizada.

Entre las causas que limitan un mayor uso de esta práctica, se debe señalar a la desfavorable relación de precios insumo-producto (1:10 en términos generales) y a la falta de financiación adecuada.

Una estimación conservadora del área potencialmente fertilizable a corto plazo, seria de un 50% con fertilizante nitrogenado y un 36 con fosfatado.

En esta superficie se podría obtener, con las dosis medias antes señaladas y una eficiencia levemente superior a 10, un aumento probable de más de 1.100.000 toneladas, con un consumo de alrededor de 100.000 tn. de nutrientes (N y P).

Labor Experimental futura

La información sobre la investigación realizada ha producido importante contribución que dieron solución a los problemas que se plantearon para el desarrollo de los mismos; no obstante los resultados obtenidos ponen de manifiesto nuevos interrogantes que deben ser clarificados mediante nuevas líneas de investigación en las distintas áreas de trabajo.

1. Rotación y uso del suelo

- Analizar el conjunto de la información generada por las Estaciones Experimentales, para definir las secuencias más adecuadas, según la productividad física y económica y su influencia sobre el ecosistema de cada área.

2. Laboreo del suelo

- Intensificar los estudios sobre los efectos del laboreo sobre la estabilidad de los agregados, la materia orgánica, la compactación del suelo y el crecimiento radicular.
- Desarrollar sistemas de siembras para los diferentes cultivos adoptados a manejo del suelo bajo cubierta.

3. Uso del agua

- Completar la información sobre la disponibilidad hídrica en la región.
- Conocer la dinámica del agua y la evolución del sistema radicular.
- Estimar el abastecimiento de agua mediante parámetros de suelo y planta.

4. Fertilidad del suelo y uso de fertilizantes

. Intensificar los estudios sobre la dinámica del nitrógeno y fósforo.

. Ajustar la metodología de los diagnósticos existentes para ambas nutrientes.

. Caracterizar áreas con similar capacidad de producción.

. Ajustar las necesidades de nutrientes, nitrógeno y fósforo, en relación con los distintos sistemas productivos.

. Evaluar los efectos residuales de los fertilizantes fosfatados.

Cuadro 2 - Rendimientos en Kg/ha y respuesta del trigo a la aplicación de fertilizante a través de los años en la Subregión II Norte

AÑOS	Números de Ensayos	RENDIMIENTO PROMEDIO DE TRIGO EN KG/HA				
		0 Kg/N/ha	30-40 Kg/N/ha	Aumentos	60-80 Kg/N/ha	Aumentos
1962-1973	179	1690	1935	245	2093	403
1974-1982	61	2475	2795	320	2964	489

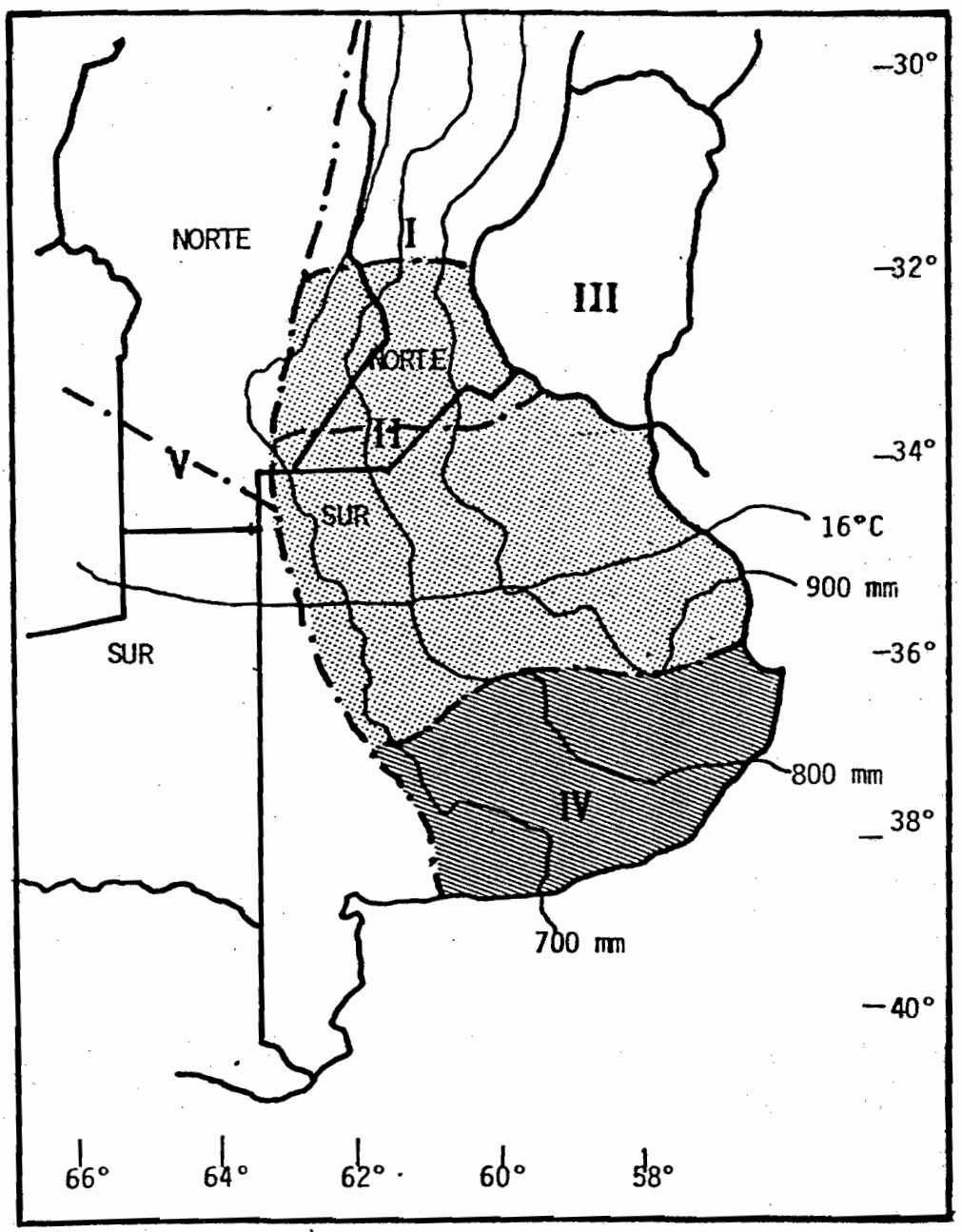
Cuadro 3 - Rendimiento en Kg/ha y respuesta del trigo a la aplicación de fertilizante a través de los años en la Subregión II Sur

AÑOS	Nros. de Ensayos	Rto. Testigo	Dosis aplicada Kg/ha		% Respuesta rendimiento		
			N	P_2O_5	-4 qq/ha	4 a 10 qq/ha	+ 10 qq/ha
1962/68	112	1760	30-80	0	41.1	26.8	32.1
1973/78	22	2224	40-60	0	22.6	59.9	18.1
1978/81	73	2405	50-120	50-120	15.6	45.2	39.7

Cuadro 4 - Rendimiento en Kg/ha y respuesta del trigo a la aplicación de fertilización nitrogenada y fosfatada a través de los años en la Subregión IV

AÑOS	Nros.de Ensayos	Rto. Testigo	Respuesta	Respuesta a N		Respuesta a P	
				% Ensayos	Kg/ha	% Ensayos	Kg/ha
1962/66	129			13	400	65	600
1969/71	16	2026	689	25	442	69	715
1972/74	67	1932	482	33	523	50	454
1975/78	52	2090	857	58	563	68	672
1979/81	24	2404	1252	79	905	75	937

Mapa 1: REGION TRIGUERA - SUBREGIONES ECOLOGICAS



—·—·— límite de subregiones trigueras

PRODUCCION DE TRIGO EN LA REGION SEMIARIDA ARGENTINA

A. E. Glave

El cultivo de trigo ocupa una vasta superficie de tierras en la región semiárida argentina, ubicada ésta en un amplio sector del sud oeste de la Prov. de Buenos Aires y este de La Pampa, cuyo promedio en los últimos 20 años, representa una superficie de 2.287.830 has. y una producción de 2.516.595 toneladas.

Esta región puede considerarse en relación a la superficie y producción del país, muy importante, porque representa el 38.8% de la superficie y el 36.4% de la producción. En cambio se consideran muy bajos los rendimientos por ha., que se logran en el cultivo de trigo siendo éstos de 1280 kg/ha.

Por estar comprendido éste área triguera en la región semiárida pampeana, presenta una gran heterogeneidad ecológica, que a veces obliga a una subdivisión en áreas menores para implementar programas de producción.

Tomando en cuenta la región citada, el clima ejerce una marcada influencia en la modalidad de producción. El clima presenta marcadas oscilaciones en cuanto a temperaturas y precipitaciones. Ampliando el primer aspecto, los inviernos son fríos y con continuas heladas, pudiendo llegar a menos de -10°C, mientras que el verano es moderadamente cálido, caracterizado por bruscos cambios de temperatura. Temperaturas elevadas en el momento de la floración a madurez, producen arrebato o golpes de sol, fenómeno éste que ocurre con cierta frecuencia.

Las precipitaciones oscilan de este a oeste, entre los 700 mm a 300 mm., con un gradiente de 1 mm por kilometro de longitud. La concentración de lluvias se produce en el otoño y primavera, con escasez en invierno y una gran evapotraspiración en verano, desde los meses de octubre a marzo.

Las precipitaciones sufren anualmente grandes oscilaciones que se manifiestan en sequías o períodos húmedos, con resultados para el cultivo de trigo, muy diferentes. Es comun observar frecuentes fracasos de cosecha, seguidos de excelentes resultados de producción.

Los inviernos en general son secos y ventosos, determinando en la primavera frecuentes problemas de voladura o arrebato cuando las temperaturas se elevan considerablemente.

Los suelos de la región, en general son muy heterogéneos, de textura franco a franco areno-limosa. La escasez de nitrógeno se ha generalizado en la región y se manifiesta en bajos rendimientos y calidad del grano. De escaso contenido de materia orgánica y de elementos nutritivos para el trigo. Todos los suelos estan apoyados a escasos centímentros de la superficie, sobre un manto de tosca o carbonato de calcio, factor este limitante de la producción.

El 50% de los suelos de la región presenta deficiencias de fósforo 25% con niveles intermedios y 25% con valores de buena disponibilidad.

Las carencias de fósforo, en términos relativos, significa para la producción de trigo, una barrera sensiblemente menor que la del nitrógeno.

La falta de rotaciones, el uso reiterado de implementos de labranza convencional y el sobrepastoreo, representan los factores que determinan un aumento en la degradación física del suelo.

La presencia de pisos de arado en la extensa superficie semiárida, impiden el normal desarrollo de las raíces y producen desabastecimiento de humedad en el perfil del suelo.

Los suelos en general son débiles y facilmente vulnerables a la erosión por viento y agua. Se atribuye un 30% de la superficie triguera afectada por distintos grados de erosión eólica y un 50% por agua. Este último aspecto se vio incrementado a partir de la década del 70 y comienzos del 80. Este hecho se debio a favorables condiciones climáticas que imperaron en esta vasta región (regimen de lluvias y tendencia) y que incidieron positivamente en el desarrollo de procesos hídricos. De este modo la disminución de la capacidad productiva de los suelos, se ve seriamente afectada.

En la actualidad, todavía son pocos los agricultores que aprovechan los rastrojos para realizar una buena preparación del suelo. En general el productor conoce las bondades de la preparación temprana del suelo (barbecho), pero la falta de una buena planificación del campo, imposibilitan su aplicación correcta.

El continuo uso de la maquinaria convencional como el del arado de reja, arado de rastra, rastra de discos, rastra de dientes y sembradoras de discos, influyen en las propiedades físicas del suelo y como consecuencia en la producción de trigo.

El desarrollo de la agricultura en regiones semiáridas, presenta situaciones de manejo muy diferentes a zonas de mayores precipitaciones o llamadas húmedas, por lo que se deben emplear técnicas y equipos de preparación de suelos completamente diferentes a los conocidos, para obtener resultados satisfactorios.

La presente información describe someramente algunas de las prácticas o metodología a utilizar, para lograr los mejores resultados económicos.

La agricultura de regiones semiáridas, se suele llamar también, agricultura de secano, debido al solo aprovechamiento de las precipitaciones pluviales. Ante todo es un sistema extensivo y por regla general, no se logra más de una cosecha al año. Los resultados de rendimiento logrados en la agricultura de secano, nunca alcanzaron niveles elevados, salvo en los últimos años, se ha revertido esta situación, debido a la adopción de nuevas técnicas de uso conservacionista.

En la agricultura de secano, se suele encontrar diversos sistemas de producción, desde los llamados monocultivos o monocultura, a la diversificación de los cultivos a través de las rotaciones.

Se define al primer sistema de monocultura (sinónimo de monocultivo) a la repetición del cultivo predominante o de una sola especie por un número elevado de años. En nuestra región semiárida pampeana, todavía es uno de los sistemas que se observa y que predomina en determinadas regiones, como es la llamada monocultura triguera.

Esta forma de trabajar los suelos y repetir los cultivos, es llamada también la agricultura tradicional no restitutiva o agricultura de cenizas. La misma trae como consecuencia efectos negativos bastante conocidos por todos como la exportación de elementos nutritivos, acidificación del suelo, degradación de su estructura (física) por erosión, compactación, carencia de materia orgánica, cambios en la constitución química del suelo, etc. y por último escasa y variable producción. (Ver gráfico Nº 1).

En contraposición con esta práctica, se ha encontrado la forma de evitar estos problemas por medio de los sistemas de rotaciones, que no es más que una secuencia alternativa de cultivos anuales con ciclos pastoriles. Este sistema es considerado altamente positivo, porque presenta la ventaja, sobre el primer sistema, de restituir la fertilidad exportada, por la alternativa de cultivos con leguminosas y gramíneas. (Ver gráfico Nº 2).

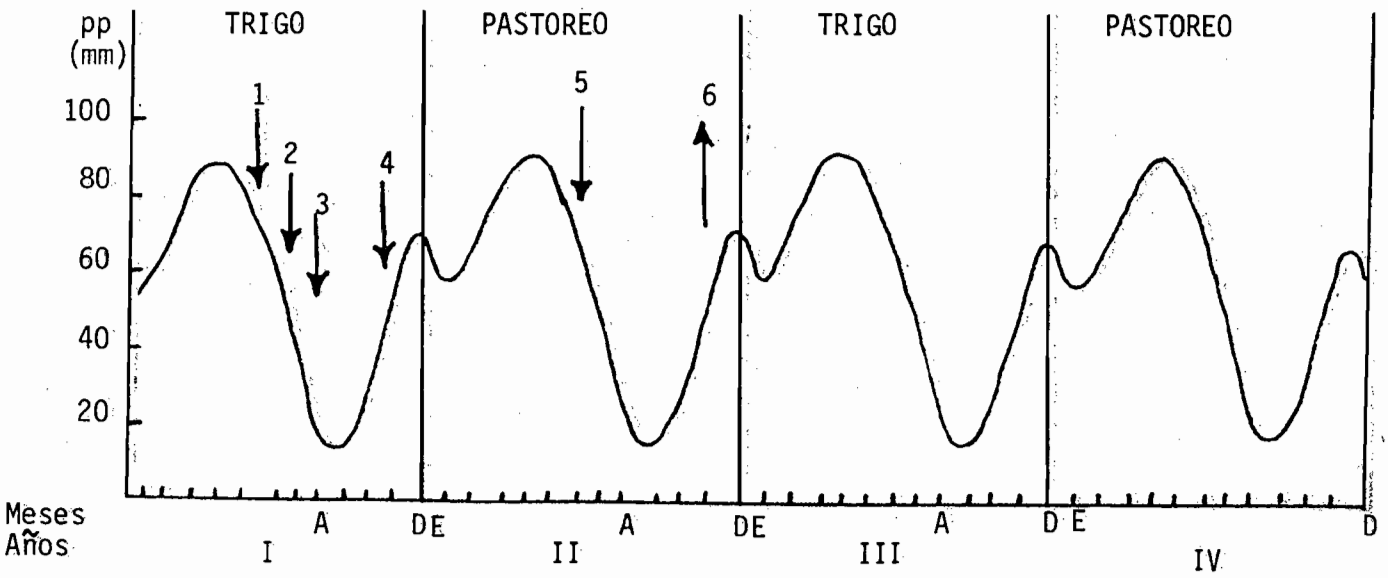
El sistema evita la degradación del suelo por erosión y compactación factor este último de suma importancia por la acumulación de materia orgánica. En síntesis, restablece el equilibrio natural del suelo y del ambiente ecológico que rodea al suelo. (Ejemplos de esquemas de rotaciones, ver cuadro Nº 1).

Ultimamente se genera un nuevo sistema dentro de la agricultura de secano llamada agricultura conservacionista permanente o al menos continuada durante períodos prolongados con el mismo cultivo. Este sistema se diferencia de la monocultura por ser un sistema puramente conservacionista y productivo (Ver gráfico Nº 3).

Mediante la programación de prácticas de manejo de suelos y siembra de cultivo, se llega a un nivel de producción que a través del tiempo se mantiene y acrecienta sin mayores variables.

Este sistema mejora sustancialmente la esturctura del suelo y las propiedades físicas y químicas del mismo. La falta de pisoteo y extracción por parte de la ganaderia, hace que disminuya la degradación del suelo por erosión y compactación. Técnicamente a mi juicio, representa la única posibilidad de permitir que el suelo este disponible para alargar el ciclo arable, sin el consiguiente deterioro de la estructura del suelo y fertilidad. Este sistema, aún no ha sido empleado por la mayor parte de los productores, posiblemente por la falta de elementos disponibles como herramientas especiales, uso de fertilizantes, pesticidas, nuevas variedades y asesoramiento técnico.

GRAFICO N° 1. REPRESENTACION GRAFICA DE LAS PRECIPITACIONES Y APROVECHAMIENTO DEL SUELO A TRAVES DEL TIEMPO



I - PRIMER AÑO

Siembra de Trigo

1.- Arada desnuda (reja, arado rastra, arado de discos)

2.- Rastreos = rastra de discos = dientes.

3.- Siembra = tandem de máquinas desterronadoras y compactadoras. Sembradora a discos convencional.

4.- Control de malezas = Aplicación de herbicida según el desarrollo y densidad de la maleza.

5.- Resultados = Inseguros y bajos.

II- SEGUNDO AÑO

1.- Pastoreo del rastrojo con animales vacunos (bajo rendimiento del guacho.)

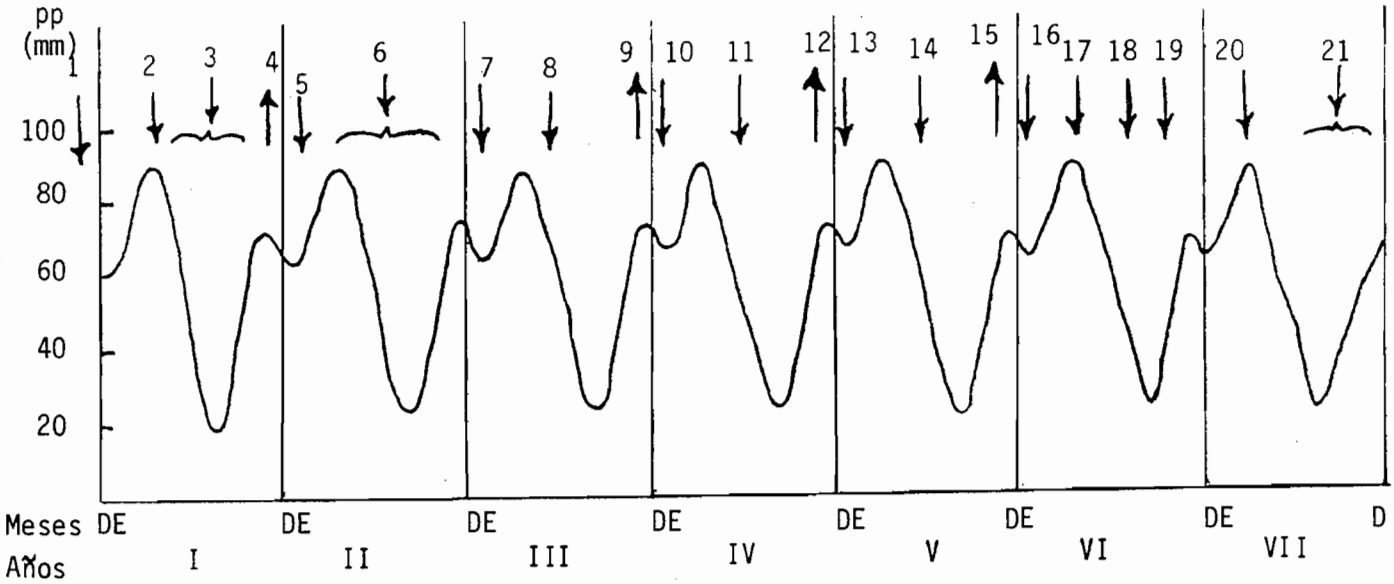
2.- Enmalezamiento

III-TRIGO - Idem al primero

IV- PASTOREO - Idem al segundo

V - TRIGO - Idem al primero y tercero.

GRAFICO N° 2. REPRESENTACION GRAFICA DE PRECIPITACIONES Y PROGRAMA DE ROTACIONES A TRAVES SEL TIEMPO



I - PRIMER AÑO

Siembra de Avena + Vicia

1.- Barbecho primaveral
2.- Siembra de la mezcla
3.- Pastoreo
4.- Cosecha

II - SEGUNDO AÑO

Pastoreo Avena + Vicia

5.- Rastreo
6.- Pastoreo guacho

III - TERCER AÑO

Siembra de trigo

7.- Barbecho
8.- Siembra
9.- Cosecha

IV - CUARTO AÑO

Siembra de trigo

10.- Barbecho cubierto
11.- Siembra
12.- Cosecha

V - QUINTO AÑO

Siembra de trigo

13.- Barbecho cubierto
14.- Siembra
15.- Cosecha

VI - SEXTO AÑO

Siembra de Avena + Vicia

16.- Barbecho corto
17.- Siembra
18.- Pastoreo
19.- Barbecho primaveral

VII - SEPTIMO AÑO

Siembra pastura

20.- Siembra
21.- Pastoreo

VIII - IX - X - XI

Aprovechamiento pastura

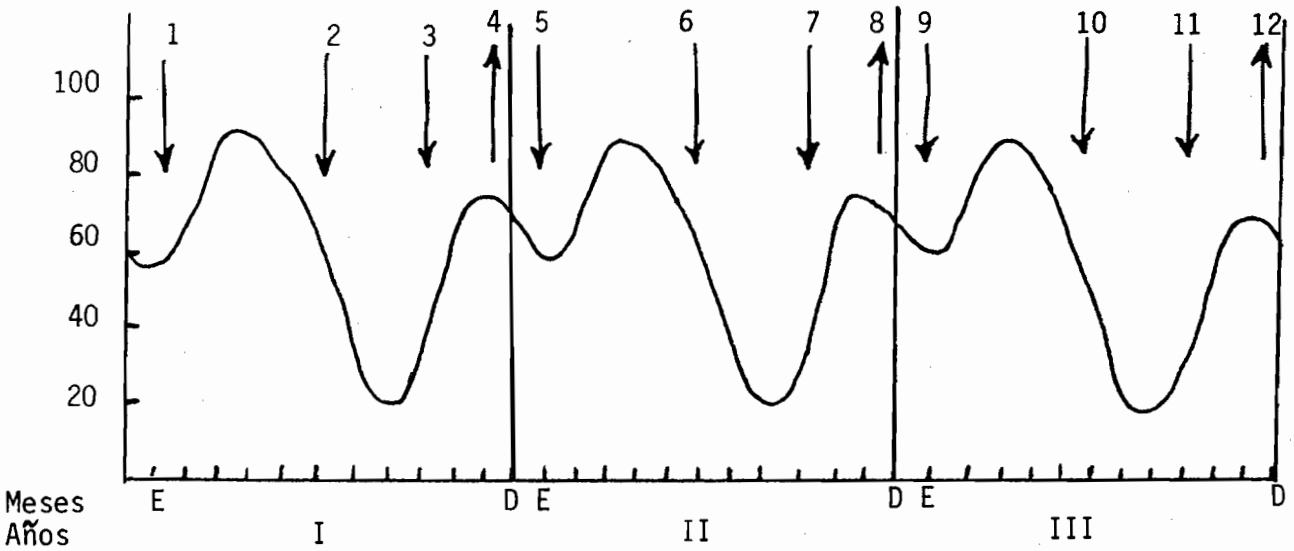
CUADRO Nº 1 - ESQUEMAS DE ROTACIONES A TRAVÉS DE 10 AÑOS

	I	II	III	IV	V
1º Año	AV	AV	AV	P	P
2º Año	AV	AVM	AV	P	P
3º Año	T	T	T	P	P
4º Año	T	T	T	P	P
5º Año	AV	AV	T	P	P
6º Año	AV	AVM	AV	T	G
7º Año	T	T	AVM	T	AV
8º Año	T	T	T	T	AV
9º Año	AV	AV	T	AV	T
10º Año	AV	AVM	T	AV	T

REFERENCIAS:

AV = Avena + Vicia
T = Trigo
AVM = Avena + Vicia + Maíz
P = Pastura (mezcla de especies)
G = Girasol

GRAFICO N°3. AGRICULTURA PERMANENTE



I - PRIMER AÑO

Siembra de trigo

1.- Barbecho desnudo
2.- Siembra
3.- Aplicación herbicida
4.- Cosecha

II - SEGUNDO AÑO

Siembra de trigo

5.- Barbecho cubierto
6.- Siembra
7.- Aplicación herbicida
8.- Cosecha

III - TERCER AÑO

Siembra de trigo

9.- Barbecho cubierto
10.- Fertilización
11.- Siembra
12.- Aplicación herbicida
13.- Fertilización
14.- Cosecha

Este sistema permite, por medio del manejo de los residuos de cosecha, la posibilidad de una mayor acumulación y conservación del recurso agua en el suelo. De este modo las siembras continuadas pueden abastecerse de agua y elementos químicos, normales durante el crecimiento y desarrollo del cultivo.

Los objetos básicos, que se pueden lograr a través de la labranza conservacionista, se resumen en los siguientes aspectos:

* Acumulación de agua en el suelo
* Disponibilidad de nutrientes para el cultivo
* Prevención de los efectos de la erosión hídrica y eólica
* Eficiencia del uso de la maquinaria agrícola

Técnicamente el sistema consiste en el empleo de la labranza bajo cubierta de rastrojo. Para ello la remoción y siembra de los cultivos, se hará a través de una cubierta protectora de residuos de cosecha y preparada con suficiente anticipación a las siembras.

Por lo expuesto, se recomienda el picado del rastrojo y la semi-incorporación del mismo a través de los mezcladores (arado rastra-rastra de discos doble y excéntrica pesada).

A partir de este momento hasta la realización de la siembra de los cereales de invierno o verano, deben realizarse repasos, para evitar la pérdida de fertilidad y de humedad a través de la maleza.

En primer lugar estas prácticas pueden realizarse con el arado cincel, seguidas de labores subsuperficiales con cultivadores de campo o vibro-cultivadores, o en su reemplazo barra escardadora. Para suelos sueltos propensos a la erosión por viento, la barra escardadora es la herramienta ideal, porque mantiene los residuos en la superficie del suelo y evita las pérdidas de humedad por evaporación.

El número de operaciones dependerá del grado de invasión de la maleza o guacho de cereales y de las condiciones climáticas, imperantes en ese momento.

Debe prestarse atención, durante el período de labores subsuperficiales a un marcado aceleramiento de la destrucción de la materia orgánica, principalmente en aquellos casos de coberturas pobres y por consiguiente, a un aumento a la predisposición a la erosión.

El deterioro físico del terreno por la falta de estabilidad estructural, disminuye la capacidad de infiltración del agua y se origina un incremento de las posibilidades de erosión por agua o viento.

A través de las operaciones culturales, los residuos de cosecha permanecen sobre la superficie del suelo, evitando los peligros de erosión hasta la implantación del cultivo.

En diversas determinaciones, las pérdidas de suelo por voladura, en terrenos con abundante cobertura, fue reducida entre valores del 85 al 100% y para el escurrimiento entre el 90 y 95%.

La siembra se realizará a través de la cobertura, con elementos especiales como son las sembradoras a surco profundo. Mediante este sistema la semilla

es colocada en íntimo contacto con la humedad del suelo y la germinación se producirá con gran rapidez por tener suficiente humedad y temperatura. Por otra parte los surcos formados le brindaran protección a las plantas hasta los primeros estadíos del cultivo.

Mediante esta nueva tecnología conservacionista, los cultivos se ven favorecidos y estimulados a exteriorizar su potencial de producción y el suelo se estabilizará por disminución de los riesgos de erosión.

PRODUCCION DE TRIGO-SOJA EN LA REGION PAMPEANA HUMEDA DE ARGENTINA

A. Lattanzi

Antecedentes

En la región pampeana, el trigo fue el cultivo con el cual se inicio la agricultura a principios de siglo. La rápida mecanización de las tareas de siembra y cosecha a partir de la década de 1920, hizo del trigo un cultivo más fácil de manejar que otros como el maíz, en el cual las tareas de cosecha y parte del control de malezas se hizo en forma manual hasta la década de 1950.

Durante este largo período, el trigo se cultivaba en chacras dedicadas casi exclusivamente a la producción de cereales. En ellas, el agricultor sembraba trigo en un mismo lote por varios años como unico cultivo anual, con un período de barbecho intermedio de 5 - 6 meses durante el verano y el otoño. Para mantener libre de malezas ese período contaba casi exclusivamente con dos elementos: el fuego y el arado de rejas tirado por bueyes al principio y más tarde con caballos. Terminada la cosecha en diciembre, realizaba la primer limpieza quemando el rastrojo. Más tarde, al final del verano, araba con rejas y repetia esta labor tantas veces como fuera necesario para mantener limpio el barbecho hasta la siembra en mayo-junio. En aquel momento no se pensaba en el doble cultivo.

Durante la década de 1940 se introdujo las herramientas de discos y cultivadores que reemplazaron al arado de rejas como labores secundarias de control de malezas, por su mayor ancho de labor y menor esfuerzo de tracción.

Durante la decada de 1950 el tractor comenzó a reemplazar rápidamente la tracción a sangre y el agricultor se encontró con capacidad suficiente para realizar sus labranzas en menor tiempo y más oportunas. Con estos nuevos elementos, comenzó a roturar los rastrojos de trigo más temprano, conduciendo un barbecho de tipo "desnudo" sin cobertura de paja ni malezas, que resultó muy efectivo para mejorar el rendimiento del trigo por la mayor acumulación de nitrogeno en forma de nitratos.

Simultáneamente, los agricultores vieron la posibilidad de realizar un segundo cultivo después del trigo para aprovechar su campo durante el verano. Así comenzó a difundirse el doble cultivo Trigo-Girasol en el sector más húmedo de la región y Trigo-Mijo en las zonas menos húmedas. Si bien el rendimiento del trigo disminuia con esta práctica, la rentabilidad sumada de ambos cultivos aumentaba.

Esta práctica se difundió rápidamente, con buenos resultados en las tierras más fértiles en nitrogeno. En las tierras agotadas los rendimientos del doble cultivo fueron mediocres. La introducción de la fertilización en la década de 1960 trajo una solución a este problema pero la desfavorable relación de costos de los fertilizantes limitó su uso.

A fines de la década de 1960, ungrupo de agricultores en el centro-sur de Santa Fé comenzó a sembrar soja después de trigo con buenos resultados, iniciando así la difusión de un cultivo nuevo para la región. En los primeros años el área de doble cultivo Trigo-Soja creció lentamente alrededor de la zona de Casilda y Sanford.

En esa etapa inicial, debieron adaptarse numerosos factores de manejo del cultivo de soja, tales como: equipos de siembra y cosecha, comercialización, variedades

adaptadas, preparación del suelo, época y densidad de siembra, control de malezas e insectos, etc. Sin embargo, a pesar de todos estos problemas los agricultores veían que la soja crecia en forma excelente aún en tierras agotadas para trigo y girasol, que soportaba muy bien períodos de sequía y que la floración y llenado de vainas coincidía con el momento de mayor disponibilidad de agua.

Al comenzar la década de 1970, el precio y la demanda de soja aumentó en forma vertiginosa y la difusión del cultivo adquirió un ritmo espectacular. Durante esa década la superficie se duplicó año a año pasando de prácticamente cero a 2.000.000 ha. El 80% de esta superficie correspondía a soja en doble cultivo con trigo, reemplazando totalmente al girasol y al mijo. La difusión del doble cultivo contribuyó a incrementar el área triguera en desmedro del maíz.

Situación Actual

El área actual de doble cultivo trigo-soja abarca el Sur de la provincia de Santa Fé, el Sudeste de Córdoba y el Norte de Buenos Aires. Hacia el sur se extiende aproximadamente hasta los 35° LS, hacia el oeste hasta la isohieta de 800 mm, hacia el este hasta el Río Paraná y hacia el norte donde se extiende el cultivo de trigo, aproximadamente 30° LS.

En esta área más del 90% de los rastrojos de trigo son sembrados con soja. Esta superficie que hasta hace unos años significaba el 80% del área sojera total, actualmente muestra una tendencia ligeramente declinante debido a caídas de rendimiento en ambos cultivos producidas por déficit de agua.

El manejo del doble cultivo, en general se realiza con un buen nivel técnico en cuanto a: preparación de suelo, época de siembra, cosecha y control de plagas. El trigo se siembra en su época óptima junio-julio, llegando a cosecha a fines de noviempre principios de diciembre. Con condiciones climaticas favorables se cosecha rápidamente y simultáneamente se inicia la preparación de la cama de siembra para la soja. Esta operación de acuerdo a la superficie a sembrar demora de un día a un par de semanas. El sistema de labranza tradicional comprende arado de rejas, rastras y rolo. La siembra normalmente se realiza durante el mes de diciembre. Esto significa una demora de 15 - 20 días con respecto a la siembra de soja sobre barbecho pero no implica una pérdida significativa de rendimiento. La falta de lluvias oportunas puede postergar la siembra al mes de enero con una disminución marcada en el rendimiento. Este problema se está resolviendo con los sistemas de Labranza Mínima y Siembra Directa que evitan la rápida desecación de la cama de siembra. Nuevos equipos de siembra de mayor capacidad estan mejorando la eficiencia de esta operación.

El control de malezas se realiza con labores culturales, complementado con herbicidas postemergentes. El uso de preemergentes es muy reducido.

La cosecha de soja se realiza en abril y mayo pudiendo extenderse hasta principios de junio cuando las condiciones climáticas impiden hacerlo a la madurez.

Entre la soja y el trigo se dispone de 1-2 meses para la preparación del suelo. El rastrojo de soja, prolijamente trozado y desparramado durante la cosecha es muy fácil de labrar con arado de rejas, rastras de discos o arado de cinceles. Estas dos últimas herramientas junto con cultivadores y vibrocultivadores están siendo adoptadas rápidamente en reemplazo del arado de rejas. La siembra de trigo se realiza con equipos convencionales.

Bajo condiciones normales se logra un rendimiento medio de 2-2,5 t/ha de trigo y 2,2-2,6 t/ha de soja. Bajo condiciones muy favorables puede alcanzarse rendimientos de 3-4 t/ha de trigo y 3-4 t/ha de soja, mientras que bajo condiciones muy desfavorables el rendimiento puede caer a 1-1,5 t/ha de trigo y 1,2-1,8 t/ha de soja. El rendimiento varía fundamentalmente con la disponibilidad de agua.

Secuencias De Cultivos Para Trigo Y Soja

Una de las limitantes naturales más importantes para los cultivos de la region es el agua, por ello las secuencias de cultivos y su manejo deben responder al máximo aprovechamiento de este elemento.

Las lluvias medias anuales en el área de doble cultivo varian entre 800 mm y 900 mm con una distribución primavera-verano-otoño. El rendimiento del trigo depende en gran medida del agua almacenada en el suelo en el momento de la siembra mientras que el de los cultivos de verano depende principalmente de las precipitaciones durante su ciclo.

La eficiencia del barbecho de verano-otoño para almacenar agua para el trigo es relativamente baja, alrededor del 20%, hecho atribuible a las altas temperaturas durante ese período y a la lenta infiltración de los suelos. Esto hace que el aprovechamiento de las lluvias sea mucho mas eficiente cuando es utilizado inmediatamente por cultivos en desarrollo. En base a ello puede deducirse que el trigo como único cultivo anual no es la secuencia más eficiente. El doble cultivo trigo-soja continuo se ubica en el otro extremo, ya que si bien realiza un excelente aprovechamiento de las lluvias disponibles durante todo el año no permite la recarga suficiente del subsuelo para que los cultivos puedan soportar períodos de déficit de lluvias ocasionales. Dado el tipo de distribución de las lluvias el trigo es el que más sufre este efecto. Este mismo hecho hace que el límite oeste del doble cultivo sea marcado más por la deficiencia de agua para el trigo que para la soja.

Considerando esta situación puede deducirse que la secuencia mas adecuada desde el punto de vista del rendimiento y seguridad de cosecha del trigo y la soja no es el doble cultivo continuo sino combinaciones menos intensas.

Una de ellas es trigo-soja-maíz. En este caso se realizan tres cultivos cada dos años con un barbecho largo invernal entre soja y maíz y uno corto ontoñal de 2-3 meses entre el maíz y el trigo. Esto permite una mayor recarga de agua en el suelo que favorece al trigo. Otra alternativa similar es trigo-soja-soja. Esta ultima es más indicada en suelos pobres de nitrogeno ya que el trigo sobre maíz muestra mayor deficiencia de nitrogeno que sobre soja.

Ambas secuencias pueden unirse en una de 6 cultivos cada 4 años: trigo-soja-maiz-trigo-soja-soja, con una mayor diversificación de cultivos y menos riesgo.

Estas observaciones fueron comprobadas en un ensayo de rotaciones que se conduce en la EERA de Marco Juárez desde 1975.

En él se observa que el rendimiento de trigo es mayor en las secuencias maíz-trigo, sorgo-trigo, maíz-soja-trigo y maíz-trigo-soja, comparado con trigo-soja. Cuando sigue a maíz o sorgo, el trigo presenta una clara respuesta a la fertilización con N.

Ademas del déficit hídrico, otro aspecto que incide desfavorablemente en el doble cultivo trigo-soja continuo es el rápido crecimiento de las malezas anuales y perennes propias de cada uno y es de esperar también algo similar en cuanto a las enfermedades.

También se observó que en la secuencia trigo-soja-maíz la soja sobre trigo rinde 200-300 Kg/ha más que la soja en trigo-soja continua, a su vez el maíz sobre soja rinde más que maíz sobre maíz.

Aspectos A Mejorar En La Produccion De Trigo-Soja

El desarrollo de técnicas conjuntas para el manejo de trigo y soja ofrece la posibilidad de mejorar tanto la productividad de ambas como también la conservación y aprovechamiento de los recursos naturales.

a) Sistemas de labranza.
Frecuentemente la siembra de soja se demora excesivamente por falta de humedad en la cama de siembra. El uso de sistemas de Labranza Mínima y Siembra Directa demostró que son muy eficientes para evitar la rápida desecación superficial del suelo, adelantar la siembra, evitar el "planchado" del suelo, reducir las perdidas de agua por escurrimiento y controlar la erosión.

Estos métodos se están difundiendo con nuevos equipos de labranza y siembra, pero aún falta resolver algunos problemas de control de malezas, compactación de suelos y manejo de rastrojos.

b) Variedades de trigo de maduración mas temprana.
Esto es fundamental para extender el doble cultivo más al sur del paralelo de 35º LS.

c) Cosecha anticipada de trigo.
Esto contribuiría a disponer más tiempo para la preparación del suelo para soja y realizar la siembra más oportuna.

ch) Control de malezas.
Un eficiente control de malezas anuales y perennes en ambos cultivos permitiría mejorar el aprovechamiento de agua, difundir fácilmente los sistemas de Labranza Mínima, facilitar el manejo del suelo bajo una cubierta de residuos permanente y disminuir el costo de producción, todo lo cual redundaría en una mayor productividad y rentabilidad.

Perspectivas Futuras

En la región descripta el cultivo de trigo y soja continuarán realizándose estrechamente asociados. La proporción de doble cultivo continuo disminuirá en favor de secuencias menos intensas con participación de maíz o sorgo.

En las regiones subhúmedas la soja sobre trigo se presenta como un cultivo de transición ocasional para pasar de trigo a cultivos de verano en distintos tipos de secuencias.

En las regiones humedas al norte de 30º LS el doble cultivo podrá difundirse en la medida que se incremente el área de trigo. En las regiones húmedas al sur de 35º LS el doble cultivo presenta pocas posibilidades dada la maduración muy tardía del trigo para implantar la soja.

La proporción de doble cultivo estará ligada estrechamente a la relación de precios entre los cultivos adaptados a la región: trigo, soja y maíz.

LABRANZAS CONSERVACIONISTAS PARA LA PRODUCCION DE TRIGO EN LA PAMPA HUMEDA

Oscar Hansen

Actualmente muchos técnicos y productores estan preocupados por mantener nuestros campos en buenas condiciones productivas.

Sabemos que nuestro suelo destinado a una agricultura continua y sometidos a un excesivo y a veces inoportuno laboreo, se degradan fácilmente; degradación que se traduce en la formación de capas endurecidas y encostramientos superficiales después de lluvias intensas, generando en áreas con pendiente aumento de los volumenes de escurrimiento. El escurrimiento y la evaporación son las formas de pérdida de agua más importantes de los suelos de la pampa ondulada.

Si se considera que uno de los principales factores determinantes de la variabilidad de los rendimientos de los cultivos del área, es la fluctuación de las precipitaciones, surge la importancia que tienen todos aquellos trabajos de investigación relacionados con el mejor uso del agua de lluvia.

Las estadísticas relacionadas con el cultivo de trigo registran algunos años (1951, 60, 66, 69 y 81) donde la producción se ha visto severamente afectada por la falta de lluvia.

En un estudio de probabilidades de deficiencias y excesos hídricos en la región de Pergamino, Rebella y Zeljkovich, establecieron dos grandes épocas en el año, predominando en una las deficiencias y en la otra los excesos (Gráfico 1). Si se considera el balance hídrico es de esperar que uno cada dos años (50% de probabilidades) haya durante la estación de crecimiento del trigo dos períodos con deficiencias hídricas climáticas donde la evotranspiración potencial es mayor que las precipitaciones.

Las deficiencias hídricas en el primer período son de poca magnitud y coincide con la época de siembra y macollaje del trigo. En ese período se debe manejar con cuidado el agua superficial del suelo, sobre todo en siembras tardías de fines de Julio.

Es frecuente observar fallas durante la implantación y disminución de la tasa de crecimiento por falta de humedad superficial. Este primer período, con deficiencias hídricas, puede extenderse hasta fines de Setiembre afectando el número de órganos potenciales de cosecha.

El segundo período de deficiencias hídricas comienza a mediados de Octubre y coincide con la fase de espigazón-floración del cultivo del trigo.

Como durante esta época las precipitaciones no alcanzarían a satisfacer las necesidades del trigo, el éxito de los cultivos va a depender en gran medida del agua almacenada previamente en el suelo.

Con la technología actual el suministro de agua es el factor más limitante en la producción de los cultivos.

Buscar una mayor eficiencia en el uso del agua, o sea lograr los máximos rendimientos económicos para las posibilidades hídricas de un área, es uno de los objectivos prioritarios para nuestra producción agrícola.

Las labranzas conservacionistas, los fertilizantes y el control de malezas son técnicas que pueden aumentar esa eficiencia en el uso del agua.

Desde hace 4 años en la Estación Experimental INTA Pergamino se están evaluando en ensayos de larga duración, distintos sistemas de labranzas en la secuencia trigo-soja-maíz, con dos niveles de Nitrogeno 0 y 80 kg/ha aplicados sobre trigo y maíz.

El principal objetivo de estos ensayos es el estudio de los efectos de las labranzas sobre las propiedades de los suelos y sobre la productividad de los cultivos.

Este ensayo se conduce sobre un suleo Argiudol típico, serie Pergamino, franco limoso en superficie. Las labranzas comparadas son: convencional con arado de rejas, superficial con rastra de discos, cincel y siembra directa.

Se realizan mediciones sobre el suelo como materia orgánica, pH, intercambiables, estabilidad de agregados, temperatura del suelo, humedad, densidad aparente, resistencia a la penetración; y sobre el cultivo como densidad de plantas, análisis de crecimiento (Trigo y Maíz), rendimientos y sus componentes.

El manejo de los residuos del cultivo antecesor del trigo comienza con el triturado del rastrojo. Esta operación tiene la finalidad de majorar la acción de los implementos de labranza de corte vertical, así como también lograr un mejor entremezclado con el suelo. Además del picado de rastrojo es necesario, en la mayoría de los casos, el empleo de sembradoras adaptadas para la siembra de trigo en suelos con residuos en superficie. Por ello, es conveniente equipar a las sembradoras con cuchillas delante de los abresurcos para cortar residuos y evitar atascamientos.

El Departamento de Ingeniería Rural (INTA Castelar) ha desarrollado, para uso experimental, una máquina para siembra directa de trigo. Una cuchilla circular de borde aserrado, accionada por la toma de fuerza del tractor, corta los residuos.

La emergencia no se ha visto dificultada por los residuos. No ha habido diferencias significativas en el número de plantas logradas en los distintos tratamientos.

En el gráfico 2 se observa el efecto de 4 sistemas de labranzas y dos niveles de Nitrógeno sobre los rendimientos de trigo para tres campañas agrícolas 1980, 81 y 82. Fundamentalmente se destaca la variabilidad de los rendimientos de un año a otro. Los sistemas de labranzas analizados, no corrigieron suficientemente el efecto negativo de las deficiencias de agua, por lo tanto fue el clima el determinante de los rendimientos alcanzados para cada año. Los resultados indican que la siembra de trigo sobre cultivo de verano (maíz) con diferentes sistemas de labranzas pueden alcanzar rendimientos iguales al método convencional con arado de rejas, siempre que se satisfagan las necesidades de Nitrógeno. En el cuadro 1 se observa la eficiencia del uso del agua de un cultivo de trigo con diferentes sistemas de labranza.

La evapotranspiración real no fue muy diferente con los distintos sistemas de labranza, pero en cambio hubo una mayor eficiencia en el uso del agua con

labranza convencional cuando no se aplicaron fertilizantes nitrogenados.

En el cuadro 2 se indica el contenido total de agua útil y porcentaje del agua útil máxima del perfil del suelo (0-1,5m) a la siembra y cosecha de un cultivo de trigo para dos sistemas de labranzas. Se observa que el agua útil a la siembra de trigo en labranza cero es 15 mm (promedio 3 años) superior al sistema de labranza convencional. Pero esa diferencia es mayor para el momento de cosecha del trigo; esto es realmente importante para la implantación del siguiente cultivo de soja.

Los resultados más significativos después de cuatro años de ensayo fueron los siguientes:

Sobre el suelo:

- Menor temperatura del suelo (0-5 cm) en siembra directa.
- Densificación de la capa superficial del suelo con siembra directa y formación de piso de disco en labranza superficial.
- Mayor estabilidad de la estructura del suelo en siembra directa.
- Mayor contenido de materia orgánica en el estrato 0-5 cm de profundidad (siembra directa 3,7% y arado de rejas 3,0%). En la capa 0-20 cm no hubo diferencias.
- El pH no fue modificado por las labranzas, pero sí por la fertilización nitrogenada.
- El contenido de fósforo asimilable (0-5 cm) fue mayor en los tratamientos con manejo superficial de residuos. (SD = 20 ppm y LC = 15 ppm).
- Menor eficiencia en el uso del agua con labranza mínima si no se satisfacen los mayores requerimientos de nitrogeno.

Sobre el cultivo:

- No hubo diferencias en la densidad de plantas relacionadas con las labranzas.
- Menor crecimiento inicial en el tratamiento con siembra directa.
- Menor rendimiento de trigo con labranzas mínimas; con la aplicación de nitrogeno la producción fue similar al sistema convencional.

Hasta ahora teniendo en cuenta este último aspecto podemos decir que las labranzas mínimas y especialimente la labranza cero podrían ser sistemas poco atractivos para el cultivo de trigo, pero su interrupción con una labranza convencional podría anular los efectos positivos que puede tener a largo plazo sobre la producción de cultivos de verano.

Además la labranza cero puede ser una excelente herramienta para la investigación básica en el campo agronómico. A través de este tipo de ensayos pueden establecerse los reales requerimientos de labranzas del suelo en un ambiente libre de malezas.

Toda la investigación que se logre con labranza cero puede ser una abundante fuente de información para la elaboración de modelos que permitan predecir los efectos de la labranzas.

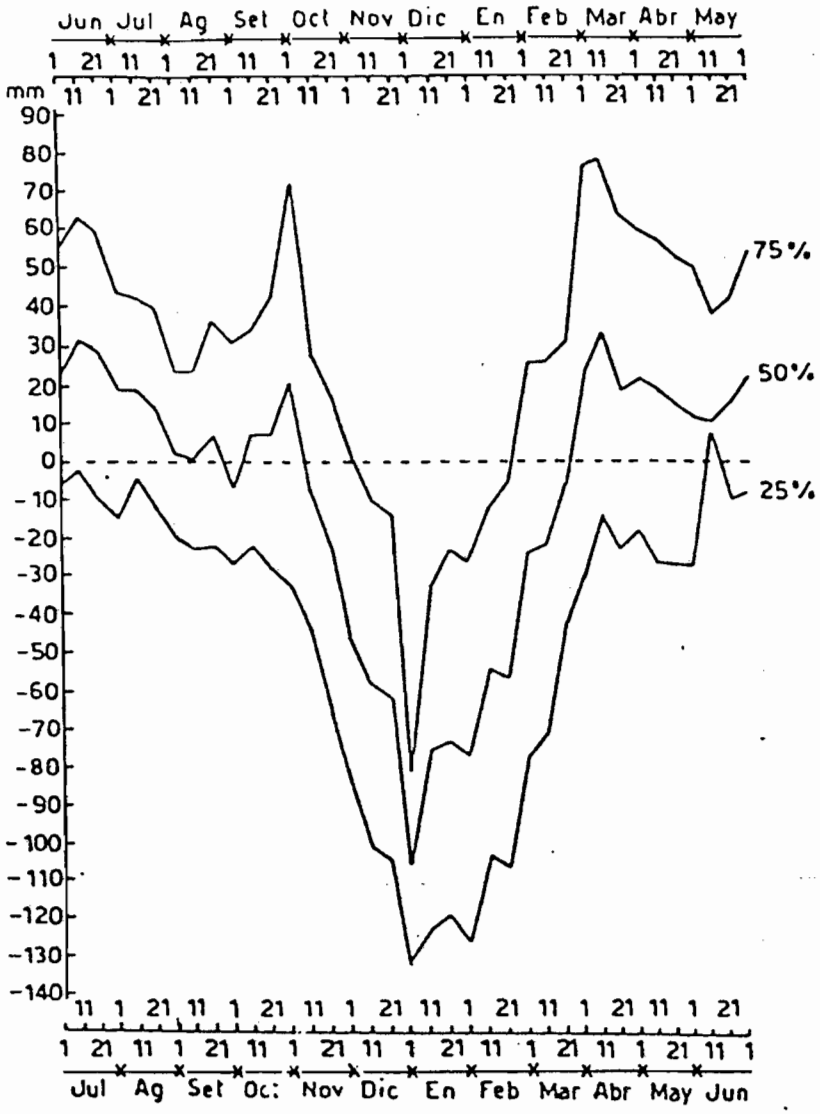


Grafico n° 1:

PROBABILIDADES AL 25, 50 Y 75% DE EXCESO (P>ETP) Y DEFICIENCIAS (ETP>P) EN PERGAMINO

ETP Mensual: Thornthwaite corregida

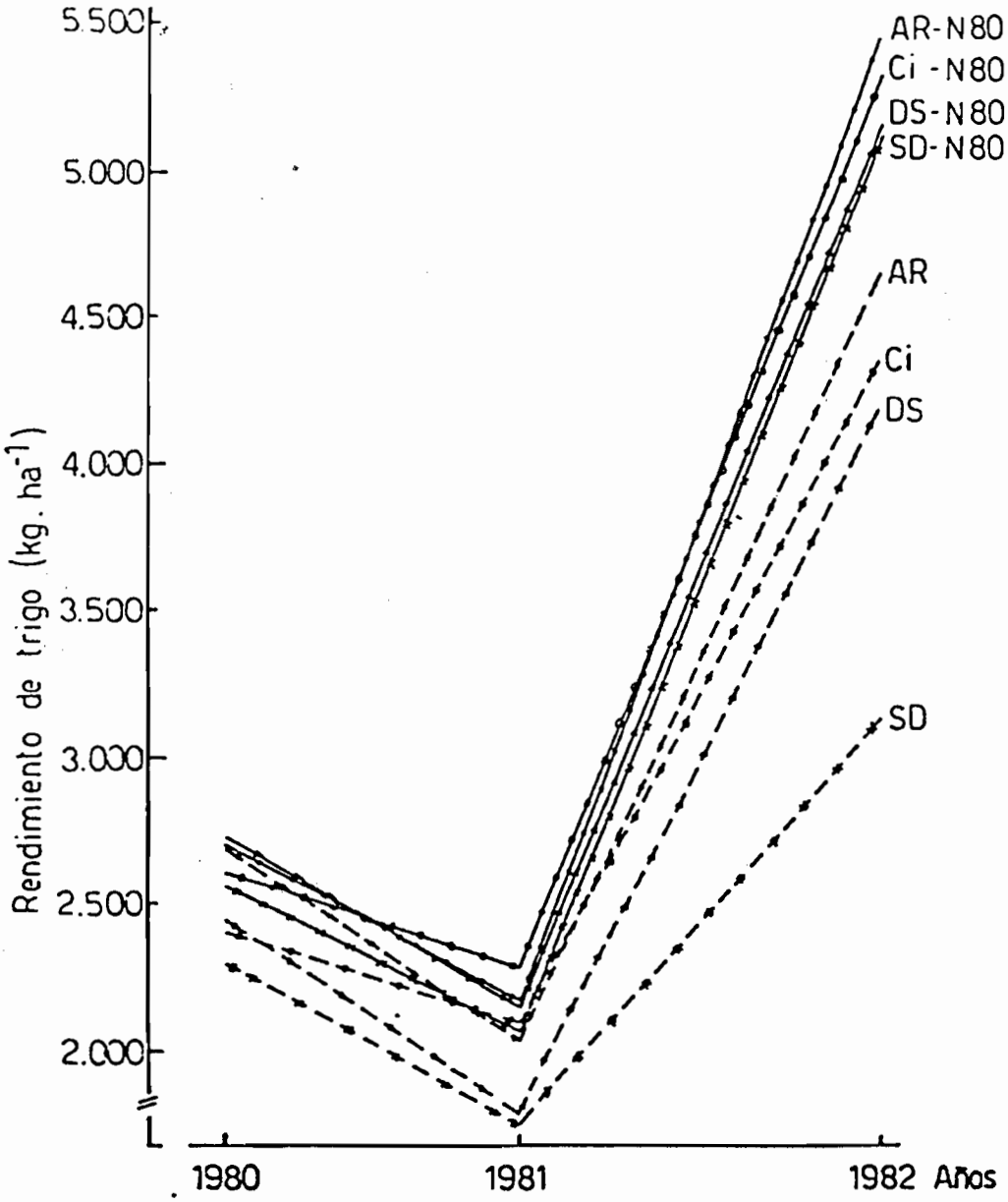


Gráfico 2

Efecto de cuatro sistemas de labranzas (AR• Reja, Ci• Cincel, DS• Disco y SD• Siembra directa) y dos niveles de nitrógeno (0 y 80 kg N. ha^{-1}) sobre los rendimientos de trigo para tres campañas agrícolas.

INTA Pergamino

CUADRO N°1

CONSUMO (ETR) Y EFICIENCIA DEL USO DEL AGUA (E.U.A.) DEL DOBLE CULTIVO TRIGO/SOJA CON DOS SISTEMAS DE LABRANZAS.

Año	Labranza	Lluvias (mm)		Lluvias total	ETR (mm)		ETR	Rendimiento (kg/ha)		E.U.A. (kg/mm)	
		Trigo	Soja	(mm)	Trigo	Soja	Total	Trigo	Soja	Trigo	Soja
1980	Convencional	327	576	903	348	573	921	2.690	2.670	7.7	4.7
	Siembra directa				355	589	944	2.310	2.590	6.5	4.4
1981	Convencional	190	582	772	298	538	836	2.040	2.180	6.8	4.1
	Siembra directa				279	487	766	1.760	2.620	6.3	5.4
1982	Convencional	326	309	635	385	326	711	4.660	750	12.1	2.3
	Siembra directa				374	356	730	3.120	2.000	8.4	5.6

FUENTE: Ing Agr L.Totis, V.Zeljkovich, L.Blotta y O.Hansen. INTA. PERGAMINO.

CUADRO N°2

CONTENIDO DE AGUA UTIL TOTAL EN EL SUELO (0-150 cm) A LA SIEMBRA Y MADUREZ DEL CULTIVO DE TRIGO

Año	Labranza	Agua útil a la Siembra	Diferencia	Agua útil a la Madurez	Diferencia
		mm		mm	
1980	Convencional	196		175	
	Siembra Directa	201	+ 5	176	+ 1.0
1981	Convencional	156		48	
	Siembra Directa	178	+22	90	+42.0
1982	Convencional	123		64	
	Siembra Directa	141	+18	95	+31.0

FUENTE: L. Totis, V.Zeljkovich, L.Blotta y O.Hansen. INTA. PERGAMINO.

AGRONOMIA DEL TRIGO EN EL CONO SUR DE AMERICA LATINA

M. A. McMahon

Cuando mencionamos las condiciones para el cultivo del trigo en el Cono Sur, nos estamos refiriendo a condiciones muy variadas. Actualmente, el trigo se cultiva desde los 15 °S de latitud sur en Brasil hasta los 42 °S en Chile. Como puede observarse en la Tabla 1, la mayor parte de este trigo se cultiva bajo condiciones de secano, siendo Chile el único país con un área de regadío de tamaño considerable. De allí que la mayoría de la región depende de los caprichos de las lluvias y de la interacción de éstas con otros factores que afectan el rendimiento. Generalmente cuando los agrónomos hablan de producción de un cultivo y precipitaciones tenemos la tendencia de pensar en déficits de agua. Sin embargo las precipitaciones afectan la producción de muchas maneras debido a la interacción con otros factores, especialmente con enfermedades. La época de ocurrencia de las precipitaciones es importante en la manifestación de ciertas enfermedades como Septoria y Gibberella. Este es un problema común en casi toda la región del Cono Sur. En algunas partes de Chile, los rendimientos son más bajos en los años de mayores precipitaciones. Esto probablemente se deba a una mayor manifestación de Gaumannomyces spp. durante los años más húmedos y a condiciones saturadas durante el período de elongación de las raíces. Abundantes lluvias en el comienzo de la estación pueden incrementar el proceso de lixiviación reduciendo consecuentemente la absorción de nitrógeno y los rendimientos. No podemos controlar la época de ocurrencia de las lluvias, pero sí podemos controlar, en cierto grado, la cantidad total de humedad disponible para un cultivo a través de prácticas culturales. Una vez más, vienen a nuestras mentes dos problemas distintos, que en ciertas áreas, pueden ser mutualmente exclusivos.

Primeramente, debemos tener suficiente humedad en la cama de siembra para asegurar el establecimiento del stand. Esto es extremadamente importante en ciertas áreas de Argentina donde la siembra es seguida por un largo período seco y donde el desarrollo de las raíces es fundamental para la exploración de la humedad del suelo durante dicho período. En estas áreas donde el crecimiento inicial de las raíces es limitado, el potencial de rendimiento queda determinado muy temprano en el ciclo del cultivo y las pérdidas que se producen no pueden ser luego recuperadas.

La humedad en el momento de siembra es también extremadamente importante para establecer las épocas de siembras en áreas con precipitaciones intermitentes. Una importante región triguera del Cono Sur que presenta este problema es el Estado de Paraná en Brasil. Debido a precipitaciones intermitentes y a un insuficiente control de la humedad en el momento de la siembra, las épocas de siembra varían mucho de un año a otro y esto causa mayor inestabilidad de los rendimientos de trigo. También complica la vida del fitomejorador porque es extremadamente difícil desarrollar buen germoplasma cuando las épocas de siembra son tan variables. Esta falta de control de la humedad significa que las fechas de siembra varian de un establecimiento a otro dentro de la misma zona en el mismo año. Esto significa que dentro de una misma region se pueden encontrar cultivos de trigo en muy distintos estados de crecimiento. Cuando esto ocurre, las enfermedades se transmiten de los cultivos más viejos a los más nuevos atacando a estos últimos muy temprano en el ciclo. Dichos ataques tempranos pueden causar efectos pronunciados.

El otro aspecto sobre humedad es el control de la humedad total disponible para el cultivo en las regiones semiáridas. Esto generalmente se logra a través de barbecho u otras prácticas culturales. La importancia de la humedad y su interacción con fertilizantes se ilustra con los datos de INTA (Argentina) de la Tabla 2. Esto demuestra que con pequeñas diferencias en la disponibilidad de humedad, el potencial de rendimiento puede disminuir drásticamente.

El Rol de la Variedad

Durante los últimos veinte años, se han producido espectaculares aumentos de los rendimientos de trigo en distintas partes del mundo. Cuando se discute este fenómeno, el factor más citado es el cambio en el potencial de rendimiento de las variedades cultivadas. Este cambio fue el resultado del desarrollo de una planta más baja con un índice de cosecha más alto que por consiguiente, produjo más granos por unidad de rendimiento de materia seca total.

Estas variedades enanas son cultivadas extensamente en todos los países del Cono Sur de América Latina observándose el mayor grado de adopción en Argentina. La introducción de estas variedades de ciclo corto en Argentina facilitó también, la difución del doble cultivo trigo-soja. En 1974, Argentina produjo 50.000 toneladas de soja y en 1980 esta cifra alcanzó los 4 millones de toneladas. Ochenta porciento de esta soja se produce en doble cultivo con trigo. La evolución del área sojera argentina se observa en la Figura 1.

Fertilizante

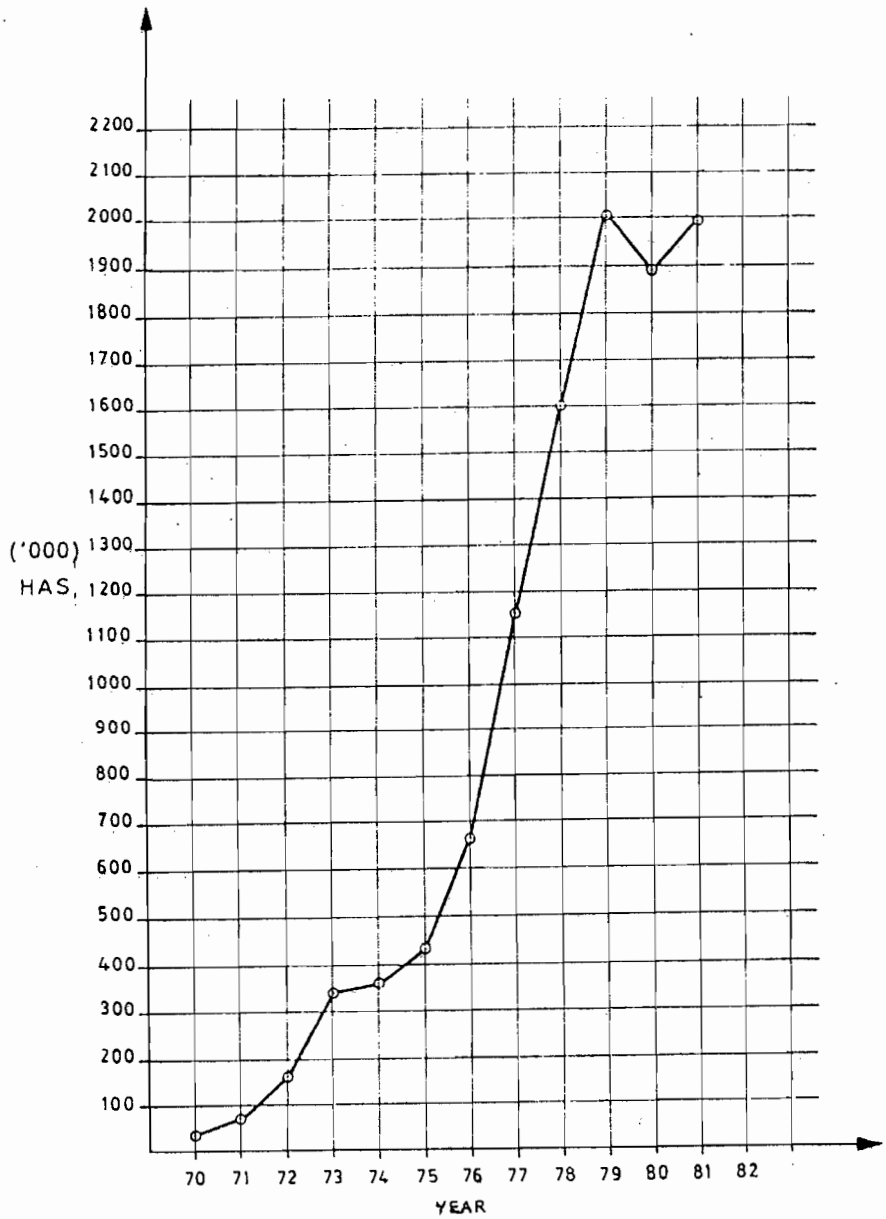
En cualquier paquete de producción, el factor más importante probablemente sea el fertilizante. El consumo mundial de fertilizantes se ha elevado por encima de 100 millones de toneladas de nutrientes por año. Un cuarto de ésto es utilizado en los países en desarrollo. Esta cantidad sigue siendo insuficiente para producir los alimentos necesarios. A pesar de la crisis energética, no debería existir desacuerdo en cuanto a la urgencia de soportar el rápido aumento en el consumo de fertilizantes en los países en desarrollo. La presión de la población sobre las tierras, el deficit creciente de alimentos, el agotamiento de la fertilidad de los suelos y la complementación entre variedades de altos rendimientos y altos niveles de aplicaciones de fertilizantes señalan la importancia del tema. Sin embargo, la pregunta real en cuanto al mundo en desarrollo no es sobre si se debe, sino cómo mantener un rápido crecimiento en el consumo de fertilizantes.

El uso de fertilizantes varía en gran medida segun el país. El consumo de fertilizantes en Argentina es muy bajo, 2 kg/ha. Esto no significa que Argentina no necesita fertilizar. La Tabla 3 muestra las respuestas a fertilizantes obtenidas en un número de localidades en la Pampa Húmeda durante 1982-83. Las cifras se presentan como datos de eficiencia de respuesta (kg de granos de respuesta/ kg de nutriente aplicado) con varias combinaciones de nitrógeno y fósforo. Como puede observarse, la respuesta a los fertilizantes en Argentina puede ser muy espectacular.

Malezas y Hebicidas

Las malezas se consideran como uno de los factores más limitantes para el rendimiento de trigo en cualquier medio ambiente donde se cultiva este cereal. El problema de las malezas no es una característica peculiar de situaciones de deficiente agricultura. En realidad, las malezas gramíneas son más abundantes en condiciones de alta fertilidad y de agricultura intensiva. Los herbicidas nos han brindado muchas soluciones para los problemas que encontramos en la producción. En la mayoría de los casos, se dispone de las recomendaciones sobre los herbicidad para las distintas regiones del Cono Sur.

Figura 1. Evolución del Area Sojera, Argentina 1970-1982. (Source: INTA).



BEST AVAILABLE COPY

Tabla 1. Estadística de Trigo de Cuatro Países del Cono Sur (Fuente: CIMMYT, 1981).

ESTADISTICA	ARGENTINA	BRASIL	CHILE	URUGUAY
PROMEDIO 1961-65	4916	812	753	453
PROMEDIO 1978-80	4702	3221	562	218
% CON RIEGO	0	0	29	0
% CON AGUA SUFICIENTE	47	50	71	100
% EN COND. SEMIARIDAS	53	50	0	0
% PRIMAVERAL (PAN)	95	100	86	100
% INVERNAL (PAN)	0	0	6	0
% DURUM	5	0	8	0
REND. PROM. 78-80	1.7	0.9	1.7	1.2
PROD. PROM. 78-80	7848	2924	951	251
AREA	- 0.3	8.6	- 1.8	- 4.6
REND.	0.5	1.6	1.0	0.7
PROD.	0.2	10.1	- 0.8	- 3.8
Porciento del total de las calorias debido a trigo	30	36	52	33
Porciento de las calorias de los cereales debido a trigo	91	33	88	82
Cantidad total de trigo per capita	185	47	177	134
IMPORTACION NETA (PROMEDIO)	-4045	3539	764	51
PORCIENTO DE LA UTILIZACION TOTAL PROMEDIO DE IMPORTACIÓN	- 56	57	43	16

BEST AVAILABLE COPY

Table 2. Rendimiento Medio (kg/ha) y Niveles de Respuesta de Varios Tratamientos en Tres Zonas de Diferentes Precipitaciones. Argentina 1980-81. (Fuente: INTA, Pergamino).

Agua disponible a la siembra + precipitaciones hasta macollaje (mm)	Número de localidades	Rend. del Testigo	Rend del tratam. NP	Incrementos debido a NP	N	P
> 300	11	2.780	4.290	1.510	590	300
220-300	9	3.180	3.860	680	310	250
< 220	8	2.080	2.950	870	280	380

Table 3. Promedio de la Eficiencia de la Respuesta (kg granos/kg de nutriente) para varias combinaciones de N y P_2O_5. Pergamino 1982-83 (n= 18).

N (kg/ha) \ P_2O_5 (kg/ha)	0	20	40	60	80
0	-		3.08		1.30
30		20.08		14.58	
60	14.78		14.54		11.20
90		14.29		12.00	
120	9.84		10.94		9.13

TECNICAS PARA LA PRODUCCION DE CEREALES BAJO CONDICIONES CLIMATICAS SEMIARIDAS

F. E. Bolton

Introducción

La producción de cereales bajo condiciones semiáridas o de secano a través del mundo se caracteriza, generalmente, por dos condiciones climáticas: 1) bajas precipitaciones, las que limitan el potencial de producción y 2) precipitaciones y temperaturas muy variables de una estación a otra.

Para que las investigaciones en cereales lleguen a tener éxito, se deben considerar otros dos factores o condiciones, por ejemplo, el productor cerealero local probablemente ya está produciendo bastante cerca de su potencial basándose en: 1) sus actuales conocimientos sobre las técnicas de producción de cereales y 2) dentro de los límites de sus recursos.

Por lo tanto, el programa para aumentar la producción de cereales bajo condiciones de secano debe incluir:

1) técnicas de cultivo que maximicen el uso eficiente de una limitada disponibilidad de agua.

2) el sistema de cultivo debe poder adaptarse a condiciones climáticas variables.

3) la información y técnicas deben transmitirse y demostrarse a los agricultores locales.

4) el productor de cereales debe tener acceso a los recursos necesarios (variedades, fertilizantes, herbicidas, equipo, etc.) para la aplicación de las mejoras.

Rendimiento Potencial y Rendimiento Real

Cada ambiente tiene cierta productividad potencial que depende de las características climáticas y topográficas presentes. Bajo condiciones de secano, es muy poco lo que se puede hacer para cambiar el rendimiento potencial. Sin embargo, en la mayoría de los casos, tanto en los países desarrollados como en los en desarrollo, el "rendimiento real" es mucho más bajo que el "rendimiento potencial". Es esta "diferencia de rendimiento" que preocupa al productor y al investigador de cereales. Antes de continuar, debemos definir con más precisión los términos: "rendimiento potencial", "rendimiento real" y "diferencia de rendimiento (brecha)".

Rendimiento potencial: El rendimiento máximo de un cultivo que es técnicamente factible dentro de los límites económicos razonables de un ambiente dado. Los límites de rendimiento están impuestos por el ambiente.

Rendimiento real: El rendimiento de un cultivo determinado por la interacción de sus características genéticas con las del ambiente en el que se encuentra. El rendimiento está limitado por las técnicas de producción.

Diferencia de rendimiento o brecha: La diferencia entre el rendimiento potencial y el rendimiento real. Esta diferencia se debe tanto a adversidades biofísicas (falta de insumos) como a adversidades económicas (insumos disponibles pero no usados o insumos no disponibles).

Teniendo en cuenta las definiciones mencionadas, es obvio que la "diferencia de rendimiento" es el aspecto que impone las mayores restricciones a la producción cerealera. Los impedimentos socio-economicos constituyen la mayor parte de la diferencia de rendimiento, y si éstos no se eliminan, tampoco desapareceran los impedimentos agronómicos. La combinación de factores socio-económicos y agronómicos en un mismo sistema de producción reducirá marcadamente la brecha entre el rendimiento real y el potencial.

Un importante concepto que determina las limitantes del rendimiento fue desarrollado hace más de cien años por Justus von Liebig y aún se sigue aplicando actualmente. Liebig utilizó este principio para ilustrar los límites del rendimiento debido a deficiencia de nutrientes pero puede igualmente aplicarse a las prácticas de producción de cereales.

El Principio de los Factores Limitantes: El nivel de producción de un cultivo no puede ser mayor que el permitido por el más limitante de los factores esenciales para el crecimiento de las plantas.

Si uno pudiese determinar el factor más limitante en un sistema de cultivo, y el que sigue, y así sucesivamente, se reduciría de esta manera el riesgo de la introducción de prácticas nuevas que no llevan al aumento del rendimiento. Para esto, es necesario un programa de investigación a campo, extensivo y meticulosamente planeado.

Eficiencia del Uso del Agua (E.U.A.) en los Sistemas Agrícolas de Secano

Los sistemas agrícolas de secano giran en torno al principio de que el agua es el factor ambiental más limitante, y para aumentar o mantener un nivel adecuado de rendimiento uno debe maximizar la eficiencia del uso del agua en la producción del cultivo.

Se deben dar dos factores para que se pueda aumentar la producción del cultivo utilizando una cantidad limitada de humedad: 1) aumentar la cantidad de agua acumulada en el suelo y reducir las pérdidas causadas por evaporación y transpiración; y 2) utilizar al máximo el agua acumulada y el agua de las subsecuentes precipitaciones por medio de un manejo que utilice prácticas adaptadas a las condiciones ambientales prevalecientes. El primer punto está relacionado con las labranzas y la prácticas de conservación de la humedad. El último punto está relacionado con prácticas de manejo específicamente desarrolladas para que concuerden con la humedad disponible o estimada a fin de lograr una producción económica del cultivo.

Sistema de Barbecho-Cultivo* versus Cultivo Anual

El uso de rotaciones con barbecho como sistema de cultivo se usa en las regiones de secano a través del mundo. Este método no ha dejado de despertar ciertas críticas por su supuesta ineficiencia en la retención de humedad durante el período de barbecho. Se calcula una eficiencia en la acumulación de alrededor de 15-35% del total de las precipitaciones ocurridas durante el

*un año de barbecho y un año de cultivo

barbecho. Los críticos indican que esta es una gran pérdida por ser éste el caso de un recurso tan limitado. Sin embargo, este sistema ha sido usado, tradicionalmente, en la producción de granos en las zonas subhúmedas y semiáridas del Medio Oriente. Aparentemente, este método se utilizaba regularmente en el delta del Tigris-Eufrates desde antes del año 2.400 A.C.

En épocas más recientes, la rotación barbecho-cultivo en la producción de granos se ha difundido ampliamente en los Estados Unidos. En 1900 había cerca de 2 millones de acres de barbecho en los Estados Unidos. El área aumentó progresivamente hasta que en los años 70 alcanzaron a ser más de 40 millones de acres, la mayoría ubicados en los 17 estados del oeste (Haas, et. al.,1974). Actualmente, en las regiones semiáridas, las rotaciones barbecho-cultivo constituyen el principal sistema de cultivo en la producción de cereales. Esta práctica aún sucita polémicas, principalmente entre los profesionales, a causa de la ineficiencia de la misma en la acumulación de agua en el suelo, y debido a los problemas de erosión eólica e hídrica asociados a los barbechos. El sistema, a pesar de sus críticas, se sigue utilizando extensivamente en las regiones de bajas precipitaciones. Las recientes innovaciones en el manejo del rastrojo como mulch ha aliviado algunos de los problemas de erosión y ha incrementado el almacenamiento de agua en el suelo. Debido a la gran difusión y al uso persistente de la rotación barbecho-cultivo en todo el mundo, y particularmente en la región de ICARDA, es necesario prestar seria atención a esta práctica en los futuros programas de investigación sobre sistemas de producción agrícola.

En la Tabla 1 se muestran ejemplos de aumentos en los rendimientos de granos y el consecuente aumento de E.U.A.. La zona de las Grandes Planicies Centrales se caracteriza por un regimen de lluvias primavero-estivales y por temperaturas moderadas durante el verano, lo que contrasta con el clima de la región Pacífica del Noroeste que posee un regimen de lluvias inverno-primaverales con temperaturas moderadas en el verano. Las diferencias en la distribución de las lluvias y en las temperaturas estacionales se refleja en los valores de E.U.A. de las dos regiones. Se debe hacer notar que E.U.A. fue superior en todos los lugares con rotación barbecho-cultivo.

Las técnicas mejoradas de manejo del suelo y del cultivo, y las variedades de mejor adaptación han producido durante los últimos 20 años, aumentos aún mayores de E.U.A. (Tabla 1). Greb et. al.(1974) indicó cuatro causas probables del aumento del rendimiento y de E.U.A. en las regiones de las Grandes Planicies: a) aumento de la acumulación de agua durante el barbecho, lo que resulta de un mejor manejo de los rastrojos como mulch y de las malezas, b) mejoramiento de los equipos de siembra que permiten una penetración más profunda y un mejor uso del agua de la cama de siembra, aún en casos de capas superficiales de 8-10 cm con condiciones relativamente secas, c) variedades mejoradas de trigo, y d) aumento del uso de fertilizantes, a nivel comercial, en los suelos de conocidas deficiencias de nitrógeno y fósforo. Los agrónomos y fitomejoradores de esta región estimaron la participación de cada causa en el aumento de los rendimientos de la siguiente forma:

Mejoramiento en el almacenamiento del agua en el barbecho: 40%
Variedades mejoradas de trigo: 40%
Mejoras en los equipos para la siembra: 10%
Uso de Nitrógeno y Fósforo: 10%

Una de las ventajas del sistema de barbecho es la liberación y acumulación de nitrógeno en forma de nitratos lo que reduce substancialmente la necesidad de fertilizantes suplementarios (Olson et al., 1953). El uso de fertilizantes nitrogenados puede reducir marcadamente la ventaja en rendimientos del barbecho versus los sistemas de cultivos anuales, lo que puede observarse en la Tabla 2. Sin embargo, en términos de E.U.A. y de la economía de la producción cerealera de esta región, el sistema de barbecho-cultivo sigue teniendo sus ventajas.

Se estima que la rotación barbecho-cultivo sólo necesita producir 170% del sistema de cultivo anual para tener semejanza económica en términos de margen lucrativo. En regiones con menos de 500 mm de lluvias anuales, la diferencia de rendimiento bajo un sistema de barbecho bien manejado es, generalmente, mayor que el 170% del cultivo anual.

Otro factor importante que debe considerarse es la estabilidad del sistema de cultivo. Los pequeños productores no pueden darse el lujo de perder una cosecha. Smika (1970), en un estudio en el que compara 27 años (1940-1967) de cultivo trigo-barbecho con el monocultivo de trigo en zonas semiáridas, demostró que en el sistema de barbecho no se perdió ni una sola cosecha, mientras que en el monocultivo se fracasó más de 30% de las veces. Donde se contaba con lluvias anuales de 246-430 mm el valor de E.U.A. promedió fue un 80% más alto para el sistema con barbecho. Para que el trigo como sistema anual con fertilizacion nitrogenada pudiese utilizar la humedad tan eficientemente como el sistema con barbecho (trigo con barbecho sin nitrógeno) se requerían por lo menos unos 580 mm de precipitaciones anuales. Smika (1970) también demostró que en esta región semiárida, el rendimiento promedio del trigo con barbecho, al cual no se le había añadido nitrógeno, fue 2.6 veces más alto que el rendimiento del trigo anual con nitrógeno. Después de este estudio prolongado, concluyó que teniendo en cuenta todos los aspectos, el sistema de cultivo de trigo de invierno con barbecho era superior al sistema de cultivo anual de trigo de invierno, y que éste era necesario para la producción estable de trigo de invierno bajo condiciones semiáridas en las Grandes Planicies Centrales de los Estados Unidos.

Ventajas y Desventajas del Cultivo-Barbecho

Las ventajas y desventajas del barbecho-cultivo versus cereales anuales en los Estados Unidos no siempre pueden aplicarse a otras áreas trigueras del mundo. En áreas con un invierno relativamente benigno y períodos extensos de altas temperaturas durante la primavera y el verano, tal vez no responda de la misma manera. En las Grandes Planicies del Norte de los Estados Unidos donde se cultiva trigo primaveral, el sistema no muestra una ventaja significante. Por ejemplo, el período de barbecho de los trigos invernales es sólo de 14 meses, los rastrojos se mantienen verticales durante un invierno y para la primavera próxima, la lluvia tiende a impedir que los campos de barbecho sufran la erosión eólica, aunque puede darse algo de erosión hídrica. Para el trigo de primavera, sin embargo el período de barbecho es de 18-21 meses con dos inviernos y con o sin protección del suelo durante el segundo invierno. El potencial de erosión del trigo primaveral alcanza su máximo durante el segundo invierno y primavera de barbecho.

Las ventajas del barbecho-cultivo para el trigo de invierno son: a) aumento de la acumulación de agua en el suelo, b) tiene una influencia estabilizadora en los rendimientos de granos, c) aumentos de E.U.A., d) liberación de nutrientes

(especialmente de Nitrógeno) por medio de la mineralización, requeriendo menos fertilizantes, e) permite un cultivo más oportuno f) menos labores de campo por unidad de grano producido, y g) permite una ganancia neta más alta por unidad de superficie.

Las desventajas incluyen: a) posible aumento de la erosión b) tiende a disminuir la materia orgánica reduciendo el nivel general de fertilidad, c) posible intensificación de la lixiviación (lavado) de algunos nutrientes de la zona de las raíces (sólo en lugares de altas precipitaciones).

En áreas donde se usa debidamente, las ventajas del barbecho en la producción de trigo invernal exceden en gran medida a las desventajas.

Manejo del Suelo para la Conservación de la Humedad

Aunque la rotación del cultivo con barbecho se usa en el Medio Oriente desde la antiguedad, el rendimiento de granos en muchas áreas es menor que el de su potencial. La adopción de un sistema de cultivo especial, ya sea anual o de rotación con barbecho no garantiza el éxito. Para conservar humedad en el suelo se necesita prestar rigurosa atención al manejo del mismo durante el período entre una cosecha y la otra. El tradicional uso de la tierra bajo barbecho como campo de pastoreo, durante el período de descanso está muy difundido. El valor de los residuos de las cosechas, el de los rebrotes de los cereales y el de las malezas usadas como forrajes es difícil de estimar. Sin embargo, si la meta del productor es la de incrementar la producción de granos, necesita realizar cambios en el uso tradicional del barbecho.

Ensayos sobre manejo del suelo durante el barbecho, realizados en la década pasada en la meseta de Anatolía en Turquia, dieron como resultado que con las mejoras de los métodos se puede aumentar substancialmente los rendimientos de los cereales de invierno (Bolton, 1973; Hepworth,et al. 1975; Guler, et al. 1978). En estos ensayos se incluyeron varios tipos de implementos de labranza tales como : arado de reja y vertedera, arado de disco, arado de cincel, para labranza inicial; y para labores secundarias, cultivadores, rastra y rodillo desmalezador. Ninguna de las combinaciones de los implementos evaluados demostró tener una mayor ventaja sobre las otras en cuanto a rendimiento si se utilizaban en el momento oportuno y en la forma adecuada. Sin embargo aquellos implementos que dejan la mayoría de los residuos de la cosecha en la superficie del suelo, redujeron los peligros de erosión hídrica y eólica. El mayor efecto en el rendimiento de granos comparado con los campos de los productores fue la realización de las tareas de labranzas en el momento adecuado, principalmente la primer labranza de primavera, el control de malezas y la preparación de la cama de siembra.

En ensayos experimentales, conducidos en los campos de agricultores en distintas localidades durante cuatro años, los rendimientos de granos alcanzados fueron del 80 al 90% más altos que el de los campos adyacentes. Los métodos usados en estos ensayos no fueron radicalmente distintos de los utilizados anteriormente en cuanto a implementos usados o número de labranzas realizadas, excepto en el momento y la manera de realizar la operación. Este hecho condujo a la relativamente rápida adopción de los métodos de labranzas perfeccionados.

Las prácticas mejoradas sobre manejo del suelo, que incrementan el almacenamiento de agua y reducen la evaporación, no contribuiran per sé al aumento de los rendimientos de granos. Si esto no se continua con un buen manejo del

cultivo, se pierde, a menudo, la ventaja lograda con la mayor acumulación de agua . En los ensayos anteriormente mencionados, para lograr el máximo uso de la humedad disponible, se utilizó la mejor información disponible sobre ensayos de manejo de cultivos.

Manejo del Cultivo y Eficiencia del Uso del Agua

El rendimiento potencial en áreas semiáridas está limitado por la humedad disponible, pero el nivel de rendimiento real esta limitado por las técnicas de producción. Los niveles de rendimientos en las regiones semiáridas del mundo, de países desarrollados y de países en desarrollo, pueden ser incrementados marcadamente con un uso más eficiente de la cantidad limitada de agua disponible. Algunos de los factores más críticos en el manejo del cultivo que afectan el uso eficiente de la cantidad limitada de agua son:

1) control de malezas,
2) implantación del cultivo
3) balance entre nutrientes y humedad,
4) variedades adaptadas,
5) stand de plantas y distancia de siembra

Control de Malezas y Eficiencia del Uso del Agua

A pesar de que el control de malezas no está directamente relacionado con los factores de manejo que afectan la eficiencia del uso del agua de un cultivo como la variedad, el stand de plantas, y el balance entre humedad y fertilizante, juegan realmente un papel muy importante en la disponibilidad del agua. Cualquier organismo viviente que usa agua (y todos la usan!) reducirá, en condiciones de limitada humedad disponible, el rendimiento económico en proporción directa a la cantidad de agua que use. Bajo niveles adecuados de humedad o en situaciones de riego, donde el agua no es el principal factor limitante del rendimiento potencial, se pueden tolerar algunas malezas sin pérdidas del rendimiento económico.

En general, se puede decir que cuanto menor sea la humedad disponible, más crítico es el control de malezas. Hepworth et al. (1975) ha demostrado que aún bajo un manejo del suelo y del cultivo deficiente, el control químico de malezas en el momento adecuado dio como resultado grandes aumentos en los rendimientos. Con un perfeccionamiento del manejo del cultivo y con buenas prácticas de control de malezas, el incremento en el rendimiento de granos promedió alrededor de 33% (Figura 1).

El control de malezas por si sólo, en los casos donde el manejo era de bajo nivel, dio un aumento en los rendimientos de granos del 64% pero a un rendimiento de solo 1,54 MT/ha. Sin embargo, en el rendimiento total, los incrementos producidos por el control de malezas bajo buenas condiciones de manejo promediaron 0,8 MT/ha comparadas con los 0,5 MT/ha que resultaron en los casos de pobre manejo.

La Implantación del Cultivo y Eficiencia en el Uso del Agua

El término "implantación del cultivo" ("stand stablishment") se utiliza en esta publicación en preferencia de los términos comunmente usados como ser: fecha de

siembra, época de siembra o período de siembra. Estos últimos términos describen el tiempo o la fecha actual en que las semillas son depositadas en el suelo, pero esto no necesariamente asegura un stand de plantas debido a otros eventos que pueden ocurrir posteriormente. Muy a menudo una fecha de siembra experimental se publica sin referencia al tiempo de emergencia, desarrollo de la corona o la aparición de macollos. Para poder decir que el cultivo ha sido implantado deben haberse producido todos los eventos mencionados.

Epoca de Implantación del Cultivo

En las áreas semiáridas productoras de cereales de regimenes de precipitaciones invernales, el período óptimo de implantación de un cultivo puede tener un efecto marcado en el uso eficiente del agua (en relación al rendimiento económico) ya que permite que el crecimiento del cultivo se adapte a la humedad disponible del suelo. Los datos de la Figura 2 son los promedios de varios años de experimentación, y muestran el rango más apropiado para la implantación del cultivo en el este de Oregon. Cierto número de ensayos previos no dieron diferencias con respecto a distintas fechas de siembra. Al revisar los datos detenidamente, se encontró que en muchos casos, las semillas fueron depositadas en el suelo seco pero con anterioridad a una lluvia significante. En estos casos, la fecha de siembra puede haber diferido en 2 o 4 semanas, pero la fecha de emergencia fue la misma. Desde la introducción de las sembradoras de profundidad que depositan la semilla en el suelo húmedo que sale de barbecho, los datos se hacen más consistente y representan a las distintas fechas de emergencia.

Se realizaron observaciones durante un período prolongado en 3 localidades de la zona Pacífica del Noroeste (Bolton, 1976, datos no publicados) sobre la relación de las precipitaciones con el rendimiento de granos. Estas observaciones han demostrado que siempre que ocurría una lluvia importante durante el período óptimo de implantación, Setiembre 15-Octubre 15, los rendimientos eran significativamente más altos. Esto se debió aparentemente a una adecuada humedad del suelo, que permitió la emergencia y subsecuente desarrollo de la planta con anterioridad a las temperaturas del invierno. A medida que las prácticas de conservación de la humedad del suelo fueron mejorando, y con la aparición de las sembradoras de profundidad, la siembra en la humedad residual llegó a ser una práctica comun. Sin embargo, existen épocas cuando la humedad se encuentra muy profunda para la siembra de profundidad. A menudo, la época de siembra se retrasa esperando las lluvias adecuadas, lo que resulta en pérdidas de rendimientos porque las plantas no estan debidamente desarrolladas cuando comienza el tiempo frío. Pehlivanturk (1975) demostró que en casos de adecuada humedad, el período desde emergencia hasta desarrollo de la corona de las raíces y macollaje se extendía marcadamente si las temperaturas pasaban de cierto nivel. Cuando la temperatura media del suelo llega a cierto límite existe una relación crítica entre la temperatura del suelo y el desarrollo de la planta. Este estudio demostró que cuando la temperatura media del suelo en la profundidad de siembra desciende a menos de 10 C el tiempo que requieren las plántulas para macollar aumenta drásticamente. El número de días desde emergencia hasta macollaje fueron: 28, 51 y 125 desde el 1 de octubre, 15 de octubre y 1 de noviembre, respectivamente. Para estas fechas las temperaturas medias del suelo a profundidad de siembra, registraron 16, 9 y 5 C respectivamente.

Sembrar sobre suelo seco es peligroso y puede traer problemas de encostramientos después de las lluvias y, a veces, en el control de malezas. Sin embargo, las reducciones en los rendimientos por siembras tardías estan bien documentadas y son consistentes. El riesgo de pérdidas de rendimientos por encostramiento o malezas no se puede predecir. Aparentemente la siembra en epoca propicia, aún en suelo seco supera cualquier ventaja proveniente de esperar la humedad adecuada para la cama de siembra.

Balance Humedad-Fertilizante y la Eficiencia en el Uso del Agua

En áreas de limitadas precipitaciones, una balanceada disponibilidad de nutrientes le permite al cultivo usar de manera más eficiente la humedad disponible (Arnon, 1975, 1972; Olson, et al., 1964). El uso recomendado de fertilizantes es la manera más económica de aumentar la eficiencia del cultivo en cuanto al uso del agua (Viets, 1962, 1967, 1971, 1972). Se ha demostrado que una planta con deficiencia de nutrientes, aún cuando no esté creciendo o lo esté haciendo muy despacio, usará la misma proporción de agua que una planta nutricionalmente equilibrada; sin embargo producirá un rendimiento considerablemente menor (Asana, 1962; Aspinall, et al., 1964; Brown, 1972; Leggett, 1959). Algunas informaciones recientes de Aktan (1976) han confirmado estos resultados y han determinado que para distintos niveles de humedad del suelo durante la siembra, se necesitan distintos niveles de fertilización nitrogenada, para poder balancear la relación humedad-disponibilidad de nitrógeno y lograr una máxima eficiencia del uso del agua. En la Tabla 3 se observa un ejemplo de este estudio pudiendose notar, a través de los datos, que la eficiencia del uso del agua puede disminuir marcadamente ya sea debido a un exceso o a una deficiencia de nitrógeno. También se observa que un cultivo de cebada es más eficiente en el uso del agua y del nitrógeno que un cultivo de trigo, por lo menos en el caso de esta región.

Las condiciones de humedad muy variable, típicas de las regiones semiáridas, determinan que para un uso más eficiente del agua las necesidades de fertilizantes se deben adecuar a las condiciones de humedad que prevalecen. Además se debe considerar que los diferentes métodos de manejo del suelo, como ser barbecho desnudo, labranza mínima o labranza cero (barbecho químico) pueden requerir diferentes niveles de nitrógeno para mantener el equilibrio apropiado de humedad-fertilizante (Brown, et al., 1960; Greb, et al., 1967; Koehler, et al., 1967; Oveson y Appleby, 1971). La cantidad de residuos de cosecha dejados en la superficie del suelo o incorporados en los primeros centímetros tienen una gran influencia en la cantidad de nirógeno disponible para el cultivo (Leggett, et al., 1974; Smika, et al., 1969; Smika, 1970). Generalmente, cuanto mayor es la cantidad de residuos en la superficie mayor es la cantidad de nitrógeno necesaria para lograr un equilibrio entre las necesidades de fertilizante y la disponibilidad de humedad.

A pesar de que se le da mayor énfasis a los fertilizantes nitrogenados, otros fertilizantes juegan también un papel importante en el incremento de la eficiencia en el uso del agua. Fósforo, potasio, azufre y los otros elementos menores necesarios para el crecimiento y desarrollo de las plantas, deben estar presente en forma y cantidad apropiada, o los niveles de rendimiento se verán reducidos (Brown, et al., 1960; Brown, 1972; Gardner, 1964). Estos otros elementos fertilizantes no dependen tanto de la cantidad de humedad disponible como el nitrógeno, pero de no estar presentes adecuadamente, tendrán un efecto marcado en la eficiencia del uso del agua.

Variedades Adaptadas para la Produccion de Cereales en Condiciones de Secano

Un elemento clave en el aumento de E.U.A. y, por consiguiente, en el rendimiento económico, es el uso de la variedad disponible de mejor adaptación. Todos los programas de mejoramiento de cereales tienen objetivos similares, por ejemplo aumentar el rendimiento potencial y la calidad, manteniendo la resistencia a las enfermedades, a los insectos, al vuelco y a otras características agronómicas. Es mucho más difícil seleccionar por resistencia o tolerancia a la sequía y al calor, aunque se suele incluir este tipo de selección entre los objetivos de los programas de mejoramiento.

La selección de variedades con un alto potencial de rendimiento y resistencia a las enfermedades y plagas que atacan comunmente al cultivo ha tenido un gran éxito en las dos últimas décadas. En muchos casos, en las regiones áridas productoras de cereales, el potencial de rendimiento bajo niveles adecuados de humedad es mucho mayor que la disponibilidad de humedad. Muchas variedades con alto potencial de rendimiento en condiciones de adecuada humedad, también han producido un alto rendimiento bajo condiciones de limitada humedad. Los fitomejoradores reconocen desde hace mucho tiempo que seleccionar por tolerancia a la sequía o resistencia al calor es extremadamente difícil porque no existe actualmente un criterio adecuado de selección. Seleccionar el material en generaciones tempranas, bajo condiciones de secano es muy arriesgado por la extrema variación que existe entre estación y estación (Hurd, 1971). Como consecuencia, en las áreas de secano, se testan mayores cantidades de líneas con la esperanza de poder aislar los tipos de mejor adaptación a esas condiciones. Este enfoque generalmente ha dado bastante buenos resultados en la región Pacífica del Noroeste de Estados Unidos.

En la Tabla 3 y en la Figura 4 se observa un ejemplo del progreso logrado en el mejoramiento varietal para las condiciones de secano. Los datos representan rendimientos de granos obtenidos en ensayos de variedades conducidos bajo el sistema de rotación barbecho-cultivo con la variedad Kharkof como testigo standard. Estos experimentos fueron conducidos en Lind Dryland Research Unit, Lind, Washington, y en Columbia Basin Agricultural Research Center, donde las precipitaciones anuales promedian cerca de 240 y 400 mm, respectivamente. En cada sitio experimental se cuenta con una estación meteorológica standard. Ya que las variedades mejoradas cambian constantemente dentro de un período de años, los rendimientos de granos representan a las variedades más cultivadas durante cada período. Por ejemplo, en Lind, Washington, durante el período 1931 a 1952, las variedades de mayor difusión en esta zona fueron: Turkey, Rio, Rex y Elgin. Durante el período de 1953 a 1974, las variedades más cultivadas fueron: Omar, Moro, Gaines y Nugaines.

En Lind, el incremento de E.U.A. para rendimiento de granos promedió alrededor de 99% para los últimos 22 años en comparación con los 22 años anteriores. Este aumento puede ser separado en tres categorías: 1) aumento debido a variedades mejoradas (17%), 2) aumento debido al mejoramiento del manejo del suelo y del cultivo (69%) y 3) aumento debido a la interacción entre las variedades mejoradas y el mejor manejo del suelo y del cultivo (13%). Esta es la región productora de cereales de menos precipitaciones de los Estados Unidos. Cuando se considera separadamente, en el valor de las variedades mejoradas se observa un efecto menor en el rendimiento de granos que el causado por el mejor manejo del suelo y del cultivo. Sin embargo, sumando ambos valores (17% + 13%) se logra un aumento total de 30% de E.U.A.. En las regiones productoras de cereales más

áridas, el manejo del cultivo parece tener un rol más importante que el del mejoramiento de las variedades. Sin embargo para lograr u obtener máximo beneficio, ambos elementos deben ser incluídos en el sistema de producción.

A medida que las precipitaciones aumentan, el rol de las variedades mejoradas y el del mejoramiento del manejo del cultivo, comienzan a cambiar en cuanto a su importancia, lo que se observa en los datos de la Tabla 3 y la Figura 4 correspondientes a la localidad de Pendlenton. El aumento de E.U.A. debido a las variedades mejoradas es casi el doble (32% versus 17%) del indicado para la localidad de Lind. El efecto debido a un mejor manejo del cultivo en esta localidad, es menos de la mitad (69 versus 28%) que el observado en la zona Lind, de bajas precipitaciones. Esto implica que el mejoramiento varietal juega un papel más importante en E.U.A. cuando las condiciones climáticas son más favorables. La interacción entre variedades mejoradas y mejoramiento en el manejo del cultivo resulta alrededor de 9% de aumento de E.U.A. lo que se puede comparar con el aumento de 13% obtenido en la localidad de Lind.

El aumento total de E.U.A. en términos de granos producidos por unidad de volúmen de agua recibida fue casi el mismo para ambas localidades, por ejemplo 5.20 y 5.16 kg/ha-mm en Pendlenton y Lind respectivamente. Esto indica que ambas localidades estan produciendo casi al mismo nivel de E.U.A. pero a distintos niveles de rendimientos debido a la gran diferencia de precipitaciones. Estos datos demuestran claramente la ventaja del uso de variedades de mejor adaptación para lograr un máximo E.U.A. e incrementar los niveles de los rendimientos de grano.

Stand de Plantas e Implantación del Cultivo

El número ideal de plantas por unidad de superficie que permite la máxima producción económica varía ampliamente segun los distintos ambientes. Bajo condiciones de riego y abundante agua, y cuando el número de plantas por unidad de superficie está por encima del límite mínimo, el stand de plantas parece no tener o tener muy poco efecto en el rendimiento (Donald, 1963). Con condiciones de poca humedad, la población y distribución de las plantas puede tener una influencia substancial en la eficiencia del uso del agua y en el subsecuente rendimiento de granos (Harper, 1961). En los cereales, debido a los métodos de siembra y a la naturaleza de estos cultivos, los ajustes en el número y distribución de las plantas deben hacerse tanto dentro del surco como entre hileras. La práctica de incrementar la distancia entre plantas dentro del surco y reducir la distancia entre surcos para lograr una mejor distribución, puede dar resultados contrarios en casos de humedad limitada. Brown y Shrader (1959) determinaron que plantas con poca competencia durante el período de germinación tienden a producir un crecimiento vegetativo excesivo y a agotar la humedad del suelo que podría, más tarde, ser utilizada para la producción de granos. Larson y Willis (1957) llegaron a la conclusión de que para obtener máximos beneficios en casos de humedad limitada, el número de plantas en la hilera debe ser lo suficientemente grande como para proporcionar una adecuada competencia en los períodos de plántula, y evitar asi el excesivo crecimiento y uso de la humedad. Los espacios entre hileras deben ajustarse a la cantidad de humedad disponible. Esta práctica es generalmente contraria a la usada en muchas áreas semiáridas o áridas del mundo, tanto en los países desarrollados, como en los en desarrollo. La densidad de siembra y la distancia entre surcos han sido tradicionalmente manipuladas con dos propósitos, los cuales realmente no estan relacionados con la obtención de una buena población para lograr un máximo

rendimiento. 1) la cantidad de semillas en la hilera es comunmente mayor que la necesaria lo cual se hace con el fin de controlar la erosión hídrica y eólica. 2) Generalmente, se prefieren distancias entre surcos menores a fin de lograr una mejor competencia con las malezas que crecen entre surcos. Estos conceptos pueden haber sido parcialmente satisfactorios en cuanto a sus propósitos, pero indudablemente reducen el rendimiento de granos en muchas ocasiones. Los trabajos de Arnon (1972) y de Arnon y Blum (1964) sugieren que se puede lograr un mejor uso de la humedad disponible en las regiones semiáridas si se presta cuidadosa atención a la distribución y a la población de plantas.

Varios estudios conducidos en diferentes regiones semiáridas del mundo han demostrado que la densidad de siembra se puede reducir y la distancia entre hileras aumentar, sin reducciones, e incluso en muchos casos con aumentos del rendimiento de granos (Alessi et al., 1971; Bolton, 1973; Guler, 1975; Wilson, 1969). Las razones por las cuales estas medidas no se ajustan mejor, son muchas y muy variables, pero ninguna parecería estar relacionada al uso más eficiente de la humedad. Existen evidencias considerables de que las variedades difieren en sus respuestas a la densidad de siembra y a la distancia entre hileras en distintas zonas climáticas (Guler, 1975). Guler determinó que las densidades de siembras óptimas para ciertas variedades eran distintas en distintas localidades. Otras variedades respondían en forma similar, con la misma densidad, en distintas localidades.

Resumen

Para lograr un uso óptimo del agua y del nitrógeno en condiciones de humedad limitada y donde ésta proviene únicamente de las lluvias, debe prestarse fundamental atención al uso eficiente del agua. Esto puede lograrse de dos maneras: 1) incrementar la humedad disponible acumulando la máxima cantidad en el suelo a través de prácticas de manejo mejoradas y de conservación de humedad; y 2) hacer un uso sumamente eficiente del agua acumulada y de las precipitaciones a través de mejoras en el manejo del cultivo.

A medida que se aumente la eficiencia en el uso del agua, la respuesta a los fertilizantes nitrogenados será mayor y ésto se vera reflejado en rendimientos más altos. Las variaciones estacionales de las precipitaciones, típicas de las regiones semiáridas que no estan bajo riego, determinan que las aplicaciones de fertilizantes se basen en la cantidad de humedad presente en el momento y no en promedios de períodos largos.

La producción de cultivos en condiciones de secano ha tenido un mayor éxito cuando se ha enfocado como un "paquete de prácticas". Esto significa que se usan: las mejores combinaciones de labranzas para conservar la humedad y para preparar la cama de siembra, la selección de variedades adaptadas, fechas y densidades óptimas de siembra , fertilizantes aplicados en cantidades y épocas adecuadas en relación a la humedad disponible, control de malezas durante el barbecho y el cultivo, y métodos de cosecha. El momento y la aplicación de los componentes del paquete es muy importante y puede variar de una localidad a la otra. El paquete de prácticas adecuado debe determinarse a través de una extensa investigación a campo de relativamente larga duración. Cada elemento del paquete de producción debe realizarse en la secuencia correcta, o se puede perder la ventaja de otros elementos. Por ejemplo, si una variedad mejorada es introducida sin el control de malezas, sin aplicaciones de fertilizantes, o sin una mejor preparación de la cama de siembra, puede rendir menos que la variedad

local, no mejorada. Si se introducen los fertilizantes pero no se controlan las malezas, éstas pueden tener mayor respuesta al fertilizante que el cultivo reduciendo en algunos casos los rendimientos. Si se introducen mejoras en las labranzas iniciales pero se descuidan las subsiguientes para el control de malezas o para la preparación de la cama de siembra, el resultado final puede ser peor que el método tradicional. En los países en desarrollo, el establecimiento de un paquete completo de producción generalmente, no se puede realizar en el futuro inmediato. Muchos de los recursos (equipos, herbicidas, fertilizantes, etc.) no se encuentran disponibles y se requiere considerable tiempo e inversión para su desarrollo. Sin embargo, si ciertos elementos del paquete de producción son aplicados adecuadamente y en la secuencia correcta, es posible obtener aumentos substanciales de rendimientos. La clave para un incremento en los rendimientos implica la separación de aquellas prácticas que dan los más grandes beneficios y que puedan encajar en los sistemas locales tradicionales. A medida que se disponga de recursos y que se realicen nuevas investigaciones a campo, se podrán ir aplicando otros elementos del paquete de producción.

BIBLIOGRAFIA

Aktan, Selman. 1976. Nitrate-nitrogen accumulation and distribution in the soil profile during a fallow grain rotation as influenced by different levels of soil profile moisture. M.S. Thesis, Oregon State University, Corvallis.

Alessi, J. and J.F. Power. 1971. Influences of method of seeding and moisture on winter wheat survival and yield. Agron. J. 63:81-83.

Arnon, I. 1975. Physiological principles of dryland crop production, pp. 3-145. In: Physiological Aspects of Dryland Farming, GUPTA, U.S. (ed.), Oxford & IBH, New Delhi.

Arnon, I. 1972. "Crop Production in Dry Regions" (2 vols.), Leonard Hill, London.

Arnon, I. and A. Blum. 1964. Response of hybrid and self-pollinated sorghum varieties to moisture regime and intra-row competition. Israel J. Agric. Res. 14:45-53.

Asana, R.D. 1962. Analysis of drought resistance in wheat. Arid Zone Res. 16:182-190.

Aspinall, D., P.B. Nicholls and C.H. May. 1964. The effect of soil moisture stress on the growth of barley. I. Vegetative development and grain yield. Aust. J. Agric. Res. 15:729

Bolton, F.E. 1973. Soil and crop management research at the Wheat Research and Training Center: October 1970 to August 1973, Ankara, Turkey. Termination Report to Rockefeller Foundation and Oregon State University under RF-OSU (RF70011).

Brown, D.A, G.A. Placeand J.V. Pettiet. 1960. The effect of soil moisture upon cation exchange in soils and nutrient uptake by plants. Trans. 7th Int. Congr. Soil Sci. 3:443-449.

Brown, P.L. 1972. Water use and soil water depletion by dryland wheat as affected by nitrogen fertilization. Ibid. 63:43-46.

Donald, C.M. 1963. Competition among crop and pasture plants. Adv. Agron. 15:1-118.

Gardner, W.H. 1964. Research for more efficient water use: soil physics, pp. 85-94. In: Research on Water, Soil Sci. Soc. Am., Madison, Wisconsin

Greb, B.W., D.E. Smika, N.P. Woodruff, and C.J. Whitfield. 1974. Chapter 4 - Summer fallow in the Central Great Plains. In: summer fallow in the Western United States. Cons. Res. Rept. No. 17, ARS-USDA, April 1974.

Greb, B.W., D.E. Smika, and A.L. Black. 1967. Effect of straw mulch rates on soil water storage during summer fallow in the Great Plains. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 31:556-559.

Güler, M, I. Ünver, M. Pala, N. Durutan, and M. Karca. 1978. Orta Anadolu'da 1972-1977. Nadas Toprak Hazirliği ve Bugdam Yetiştirme Tekniği Araştirmalari. Ankara 1978.

Güler, Mengu. 1975. Yield and other agronomic characters of winter wheat as affected by five seeding rates and three different environmental conditions. M.S. Thesis, Oregon State University, Corvallis.

Haas, H.J., W.O. Willis, and J.J. Bond. 1974. Chapter 2. Summer fallow in the Northern Great Plains (spring wheat). In: Summer Fallow in the Western United States. Cons. Res. Rpt. No. 17. ARS-USDA, April 1974.

Harper, J.L. 1961. Approaches to the study of plant competition. In: Mechanism in Biological Competition, pp. 1-39. Milthorpe, F.L. (ed.), 15th Symp. Soc. Exp. Biol.

Hepworth, H.M., T.G. Zinn, and W.L. Andersen. 1975. Improved techniques for dryland mean -- more wheat from fallow farming. 2nd Ed. USAID/Oregon State University Team. Ankara, Turkey. 112 p.

Hurd, E.A. 1971. Can we breed for drought resistance? pp. 77-88. In: Drought Injury and Resistance in Crops. CSSA Special Publ. No. 2, Madison, Wisconsin.

Koehler, F.E. and D.L. Guettinger. 1967. Moisture-nitrogen relationships for wheat production in Eastern Washington. Proc. 18th Annual Pacific Northwest Fertilizer Conf., Twin Falls, Idaho. pp. 93-94.

Larson, W.E. and W.O. Willis. 1957. Light, soil temperature, soil moisture and alfalfa red clover distribution between corn rows of various spacings and row directions. Agron. J. 49:422-426.

Leggett, G.E., R.E. Ramig, L.C. Johnson, and T.W. Masse. 1974. Summer fallow in the Western United States. U.S. Dept. Agr., Agr. Res. Serv, Conserv. Res. Rpt. 17:111-135.

_____. 1959. Relationships between wheat yield, available moisture and available nitrogen in Eastern Washington dryland areas. Washington Agr. Exp. Sta. Bull. 609.

Olson, R.A., C.A. Thompson, P.E. Grabouski, K.D. Stukenholtz, K.D. Frank, and A.F. Dreier. 1964. Water requirement of grain crops as modified by fertilizer use. Agron. J. 56:427-432.

Olson, R.A. and H.T. Rhoades. 1953. Commercial fertilizer for winter wheat in relation to the properties of Nebraska soils. Nebr. Agr. Exp. Sta. Bul. 172.

Oveson, M.M. and A.P. Appleby. 1971. Influence of tillage management in a stubble mulch fallow-winter wheat rotation with herbicide weed control. Agron. J. 63:19-20.

Pehlivanturk, Alpaslan. 1976. Effect of soil temperature, seeding date, and straw mulch of plant development and grain yield of two winter wheat and two winter barley cultivars. M.S. Thesis, Oregon State University, Corvallis.

Smika, D.E., A.L. Black, and B.W. Greb. 1969. Soil nitrate, soil water, and grain yields in a wheat-fallow rotation in the Great Plains as influenced by straw mulch. Agron. J. 61:785-787.

_____. 1970. Summer fallow for dryland winter wheat in the semi-arid Great Plains. Agron. J. 62:15-17.

Viets, F.G., Jr. 1962. Fertilizers and the efficient use of water. Adv. Agron. 14:223-264.

Viets, F.G., Jr. 1967. Nutrient availability in relation to soil water, pp. 458-467. In: Irrigation of Agricultural Lands, Hagan, R.M., R.H. Haise, and T.W. Edminster (eds), Agron. Series. Am. Soc. Agron., Madison, Wisconsin.

Viets, F.G., Jr. 1971. Effective drought control for successful dryland agriculture. In: Drought Injury and Resistance in Crop Plants. CSSA Spec. Pub. No. 2, pp. 57-75.

Viets, F.G., Jr. 1972. Water deficits and nutrient availability, pp. 217-239. In: Water Deficits and Plant Growth, Vol. III. Kozlowski, T.T. (ed.), Academic Press, New York.

TABLA 1. RENDIMIENTO Y EFICIENCIA EN EL USO DEL AGUA DE TRIGOS INVERNALES SEMBRADOS TODOS LOS AÑOS Y EN AÑOS INTERMEDIOS (TRIGO-DESCANSO-TRIGO) EN TRES LOCALIDADES DE LAS GRANDES PLANICIES CENTRALES Y EN TRES LOCALIDADES DEL NOROESTE DE ESTADOS UNIDOS BAJO UNA ROTACION TRIGO-DESCANSO-TRIGO.

	Promedio anual de precipitación	Trigo Todos los años	Trigo-Descanso-Trigo	Eficiencia en el Uso del Agua: Trigo Todos los años	Eficiencia en el Uso del Agua: Trigo-Descanso-Trigo
	(mm)	(kg/ha)	(kg/ha)	(kg/ha/mm)	(kg/ha/mm)
Akron, Colorado					
Promedio de 60 años	419	498	1426	1.2	1.7
1951-70	377	549	1818	1.5	2.4
Colby, Kansas					
Promedio de 49 años	470	626	1318	1.3	1.4
1941-63	512	731	1673	1.4	1.6
North Platte, Nebraska					
Promedio de 56 años	495	834	2146	1.7	2.2
1951-67	505	684	2747	1.4	2.7
Pendleton, Oregon					
Promedio de 46 años	404	1259	3590	3.1	4.4
1954-76	403	-- [2]	4270	--	5.3
Moro, Oregon					
Promedio de 65 años	290	781	2006	2.7	3.5
1954-76	283	--	2410	--	4.3
Lind, Washington					
Promedio de 55 años	241	875	1760	3.6	3.7
1954-76	235	--	2450	--	5.2

[1] Eficiencia en el uso del agua basada en la precipitación caída de cosecha a cosecha.

[2] Datos no disponibles.

TABLA 2. RENDIMIENTO DE GRANOS DE TRIGOS INVERNALES SEMBRADOS EN AÑOS INTERMEDIOS (TRIGO-DESCANSO-TRIGO) O BAJO ROTACION ANUAL, CON Y SIN FERTILIZANTES NITROGENADOS EN LAS GRANDES PLANICIES CENTRALES Y EN EL NOROESTE DE LOS ESTADOS UNIDOS.

Localidad	Precipitación Anual (mm)	Nitrogeno Aplicado (kg/ha)	Rendimiento de Granos Trigo-Descanso-Trigo (kg/ha)	Rendimiento de Granos Rotación Anual (kg/ha)	Porcentaje del Rendimiento Trigo-Descanso-Trigo contra Anual (%)
Parte Central de las Planicies Centales					
Noroeste Colorado 1956-70	457	0	1886	741	254
		45	1818	1145	159
Noroeste de Nebraska 1956-70	445	0	1886	875	216
		45	2222	1347	165
Noroeste de U.S.A.					
Pullman, Washington 1922-45	516	0	2970	1347	220
		67	3037	2094	145
Pendleton, Oregon 1931-50	406	0	2997	815	368
		67	3219	1710	188
Ritzville, Washington 1953-57	287	0	1414	741	191
		22	1616	875	185
Harrington, Washington 1953-57	295	0	2761	808	342
		34	3098	1549	200

[1]Cuando nitrogeno fue aplicado, la cantidad reportada dio los rendimientos óptimos.

TABLA 3. RENDIMIENTO DE GRANOS, PRECIPITACION Y EFICIENCIA EN EL USO DEL AGUA EN DOS LOCALADADES DEL NOROESTE DE ESTADOS UNIDOS BAJO LA ROTACION TRIGO-DESCANSO-TRIGO.

Fecha	Período de Años	Rendimiento Tons/Ha	(Bu/Ac)	Precipitación Total Mm	(Pulgadas)	Eficiencia en el Uso del Agua Kg/Ha-Mm	(Bu/Ac-pulgada)
			Lind, Washington				
1922-1974	54						
Kharkov		1.58	(23.5)	477	(18.8)	3.31	(1.25)
Variedad mejorada		1.71	(25.5)	477	(18.8)	3.58	(1.35)
1931-1952	22						
Kharkov		1.35	(20.1)	518	(20.4)	2.60	(0.98)
Variedad mejorada		1.35	(20.1)	518	(20.4)	2.60	(0.98)
1953-1974	22						
Kharkov		2.01	(29.9)	457	(18.0)	4.39	(1.66)
Variedad mejorada		2.36	(35.1)	457	(18.0)	5.16	(1.95)
			Pendleton, Oregon				
1931-1974	44						
Kharkov		3.03	(42.3)	805	(31.7)	3.76	(1.33)
Variedad mejorada		3.51	(52.3)	805	(31.7)	4.36	(1.64)
1931-1952	22						
Kharkov		2.53	(37.6)	820	(32.3)	3.08	(1.16)
Variedad mejorada		2.84	(42.4)	820	(32.3)	3.46	(1.31)
1953-1974	22						
Kharkov		3.15	(47.0)	800	(31.5)	3.93	(1.49)
Variedad mejorada		4.16	(61.9)	800	(31.5)	5.20	(1.96)

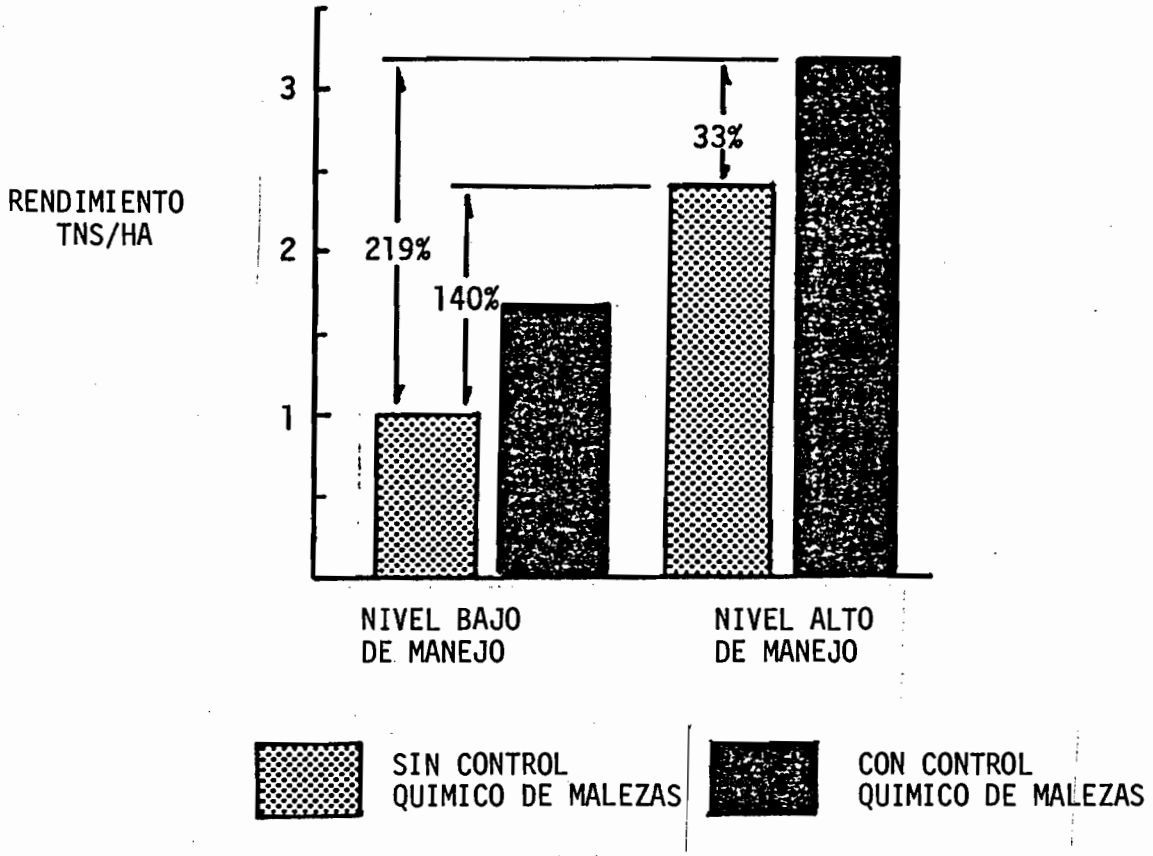


FIGURA 1. EFECTO DEL CONTROL DE MALEZAS Y DEL MANEJO SOBRE EL RENDIMIENTO DE LOS TRIGOS DE INVIERNO EN TURQUIA, 1974-1975.

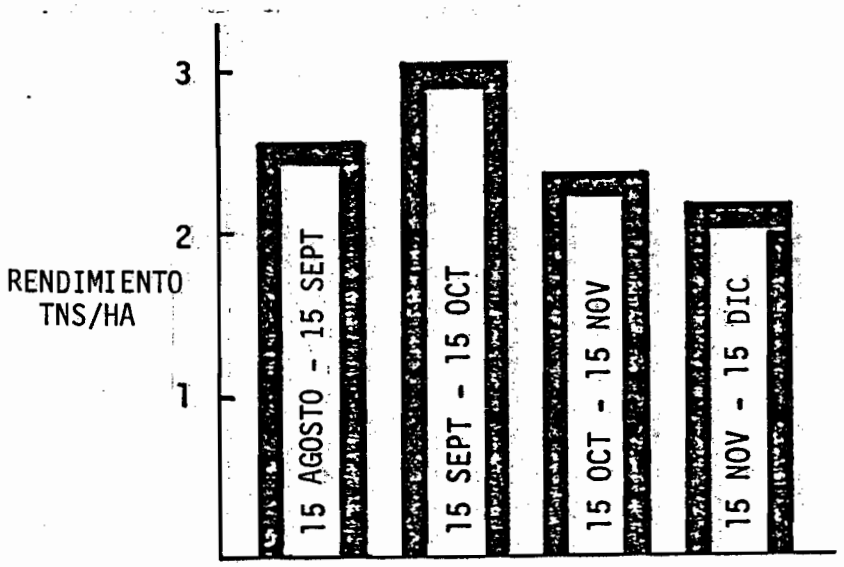


FIGURA 2. EFECTO DEL MOMENTO EN QUE LA POBLACION FUE ESTABLECIDA SOBRE EL RENDIMIENTO DE GRANOS (PROMEDIO DE UN PERIODO PROLONGADO).

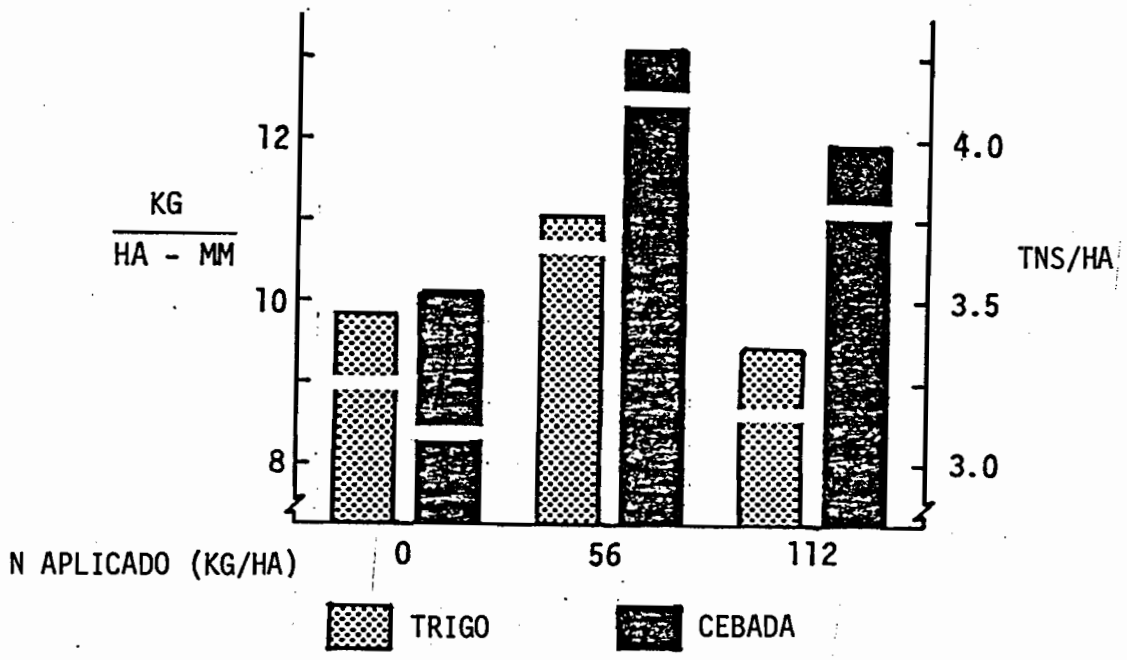
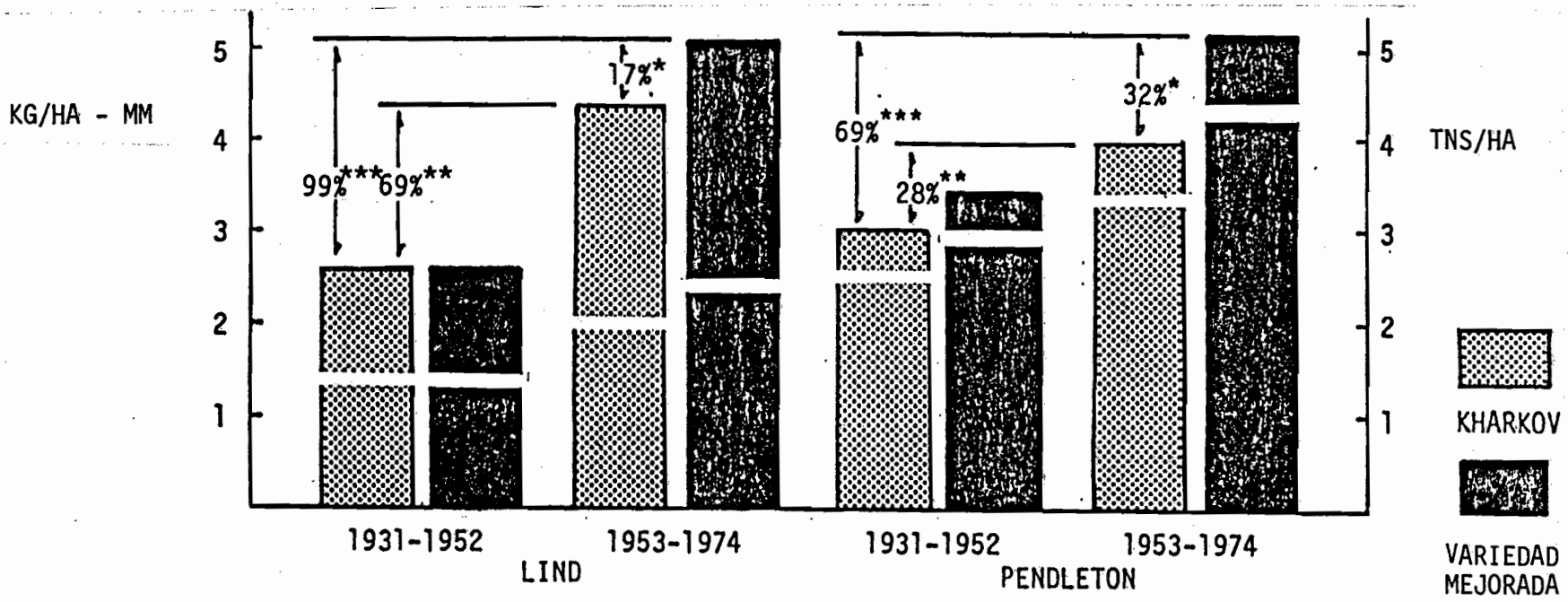


FIGURA 3. EFECTO DEL FERTILIZANTE NITROGENADO SOBRE LA EFICIENCIA EN ELUSO DEL AGUA Y EN EL RENDIMIENTO DE GRANOS (LINEA VERTICAL) DE LOS TRIGOS Y CEBADAS INVERNALES EN MORO, OREGON, 1975.

FIGURA 4. EFECTO DE LAS VARIEDADES MEJORADAS Y DEL MANEJO DEL CULTIVO SOBRE LA EFICIENCIA EN EL USO DEL AGUA Y EN EL RENDIMIENTO DE GRANOS (LINEA VERTICAL) DE LOS TRIGOS DE INVIERNO EN DOS LOCALIDADES DE LA ZONA DEL NOROESTE DE ESTADOS UNIDOS.



Aumento del porcentaje debido a: *variedades mejoradas; **mejoras en el manejo; ***interaccion entre las variedades mejoradas y las mejoras en el manejo

Kharkov: variedad standard de chequeo

Variedad Mejorada: variedad más ampliamente cultivada durante el período indicado

LAS MALEZAS EN LA PRODUCCION DE TRIGO

A. Bianchi y R. Rossi

La amplia región triguera argentina presenta, lógicamente, diferencias desde el punto de vista ecológico, que sumado a las condiciones de manejo y rotaciones propias del lugar; determinan distintas modalidades de producción. Esta situación, referida a la infestación e incidencia de las malezas, produce que las mismas tengan definidas caracteristicas regionales. Pero a los fines de presentar una caracterización del problema que plantean las malezas a la producción de trigo, es conveniente dividir toda la región triguera en dos grandes zonas: la región pampeana húmeda y la región pampeana semiárida.

A) Región pampeana húmeda

Esta amplia región, que podemos ubicarla comprendida entre las isoietas de 700 a 900 mm, es una tradicional zona triguera que presentó la característica de una agricultura continuada. Esto influyó en la presencia e incidencia de algunas malezas, que se constituyen en una de las limitantes más serias para la producción del cultivo de trigo.

Las diferentes especies de malezas que se presentan en comunidades con predominancia de algunas de ellas, entre las más importantes, sin duda, deben citarse: sanguinaria (Polygonum aviculare), enredadera (Polygonum convolvulus) y quinoa (Chenopodium album). También están presentes en forma frecuente, aunque de menor significancia: nabo (Brassica campestris), mostacilla (Sisymbrium officinalis), enredadera perenne (Convolvulus arvensis), bolsa de pastor (Capsella bursa-pastoris), manzanilla (Anthemis cotula) y viznaga (Ammi viznaga).

Es oportuno señalar, que en esta región se esta presentando incipientemente avena negra (Avena fatua), con la seria amenaza que le confieren sus caracteristicas vegetativas, lo que indica la necesidad de presentarle inmediata atención.

El efecto competitivo de las malezas sobre el cultivo de trigo debe ser considerado desde varios aspectos; uno de ellos es la pérdida directa de rendimiento, ocacionada por la competencia de agua, luz y nutrientes que las malezas ejercen sobre las plantas de trigo. Evaluaciones efectuadas en ensayos han demostrado pérdidas promedio entre 10 - 15%.

Otro aspecto importante son los daños indirectos, provocados por las dificultades en la cosecha del trigo, que en algunas situaciones obliga a realizar tareas adicionales, como el hilerado o tratamientos de herbicidas en precosecha, y el desmejoramiento de la calidad del grano, por aumento principalmente de la humedad del mismo y la presencia de cuerpos extraños.

Además, dada la difusión e importancia que tiene la secuencia trigo-soja, las malezas presentes en el rastrojo dificultan y demoran la preparación y siembra del segundo cultivo.

En términos generales, la incidencia de las malezas en el trigo ha disminuido su importancia relativa en los últimos años, debido a la adopción de la tecnica

de aplicación de herbicidas hormonales selectivos, complementando la difusión de las nuevas variedades semienanas.

B) Región pampeana semiárida

Esta región comprende las áreas de influencia de la EERA Anguil y la EEA Bordenave, con una superficie sembrada de aproximadamente 2.300.000 has. y se encuentra comprendida en su mayor parte en la subregión ecológica V Sur.

Las malezas de mayor significación son: quinoa (Chenopodium album), enredadera anual (Polygonum aviculare), morenita (Kochia scoparia), cardo ruso (Salsola kali) y también se presentan importantes areas invadidas con avena negra (Avena fatua) y raigras (Lolium sp.).

Respecto a la magnitud del problema, no se conocen a nivel regional cifras concretas y globales que dimensionen las pérdidas ocacionadas por las malezas. Sin embargo, en la mayoría de los casos éstas resultan evidentes. Se estima que donde el productor no usa la mejor tecnología disponible o donde los problemas de malezas son tales, que esta tecnología es inadecuada, la reducción de los rendimientos oscila entre el 30 % y el 50 %. En el caso particular de avena negra, cuando su emergencia se produce en forma simultánea con el cultivo, la disminución de rendimiento puede ser del 20 % al 70 %, según el nivel de la infestación. Esta maleza es uno de los casos típicos donde el productor observa directamente y con claridad el daño producido por competencia y la disminución del valor comercial del producto.

Labor Experimental Desarrollada Por El I.N.T.A.

Los diferentes trabajos que se han conducido en los últimos años en las Estaciones Experimentales del INTA, abarcaron los temas relacionados al control de las malezas, como así también aspectos relativos a la bioecología de algunas de ellas.

-Los ensayos conducidos para la determinación de la eficiencia de los diferentes herbicidas comprendieron la evaluación de dosis, volúmen, tensioactivos y momento de aplicación para las diferentes especies de malezas. Dentro de este grupo han merecido especial atención, en la región pampeana semiárida, los herbicidas para el control de avena negra (Avena fatua). Dentro de la evaluación general de los herbicidas se contemplan los diferentes sistemas de aplicación, especialmente los equipos de gota controlada.

-En cuanto a los estudios sobre fitotoxicidad de los herbicidas, las experiencias abarcaron dos aspectos: por un lado determinar el período en que los herbicidas hormonales no afectan al cultivo de trigo y por otro establecer la susceptibilidad de las variedades (especialmente las de germoplasma mejicano) a los diferentes productos.

En general los herbicidas 2,4-D MCPA, picloram y dicamba (son los más usados) no afectan al cultivo en aplicaciones desde que la planta de trigo tiene 4 - 5 hojas en el tallo principal hasta la detección del primer nudo.

En tratamientos fuera de la epoca recomendada se observan deformaciones en espigas, disminución de altura y pérdida de rendimiento.

Respecto a la experimentación para establecer la susceptibilidad de las diferentes variedades, los resultados muestran que las aplicaciones de herbicidas realizadas dentro del período de macollaje, no afectan el desarrollo ni el rendimiento del cultivo.

-Dado que la secuencia trigo-soja es una práctica genralizada en la región pampeana humeda, se han estudiado los posibles efectos residuales de herbicidas aplicados en un cultivo hacia el otro. En ese sentido la mayoría de las experiencias se realizaron para determinar el efecto de picloram sobre la soja, obteniéndose resultados que demuestran que a las dosis y momentos recomendados no se afecta el rendimiento de este cultivo. Otros herbicidas están sujetos a similares estudios, especialmente chlorsulfuron.

-Otro tipo de estudios se lleva a cabo sobre ecología de malezas, especialmente avena negra (Avena fatua), determinándose longevidad y comportamiento de las semillas en él y evaluación del daño a diferentes niveles de infestación.

-Actualmente se continúan evaluando nuevos herbicidas de preemergencia y postemergencia, aún en etapa experimental, en los aspectos de eficiencia momento de aplicación fitotoxicidad y residualidad.

Líneas De Trabajos Futuras

Del exámen de los problemas planteados por las malezas a la producción del cultivo y el análisis de la información disponible, surge la necesidad de obtener información sobre los siguientes temas:

-Continuar evaluando y determinar la difusión e importancia relativa de las diferentes especies de malezas en toda la región triguera.

-Estudios de competencia de diversas especies o asociaciones de malezas.

-Estudios básicos sobre ecofisiología de malezas y sus semillas (evolucion del banco de disemínulos en diferentes sistemas de producción, determinación del flujo de emergencia de las especies de mayor importancia, etc.).

-Continuar evaluando la susceptibilidad de las líneas avanzadas a diferentes herbicidas.

-Evaluación de nuevos herbicidas en los diferentes aspectos de eficiencia, volúmen de aplicación, presión, condiciones ambientales, fitotoxicidad y residualidad.

-Evaluar con mayor intensidad aspectos relacionados con el manejo del cultivo, como ser: rotaciones, sistemas de labranzas, longitud del barbecho sistemas de siembra, fertilidad y densidad de siembra.

El trabajo presentado es un resúmen de la información suministrada por los siguientes técnicos:

- Ing.Agr. Raúl ROSSI (EERA Pergamino)
- Ing.Agr. Jorge BRASSESCO (EERA Paraná)
- Ing.Agr. Juan LOPEZ (EERA Rafaela)
- Ing.Agr. Nicasio RODRIGUEZ (EERA Anguil)
- Ing.Agr. Ricardo LOPEZ (EEA Bordenave)
- Ing.Agr. Alberto BIANCHI (EERA Marcos Juárez)

EL CONTROL DE MALEZAS EN LA PRODUCCION DE CEREALES EN LA REGION PACIFICA DEL NOROESTE DE E.E.U.U.

J. H. Dawson y A. P. Appleby

Los cereales, especialmente el trigo, se cultivan en tres áreas distintas del la región Pacífica del Noroeste. Estas son: 1) las áreas cercana a la costa del Pacífico con temperaturas moderadas, veranos secos y fuertes precipitaciones durante el invierno, 2) los valles interiores del desierto, bajo riego y 3) las áreas semiáridas del interior, sin riego. Cada área tiene sus propias malezas adaptadas al ambiente local y que causan serios problemas si no son controladas.

La fisiología de las malezas es similar a las de las plantas del cultivo. Ambas necesitan de los mismos recursos del ambiente. Cada vez que uno o varios de estos recursos se encuentran en cantidades limitadas, las malezas deprivan al cultivo de la cantidad adecuada de los mismos. Tal competencia reduce los rendimientos del cultivo. Conmunmente, el agua, los nutrientes (principalmente el nitrógeno) y la luz son los recursos ambientales que las malezas más limitan. Cuando la luz es el factor más limitante (como ocurre a menudo en el caso de campos bajo riego y muy fertilizados), el cultivo puede a veces tolerar la competencia de las malezas durante varias semanas después de emerger, ya que éstas no perjudicarán a las plantas del cultivo hasta que sean lo suficientemente grandes como para hacerles sombra. Por el contrario, cuando el agua o el nitrógeno son los factores limitantes, como en el caso de áreas semiáridas no irrigadas, los efectos permanentes pueden comenzar temprano.

A esto se debe agregar que algunas malezas pueden perjudicar directamente al cultivo a través de la producción de sustancias químicas inhibidoras. Este proceso se llama alelopatía. Se deben controlar las malezas para evitar las pérdidas por competencia y alelopatía, y también para prevenir otros problemas secundarios tales como: reducción por contaminación de la calidad de cosecha e interferencia en el proceso de cosecha.

Existen, por lo menos, cuatro métodos principales de control de malezas para cosechas de granos finos. Generalmente es más conveniente utilizar un sistema integrado de manejo de malezas (SIMM), donde se emplean más de uno de estos métodos, que depender de uno solo de ellos.

Control Mecánico de Malezas

La labranza mecanizada con el fin de combatir las malezas que crecen antes de la siembra, puede ser una parte fundamental en un SIMM. Las labranzas son el método más importante para preparar una buena cama de siembra que favorezca al cultivo permitiendole germinar y crecer uniformemente compitiendo con las malezas. En ciertos casos las labranzas se demoran con el propósito de permitir la germinación de las malezas, que luego se eliminan con una labranza cercana a la siembra. Es importante sembrar el cultivo tan pronto como se hayan finalizado las tareas de preparación de la cama de siembra. De otra manera, las semillas de malezas germinarán antes que las del cultivo y las plántulas de malezas tendrán una ventaja competitiva sobre el cultivo.

El control mecánico de malezas es también importante después de la cosecha. Durante períodos con condiciones favorables de crecimiento como los que ocurren despues de la cosecha y con anterioridad a la llegada de los fríos, las malezas pueden ser eliminadas eficientemente por medio de labranzas. Éstas también son importantes durante un año de barbecho estival, donde se quiere evitar cualquier crecimiento vegetal con el fin de acumular en el suelo agua de lluvia para el cultivo del año siguiente, sin recurrir en pérdidas ocasionadas por malezas.

Control Cultural

Por lo general, cualquier práctica que vaya en favor de un buen crecimiento y de un stand de plantas uniforme, contribuirá al control de malezas, ya que el cultivo estará en condiciones de competir con ellas. En ciertas ocasiones las malezas responden mejor que el cultivo a las condiciones ambientales mejoradas que resultan de ciertas prácticas culturales. La Tabla 1 ilustra una situación donde la fertilización nitrogenada favoreció en mayor grado a la maleza (Lolium multiflorum) que al cultivo.

Tabla 1. Interacción entre el control de Lolium multiflorum y un fertilizante nitrogenado en los rendimientos de trigo.

Niveles de N kg/ha	Rendimientos(kg/ha) con control	sin control	Reducción del Rendimiento por competencia de malezas %
0	4860	4860	0
40	6100	5010	8
80	6530	5300	19
120	6680	4860	28

Donde no se aplicó nitrógeno, los rendimientos de trigo no disminuyeron por la competencia de las malezas. La aplicación de nitrogeno aumentó los rendimientos sólo en donde se usaba el control de malezas. Sin control el incremento en nitrógeno estimuló el crecimiento competitivo de las malezas de tal forma que los rendimientos de trigo se mantuvieron más o menos iguales. En otro caso (Tabla 2), donde el Lolium no fue controlado, la aplicación de un fertilizante nitrogenado redujo los rendimientos de trigo. Se puede observar también la gran capacidad competitiva de un cultivar alto con respecto a uno bajo.

En un efectivo SIMM, donde se controlan las malezas, todos los beneficios logrados por las buenas prácticas culturales favorecen al cultivo.

Uno de los métodos culturales más efectivos en el control de malezas consiste en la rotación de cultivos. Al rotar un cultivo de siembra otoñal con uno de siembra primaveral, se interrumpe el ciclo de vida de muchas malezas. Además, la rotación de cultivos facilita la rotación de herbicidas lo que ayuda a mantener un control de la presión sobre todas las especies de malezas del área.

La rotación de cultivo es especialmente útil en el control de Bromus tectorum y previene la selección de biotipos de malezas tolerantes a herbicidas.

Table 2. Efectos de la competencia de Lolium multiflorum en los rendimientos de dos cultivares de trigo invernal con tres niveles de nitrógeno.

Cultivar	N(kg/ha)	Rendimientos de trigo con control/sin control (kg/ha)		Reducciones del rend. por compet. de malezas (%)
Nugaines (semi-enanos)	50	3070	1920	38
	100	3570	2000	44
	150	3450	1720	50
Druchamp (altos)	50	3680	2960	19
	100	3990	3180	20
	150	4150	2840	32

Control Manual

En países donde la mano de obra es abundante, y las malezas se usan como alimentos o como forraje, el control manual puede ser práctico. Los cereales no se desmalezan a mano en la región Pacífica del Noroeste, a excepción del centeno (Secale cereale). Ya que éste reduce el valor del trigo, las plantas que aparecen en los trigales se sacan a mano para prevenir la contaminación del trigo cosechado con semillas de centeno.

Control Químico

Existen en el mundo, por lo menos, 48 herbicidas registrados para el control selectivo de malezas en cosechas de granos finos (Tabla 3). No todos se usan en la region Pacífica del Noroeste, pero es evidente que existen muchos químicos para el control de malezas en cereales. En la mayoría de los casos de cosechas de granos finos los herbicidas apropiados pueden combinarse con otros métodos de control de malezas para lograr un SIMM efectivo.

Dos nuevos herbicidas han sido probados extensamente en la región Pacífica del Noroeste, y actualmente los productores los están usando en forma comercial con gran éxito. Estos herbicidas tienen grandes posibilidades en todo el mundo. Uno de ellos es diclorofop-methyl (nombre comercial Hoelon, Hoegrass o Iloxan). Este herbicida es efectivo contra ciertas gramíneas como ser: Avena fatua, Lolium spp., Phalaris minor, Echinochloa crus-galli y Setaria spp. Diclofop es muy útil en el oeste de Oregon donde abundan Avena y Lolium . En 21 experimentos conducidos en el oeste de Oregon, desde 1975 hasta 1979, las aplicaciones de diclofop-methyl aumentaron los rendimientos en un promedio de 2.500 kg/ha (Tabla 4).

Durante varios años se ha testado un nuevo herbicida, chlorsulfuron (DPX 4189, nombre comercial Glean), sumamente efectivo contra malezas de hoja ancha en dosis bastante bajas (15 a 35 g/ha). También tiene efecto inhibidor en varias

gramíneas anuales pequeñas, por ejemplo Lolium. Este herbicida es moderadamente persistente en el suelo. Ciertos cultivos, por ejemplo la remolacha azucarera, son sensibles al chlorsulfuron y pueden ser perjudicados si se usan en rotaciones con cultivos tratados con este herbicida. Es más persistente en suelos con pH mayores o iguales a 7.5 que en suelos más ácidos. Afortunadamente, los suelos alcalinos generalmente estan presentes en áreas semíaridas donde el trigo no se rota con cultivos sensibles. Chlorsulfuron es apropiado para áreas con rotaciones bianuales de trigo o cebada y barbecho estival.

Tabla 3. Herbicidas registrados, en algun lugar del mundo, para usar en trigo o en cebada.

1. barban	17. dinoterb	33. metoxuron
2. benazolin	18. dinoseb acetate	34. metribuzin
3. benzoylprop ethyl	19. diuron	35. monolinuron
4. bromofenoxim	20. flamprop isopropyl	36. neburon
5. bromoxynil	21. l-flamprop isopropyl	37. paraquat
6. chlorbromuron	22. flamprop methyl	38. phenothiol
7. chlorfenprop methyl	23. ioxynil	39. picloram
8. chlortoluron	24. isomethiozin	40. propanil
9. clofop isobutyl	25. isoproturon	41. terbuthylazine
10. cyanazine	26. lenacil	42. terbutryn
11. diallate	27. linuron	43. triallate
12. dicamba	28. MCPA	44. trifluralin
13. dichlorprop	29. MCPB	45. trimeturon
14. diclofop methyl	30. mecoprop	46. 2,4-D
15. difenzoquat	31. methabenzthiazuron	47. 2,4,5-T
16. dinoseb	32. methaprotryne	48. 2,4-DB

Tabla 4. Efectos de las aplicaciones de diclofop-methyl en los rendimientos de trigo invernal en 21 localidades del oeste de Oregon.

Año	Número de localidades	Rendimiento promedio del trigo (kg/ha) Diclofop	Control
1975	6	6500	3400
1976	4	6100	2500
1977	4	5200	3000
1978	3	4000	2500
1979	4	8500	7100
	Promedio	6200	3700

Barban (nombre comercial Carbyne), difenzoquat (nombre comercial Avenge) y diclofop (nombre comercial Hoelon) se aplican como post-emergentes para el caso de las avenas silvestres. Para un efectivo control, todos deben ser aplicados durante un estado limitado de crecimiento de la avena.

Bromus tectorum

Esta graminea anual de invierno, de caracter competitivo y de gran adaptabilidad, constituye el problema principal de maleza en la mayoría de las áreas semiáridas. La rotación de cultivos es muy importante para prevenir problemas serios con B.tectorum. También se pueden usar ciertos herbicidas.

Paraquat (nombre comercial Gramoxone, Ortho Paraquat) y glyphosate (nombre comercial Roundup) pueden usarse cuando B.tectorum aparece antes que el cultivo. El cálculo del tiempo es un factor crítico porque podrían ser afectadas las plántulas de trigo. En una dosis baja, el paraquat (0,16 kg/ha) es semiselectivo en trigo y puede usarse como una salida en casos en que B.tectorum haya evadido otras medidas de control más efectivas. Este tratamiento puede reducir el rendimiento de un cultivo de trigo libre de malezas, pero esta pérdida generalmente será menor que la ocasionada por un B.tectorum sin controlar.

Trifluraline (nombre comercial Treflan) puede ser incorporado en la superficie del suelo dentro de los 3 - 5 cm, antes o después de la siembra del trigo. Las semillas del cultivo deben estar por debajo del suelo tratado. Metribuzin (anteriormente mencionado para el control de malezas de hoja ancha) también controla B.tectorum. Diclofop puede controlar B.tectorum si se aplica y se incorpora no muy profundamente en el suelo.

Otras gramíneas anuales

Durante los ultimos diez años, Aegilops cylindrica se ha convertido en un problema serio para el trigo invernal en las áreas semiáridas. Es pariente cercano del trigo, a veces llamado Triticum cylindricum y no puede ser controlado selectivamente con herbicidas. El control actual se basa en la rotación del cultivo. Al realizar trigo de primavera en lugar de trigo de invierno se pone a la maleza en desventaja. El centeno común (Secale cereale) continúa siendo un problema en trigo. Éste aparece disperso en el trigo y es más perjudicial por la contaminación con sus granos que por el efecto como plantas competidoras con las plantas de trigo. Estas plantas dispersas de centeno generalmente crecen más altas que las de trigo, pudiéndose aplicar glyphosate selectivamente, tocando las plantas de centeno con un rodillo.

Malezas perennes

Para el control de malezas perennes, de hoja ancha o gramíneas, es necesario concentrar los esfuerzos en un programa con planes meticulosos conducido durante varios años. Los métodos químicos, mecánicos y culturales deben combinarse de manera tal que mantengan una presión constante sobre las malezas perennes, ya sea en la época del cultivo, en la época sin cultivo, y durante el año de barbecho en el caso de la zona semiárida. Glyphosate ha demostrado ser un valioso herbicida para combatir malezas perennes de abundante follaje, en épocas sin cultivo.

Los siguientes son ejemplos de varios problemas importantes de malezas y de los herbicidas utilizados para su control en la región Pacífica del Noroeste.

Malezas de hoja ancha

Para muchas malezas de hoja ancha, en todas las áreas de producción, el 2,4 D o MCPA continuan siendo los herbicidas standards. El 2,4 D no puede aplicarse sin riesgo hasta que el trigo haya formado varios macollos y no debe aplicarse desde el momento en que puede verse la lígula de la última hoja hasta el estadío de grano lechoso. Pueden realizarse aplicaciones posteriores para derribar las malezas con el propósito de facilitar la cosecha. MCPA no afecta tanto al trigo como el 2,4 D, por lo tanto, puede ser aplicado un poco más temprano que éste. Para ciertas malezas, como los miembros de la familia Boraginaceae, el MCPA es un herbicida menos potente que el 2,4 D.

Dicamba (nombre comercial Banvel) controla algunas malezas importantes de hoja ancha, que el 2,4 D y MCPA no controlan, por ejemplo los miembros de la familia Poligonaceae. El tiempo adecuado de aplicación es crítico para la seguridad del cultivo. Dicamba puede ser mezclado con 2,4 D o MCPA para ampliar la gama de las especies controladas.

Bromoxynil (nombre comercial Brominal y Buctril) controla varias malezas de hoja ancha, incluyendo varias que son resistentes al 2,4 D, por ejemplo: Amsinckia, Lithospermum, y Polygonum. Bromoxynil puede ser aplicado más temprano que el 2,4 D sin peligro para el cultivo. Esto es importante ya que las malezas se pueden tratar cuando son pequeñas y fáciles de eliminar, antes de que hayan tenido tiempo de competir considerablemente con el cultivo. A menudo se mezcla Bromoxynil con MCPA.

Chlorsulfuron (nombre comercial Glean) es el herbicida más reciente para aplicaciones de postemergencia en trigo y cebada. Cuando se aplica en el estadío de plántula, controla muchas especies de malezas de hoja ancha.

Dinoseb amine (nombre comercial Premerge 3) se aplica cuando el trigo tiene de 3 a 6 hojas; controla muchas malezas de hoja ancha, especialmente aquellas con hojas suaves que crecen en condiciones de alta humedad.

Varios herbicidas, que son activos ya sea a través del suelo o a través del follaje de las plántulas de maleza, pueden aplicarse con ciertas condiciones para controlar malezas de hoja ancha. Estos son: diuron (nombre comercial Karmex), metribuzin (nombre comercial Lexone y Sencor), y terbutryn (nombre comercial Igran).

Avena fatua

Hay varios herbicidas disponibles para combatir esta gramínea anual de carácter extremadamente competitivo. Algunos se aplican en el suelo antes de la emergencia de las malezas o de las plantas del cultivo, y otros son post-emergentes.

Triallate (nombre comercial Far-Go) se incorpora en la superficie del suelo a unos 2 o 4 cm, inmediatamente después de sembrar el trigo a una profundidad de 5 a 8 cm.

En las áreas semiáridas, donde el trigo se rota con un año de barbecho, existe mucho interés en substituir los herbicidas con la aplicación en forma completa o parcial de las labranzas tradicionales durante la época del barbecho. Propham, junto con un inhibidor de la descomposición microbial (el nombre comercial de esta combinación es Chemhoe 135), se aplica en el otoño después de la cosecha de trigo para el control de B.tectorum, de los cereales guachos y de otras gramíneas anuales. Cyanazine (nombre comercial Bladex), atrazine (nombre comercial Aatrex) y metribuzin se usan en el control general de malezas anuales. Paraquat y glyphosate se pueden utilizar para combatir malezas ya emergidas. Varias combinaciones de estos materiales son efectivas.

Con buenas prácticas de manejo y con el uso adecuado de nuevos o viejos herbicidas, se pueden planear sistemas integrados de manejo de malezas para todas las situaciones o regiones donde se cultivan granos finos.

LA PRODUCCION DE TRIGO EN LA REPUBLICA FEDERAL DE ALEMANIA

A. Bramm

1. Introducción

En 1982, las áreas agrícolas de la República Federal de Alemania sumaron un total de 12,2 millones de ha. Alrededor de 7,26 millones de ha (60%) son tierras arables y 4,7 millones de ha. (38%) están dedicadas a pasturas. De esos 7.26 millones de tierras arables, 4,9 millones de ha. se siembran con cereales. La producción de trigo constituye un 31% de la producción cerealera con 1.6, millones de ha.

El tamaño promedio de las explotaciones agrícolas en la República Federal de Alemania es de 15,5 ha, son establecimientos muy pequeños que requieren una producción intensiva. Los precios de los productos agrícolas los fija el Mercado Común Europeo y se encuentran muy por encima del mercado mundial. Por lo tanto el productor se ve obligado a regular los insumos, basándose en la expectativa de los rendimientos, con el fin de obtener la ganancia óptima por ha. Además de rotaciones de cultivos, manejo del suelo y densidad de plantas, se cuenta con insumos controlables como ser el agua para riego por aspersión, fertilizantes y productos químicos para sanidad vegetal. Este trabajo provee una breve introducción sobre las técnicas de producción de trigo en la República Federal de Alemania.

2. Técnicas de Producción

a. Demandas del trigo sobre el suelo

El trigo progresa y produce mejores resultados en suelos profundos, con los nutrientes adecuados y con buen volúmen de agua disponible. Los rendimientos de granos más altos y más consistentes se han logrado en áreas con suelos francos (Figura 1), de tipos franco-limosos y suelos forestales marrones(brown forest soil) (Figura 2) que poseen un pH de 6.6 o 7.0 y un contenido de materia orgánica de 2 a 3%.

Durante los últimos años, debido a la intensificación del riego en los cereales, la producción triguera también se ha extendido con éxito en suelos livianos.

b. Aspectos sobre la Rotación del Cultivo

En comparación con otros cereales, el trigo es sensible al efecto de un cultivo antecesor no favorable, y es bastante susceptible a la podredumbre de las raíces. Además no es tan autocompatible como otros cereales. Preferentemente el trigo debería seguir a los cultivos de plantas con follaje, siendo los mejores antecesores los verdeos, el cultivo de rábanos (no para semilla), y el maíz porque estos dejan el suelo bien labrado, permiten una siembra temprana y no transmiten enfermedades a través de la rotación. El cultivo de trigo sobre trigo o cebada debería evitarse. En una rotación de cereales, trigo debe hacerse sobre centeno o avena. La proporción de monocultivo de trigo está decreciendo. Aún con la inserción de cultivos intermedios y con

tratamientos con fungicidas no se puede evitar la caída de los rendimientos causada, generalmente, por las enfermedades de las raíces (foot diseases).

En establecimientos con monocultivo de trigo se ha observado que a la caída de los rendimientos de los primeros años, le sigue un incremento en los mismos debido a la formación en el suelo de un complejo anti-fitopatógeno (decline effect). A pesar de esto, con el tiempo, los rendimientos obtenidos en los lugares con éstas rotaciones nunca serán tan altos como los obtenidos con las rotaciones que se listan a continuación. Generalmente se prefiere una rotación de mayor diversificación que permita preservar la fertilidad y la sanidad del suelo. Algunas rotaciones típicas comunmente usadas en agricultura:

- remolacha azucarera, trigo, cebada, cultivo intermedio
- maíz, trigo, cebada, cultivo intermedio
- papa, trigo, cebada, cultivo intermedio
- remolacha azucarera,(maíz), avena, trigo, cebada, cultivo intermedio
- rábano, avena, trigo, cebada

c. Labranza del Suelo

La función de las labranzas del suelo es producir por medio de técnicas, las condiciones físicas, biológicas y químicas más favorables . La labranza del suelo comienza inmediatamente después de la cosecha del cultivo anterior, teniendo en cuenta los siguientes objetivos:

- el ahorro de agua por medio de la interrupción de la evaporación y de la acumulación de las precipitaciones.
- la creación de condiciones adecuadas para la germinación de granos caídos del cultivo anterior, de semillas de malezas y de semillas de cultivos intermedios.
- la incorporación, de forma eficiente, de residuos de cosecha y de paja en el suelo logrando una buena mezcla para permitir que el proceso de descomposición comience.

Estos objetivos, generalmente válidos, de la labranza del rastrojo deben lograrse con condiciones relativamente secas del suelo, cultivando con implementos mezcladores (profundidad de trabajo 8-12 cm).

En trigo, la labranza del suelo y la preparación de la cama de siembra se realizan considerando los siguientes objetivos:

- mezclar en todo el horizonte superficial las partículas del suelo, que han sido transladadas a niveles más profundos, con los nutrientes.
- crear un horizonte superficial mullido y rico en nutrientes de 25-35 cm de profundidad.
- preparar la superficie del suelo de manera tal que las sembradoras no se atasquen.
- preparar una cama de siembra que sea firme abajo y mullida arriba con el fin de asegurar una profundidad de siembra del trigo de 2-4 cm.

Además de estas medidas que son de general conocimiento en agricultura, los científicos recientemente han investigado la manera de aplicar los métodos de labranzas conservacionistas a los cereales (trigo). La siembra de trigo entre el mulch, después del uso de un cultivador rotativo o pesado, debido a razones

técnicas no está aún disponible para prácticas agrícolas. Los experimentos realizados en establecimientos indican que los rendimientos de trigo generalmente incrementaron con el aumento de la profundidad de trabajo, sin embargo distintos tipos de suelo muestran curvas de rendimientos distintas en relación a la profundidad de siembra.

d. Siembra y Selección de Variedades

Las variedades cultivadas actualmente son muy específicas en cuanto a: susceptibilidad a herbicidas, ritmo vegetativo, caracteres de resistencia, y condiciones ambientales, lo que requiere el desarrollo de adecuadas técnicas de producción. Sin embargo, las variedades de amplia distribución ecológica tienen gran importancia en la práctica de la agricultura. En la elección de una variedad se recomienda considerar la experiencia y el consejo del servicio de extensión regional que se basan en ensayos de variedades conducidos por autoridades estatales. Según su calidad panadera, las variedades se clasifican en las siguientes clases: a) buena calidad, b) calidad media y c) baja calidad.

De las variedades actualmente cultivadas, 52% son de calidad panadera media, y 43% de buena calidad. Solamente deberían sembrarse semillas de buena calidad, semillas certificadas. Cuando la fuente de semilla se cultiva por 2 o 3 años consecutivos, se esperan reducciones en los rendimientos de 4% (segunda generación) y 6% (tercera generación) lo que resulta en un costo más alto que el de usar semillas certificadas.

Para determinar la población deseada de plantas de trigo a fin de obtener altos rendimientos, la densidad de siembra no se mide en kg/ha sino en % de germinación. Para una densidad de 450-600 espigas/ m2 son necesarias alrededor de 350-450 plantas. La necesidad de sumarle o restarle a estos números dependerá de:

- condiciones del suelo (sumar plantas en sitios fríos o con condiciones de suelos desfavorables).
- cultivo antecesor (sumar en trigo sobre trigo).
- época de siembra.
- capacidad de macollaje de la variedad usada.

Los experimentos indican que la mejor distancia entre surco para trigo debe ser lo más chica posible (10-16 cm) lo que trae como ventaja:

- mayor espacio y mejor distribución para cada planta.
- un sombreado temprano del suelo y consecuentemente un mejor efecto en la competencia con las malezas.
- uso más eficiente de los nutrientes y de la humedad del suelo.

e. El Proceso del Desarrollo del Rendimiento

Los rendimientos de granos de una zona triguera depende de:

- número de tallos con espigas por m2 (densidad de plantas)
- número de granos por espigas
- peso de mil semillas

Durante el proceso de desarrollo de las plantas de trigo los tres factores que determinan la estructura del rendimiento se producen en distintos momentos. El desarrollo del número de tallos por unidad de superficie se observa en la Figura 4. Después de la emergencia de la semilla se trata de lograr un número constante de plántulas, o sea una buena densidad de germinación. En el comienzo del macollaje la población de plantas de trigo muestra 1.400-2000 macollos. Luego sigue una reducción en el número de macollos secundarios. En el momento de la floración se alcanza el número final de tallos con espigas.

El desarrollo del primordio de la espiga (futura espiga) ya comienza en el macollaje, como lo muestra la Figura 4. Normalmente cuando se alcanza un tercio del alargamiento del tallo (estadío de segundo nudo) ya se ha completado ese proceso. Desde este momento hasta el momento de floración el número de granos potenciales en desarrollo se reduce, pero todos los primordios que se desarrollan antes de la antesis son normalmente fértiles y pueden dar granos. Después de la emergencia de la espiga, las hojas superiores y la espiga producen reservas que son transportadas a los granos donde se almacenan. Este proceso afecta el peso de mil semillas (Figura 4). Más de la mitad del peso de los granos lo produce la hoja bandera (Figuras 5-6). La espiga y la segunda hoja más alta contribuyen al desarrollo del grano.

f. Fertilización

Las cantidades de fertilizantes se eligen con el objeto de obtener un óptimo rendimiento de granos. La fertilización se basa en la absorción de nutrientes por las plantas durante el periodo vegetativo. (Figura 7).

La absorción de nutrientes precede la producción de materia seca. Durante el período de alargamiento del tallo, las plantas absorven 70% de potasio, alrededor de 60% de fósforo y 40% de nitrógeno, y durante de ese mismo período se produce alrededor de un 70% del total de materia seca. La Tabla 1 muestra la absorción de nutrientes segun los niveles de rendimientos de granos. Además de la absorción de nutrientes se deben considerar otros factores como ser:

- reservas de nutrientes disponibles en el suelo
- mineralización durante el período vegetativo
- uso a largo plazo de los nutrientes aplicados:
    Fósforo 50-60%
    Potasio 50-60%
    Nitrógeno 50-70%

- pérdidas de nutrientes por:
    denitrificación (N)
    fijación (N,P,K)
    lavado (NN, K, Mg)

La cantidad de fertilizante de fósforo o potasio que se aplica antes de la siembra debe ser suficiente para que la planta de trigo tenga buenas reservas y pueda producir altos rendimientos. Los análisis de suelo indican la cantidad de nutrientes disponibles y los productores deben decidir sobre la cantidad de fertilizantes a aplicar. En la Tabla 2 se proporciona una guía sobre las cantidades a aplicar. Además de esto el productor debe determinar el pH del suelo siendo el valor óptimo entre 5.5 - 6.5 en suelos arenosos, y entre 6 - 7 en suelos pesados. Especialmente en suelos livianos arenosos es posible que el

nivel disponible de los micronutrientes, boro, manganeso, cobre, y a veces zinc, se encuentre muy bajo. En estos casos se aplican fertilizantes de micronutrientes, junto con fósforo o nitrógeno, o como fertilizante foliar.

Se dice que el nitrógeno es el motor del crecimiento de la planta. Especialmente para la producción de trigo, el nitrógeno es uno de los nutrientes más importantes. La cantidad de nitrógeno afecta a todos los factores de importancia que intervienen en la obtención de altos rendimientos y de buena calidad del grano.

Cantidades bajas de nitrogeno tendran las siguientes consecuencias negativas:

- En el momento de macollaje, el número de espigas/m2 se verá reducido.
- En el momento de alargamiento del tallo, el número de espigas/ m2 y el número de granos / espigas se veran afectados negativamente.
- En el momento de espigazón, el número de granos/espigas, el peso de mil semillas y el contenido proteico del grano seran bajos.

Por lo tanto es necesario tener una buena cantidad de nitrógeno durante la época de crecimiento del trigo. En la mayoría de los casos, con una sola aplicación de fertilizante nitrogenado se obtendran bajos rendimientos.

La primera fecha importante para la aplicación de nitrógeno es el comienzo de la primavera. Los experimentos a campo han demostrado que los mejores resultados pueden obtenerse con cantidades de 120 kg N/ha disponibles para la planta. La diferencia entre 120 kg N y la cantidad de N disponible en el suelo debe cubrirse con fertilizantes.

La segunda etapa del período de crecimiento es el estadío de alargamiento de tallos y el nitrógeno se aplica en combinación con reguladores del crecimiento, herbicidas o fungicidas. Especialmente en los suelos livianos, con peligro de lavado del suelo (leaching) y en el caso de un pobre desarrollo de las plantas, la fertilización nitrogenada producirá un buen stand de plantas.

Finalmente, en el estado de espigazón, el nitrógeno es muy importante ya que reducirá el declinamiento natural de la floración. Otros factores positivos son el incremento en el número de granos por espigas y en el peso de mil semillas.

Si se realizan aplicaciones de nitrógeno durante todo el ciclo del cultivo, se usará como en República Federal de Alemania, entre 120 y 240 kg N/ha (Tabla 4). Los suelos livianos deben fertilizarse con mayor intensidad porque tienen bajo contenido de materia orgánica y existe un mayor peligro de lavado. En la Tabla 5 se muestra la eficiencia de la aplicación de nitrógeno en el momento de emergencia de la espiga: a aumentos en las cantidades de nitrógeno de 0-40, 60 y 80 kg N/ha le corresponden aumentos en los rendimientos de granos, en el contenido proteico y en el rendimiento de proteina.

g. Influencia del Manejo del Agua sobre el Rendimiento

El rendimiento de granos de cereales debe considerarse como el resultado de múltiples efectos de complejos ecológicos y fisiológicos relacionados entre sí. Esto significa que los factores que influyen en la producción de la planta como ser fertilización, protección contra enfermedades, riego por aspersión, pueden ser efectivos sólo si combinan de manera armónica con otros factores. De allí que el momento en el que actuan los factores ecológicos naturales y los de producción influye en el desarrollo de los caracteres fenológicos y fisiológicos de los cereales. La Figura 9 muestra que en cada estadío de desarrollo de los cereales se produce un incremento de materia seca. Además de los factores mencionados, la humedad, por ejemplo, es muy importante porque la cantidad de agua tiene una influencia decisiva sobre los caracteres que determinan el rendimiento. Algunos de estos caracteres son: tallos con espigas/m2, número de granos/espigas y peso de 1000 semillas. Desde la emergencia de las plantas hasta el estado de la tercera hoja, el agua se usa en cantidades pequeñas solamente para crecimiento vegetativo. El primer estado en donde el agua es importante es en el macollaje ya que aquí se determina el número de macollos y por lo tanto el número de tallos con espigas / m2. En investigaciones con microscopio se ha determinado que distintas cantidades de agua en el macollaje no dieron diferencias en el desarrollo de la espiga.

La Figura 10 indica el ápice vegetativo (primordio de la espiga) de una planta de trigo al comienzo del macollaje con buena cantidad de agua disponible (50 cm, foto de la izquierda) y con poca cantidad de agua disponible (600 cm, foto de la derecha). Los primordios de las hojas están parcialmente desarrollados, sin embargo no hay diferencias en el desarrollo entre tratamientos de distintas cantidades de agua durante este estado ni al final del macollaje, donde se produce el cambio de la fase vegetativa a la generativa (Figura 11).

El otro estadío cuando el agua es importante es en el período de alargamiento del tallo. En este estadío no sólo se produce una gran acumulación de materia seca en la planta, sino que en el comienzo del período también se forman en la base de las espigas los primordios florales generativos. En este estadío de desarrollo se determinan el número de espiguillas/ espigas y el número de granos/ espigas. La influencia del agua en este período de desarrollo se muestra en la Figura 12.

Esta figura muestra que la velocidad de desarrollo de los órganos reproductores está influenciada por el contenido de agua. La diferenciación de las espiguillas se hace notable en los tratamientos con humedad. En los tratamientos secos, se desarrollan y se hacen visibles las flores de las espiguillas superiores. En este estadío de crecimiento, el desarrollo es ya notable, lo que se conoce en la práctica como maduración prematura.

La deficiencia de agua durante el comienzo de la floración tiene una influencia negativa en el desarrollo de los primordios florales de la parte media superior de la espiga. Esto tiene una influencia negativa en el número de granos/espiga. En el comienzo del desarrollo del grano, las sustancias producidas son transportadas del lugar de producción a los órganos de almacenamiento. En este estadío es importante la formación de una zona de almacenamiento lo más grande posible. Con áreas crecientes de asimilación

decrece la esterilidad de las espiguillas, la fertilidad aumenta y se forman más granos. Aumentos en el contenido de agua durante la primera mitad del estadío de formación del grano tienen un efecto positivo en los componentes del rendimiento (número de granos/ espigas y peso de 1000 semillas). En la segunda mitad de este estadío, desde maduración hasta prematura maduración, el factor ambiental más importante sobre el rendimiento es la temperatura ya que afecta el peso de 1000 semillas. En este estadío el contenido de humedad del grano está decreciendo. Una humedad relativamente alta tiene un efecto desfavorable en el proceso de maduración. Un completo resumen que muestra la influencia del contenido de agua en el rendimiento de la producción de cereales se presenta en la Tabla 6.

h. Protección del Cultivo

Las medidas de protección del cultivo se usan para asegurar los rendimientos y se deben aplicar en relación con la ubicación del establecimiento, la variedad y otros factores de producción como ser fertilización y rendimientos esperados. La producción debe ser lo suficientemente flexible para que las aplicaciones se consideren segun las situaciones presentes. Con el fin de facilitar la decisión sobre qué medida de protección usar, la ciencia y los servicios de consultoria han propuesto dos puntos que se deben considerar:

- estimación o pronóstico
- el límite económico según el valor del daño.

La estimación permite hacer un juzgamiento sobre si una enfermedad se extenderá y en qué grado se extenderá. Cuanto más cerrada sea la malla de la red de observación, más fácil será determinar la extensión del daño ya sea por espacio o en el tiempo.

El término "economical threshold value of damage" (límite económico del valor del daño) se define como el número de agentes patógenos, malezas o enfermedades que imponen pérdidas en los rendimientos de un cultivo sin medidas de protección, equivalentes a los gastos por las medidas de protección. No se puede aplicar el límite económico de daños de un campo a otro. Los rendimietnos esperados, variedades, densidad de plantas, cantidad de nutrientes y agua son sólo algunos factores que influyen sobre este valor límite de daño.

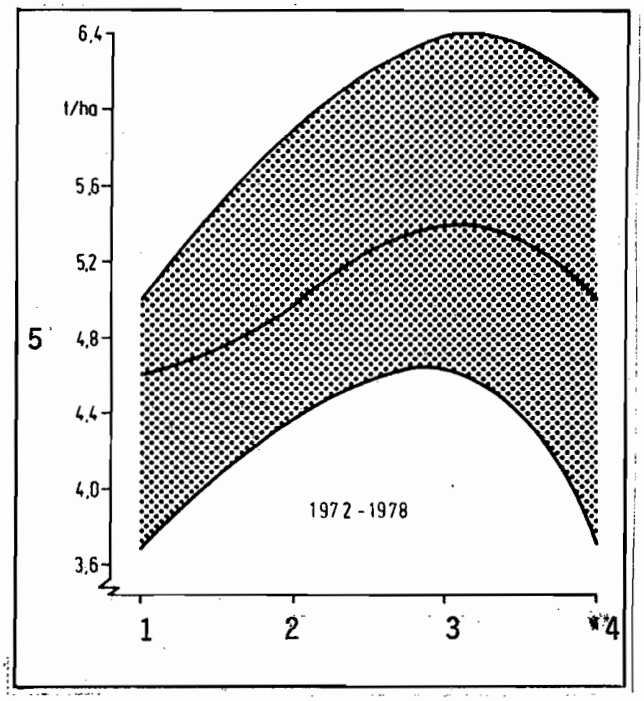
Discutir aquí todas las medidas de sanidad vegetal usadas sería demasiado. La Tabla 7 proporciona un pequeño resumen de métodos de sanidad vegetal en trigos invernales.

i. Rendimientos de Trigo en la República Federal de Alemania

Entre 1951 y 1980 los rendimientos de granos de trigo invernal aumentaron de 2.88 t/ha hasta 5 t/ha, promedio de toda la zona cerealera (Figura 13). Esto significa un incremento de alrededor de 70 kg/ha por año. Sabemos que las variedades que usamos tienen el potencial de producir 13-14 t/ha. En un área del norte de Alemania que tiene suelos y condiciones climáticas muy buenas, se cosecharon 10-11 t/ha.

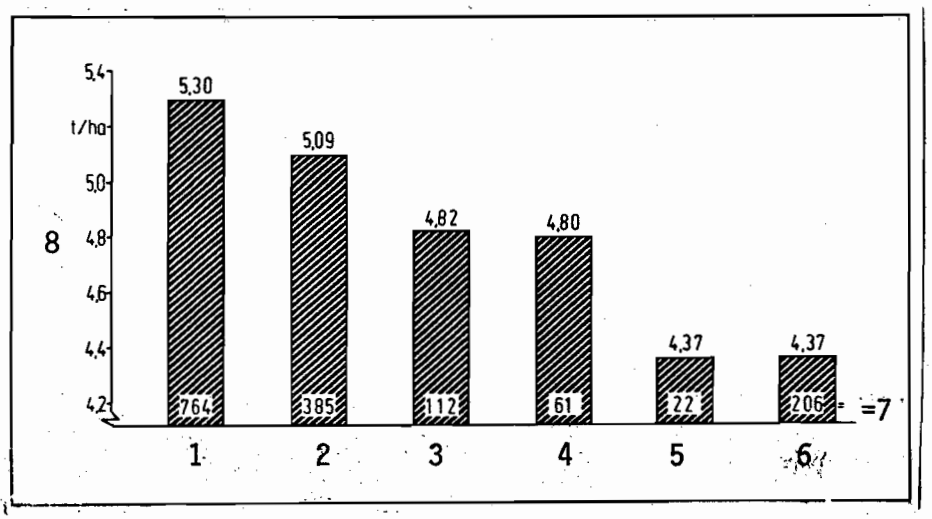
Por un lado existe el interés de altos rendimientos de granos, y por el otro la necesidad de grandes cantidades de productos químicos. Podemos estabilizar nuestro sistema de rotación solamente con el uso de químicos, lo que resulta en problemas ambientales. De allí que tal vez sería mejor reducir la intensidad de la producción, problema que debe ser resulto por decisiones políticas.

Figura 1: Influencia de la composición del suelo en los rendimientos de granos(t/ha) en trigo invernal durante un promedio de siete años (1972-1978).



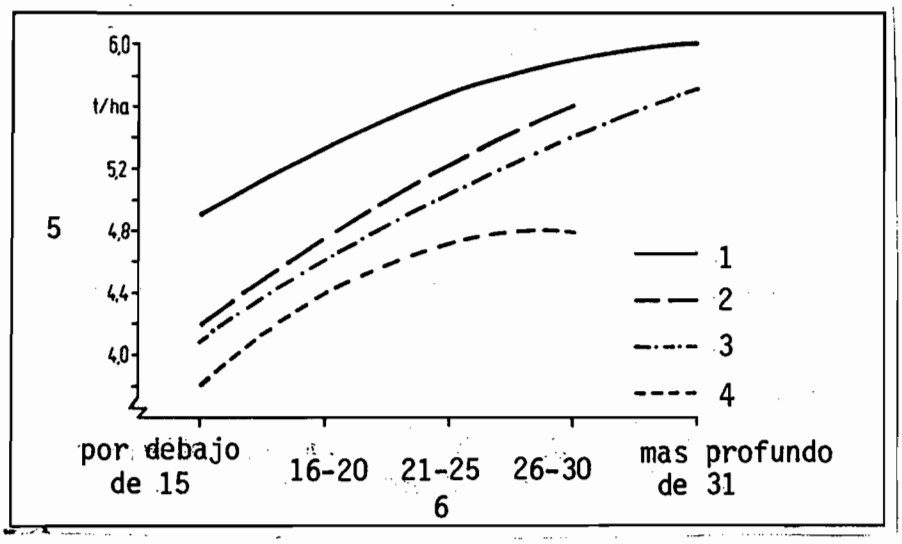
1-areno-limoso
2-limo-arenoso
3-limoso
4-arsilloso
5-rendimientos

Figura 2. Comparaciones de los rendimientos de trigo invernal (t/ha) en base al tipo de suelo.



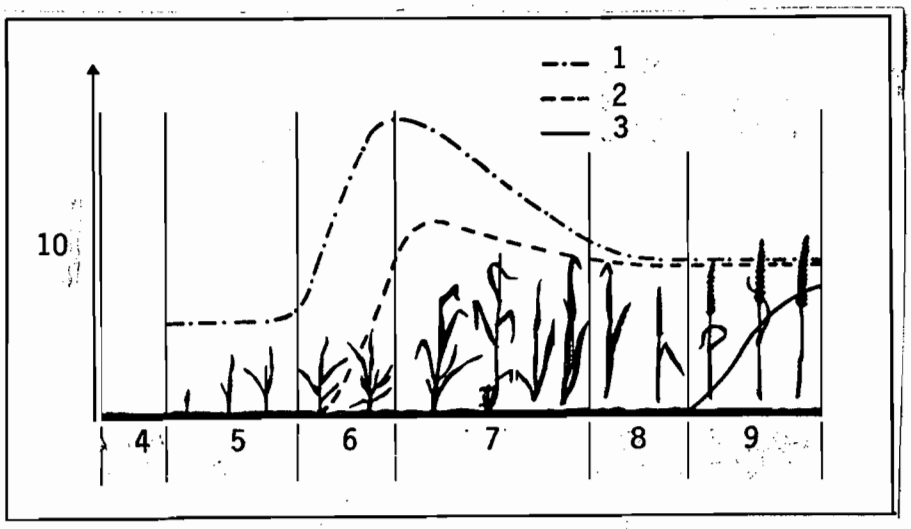
1-Limo-arenoso, 2-Suelo Forestal Marron, 3-Suelo Aluvial, 4-Pseudo-gley, 5-Vertisoles, 6-Entisoles y Molisoles 7-campos, 8-Rendimientos

Figura 3. Influencia de la profundidad de cultivación en los rendimientos de granos en distintos tipos de suelos (n=1618).



1-limoso, 2-limo-arenoso, 3-arcilloso, 4-areno-limoso, 5-rendimientos, 6-profundidad de cultivacion en cm.

Figura 4. Proceso del desarrollo del rendimiento en cereales.



1-tallos con espigas, 2-granos por espigas, 3- peso de mil semillas, 4-germinación, 5-desarrollo vegetativo, 6-macollaje, 7-crecimiento, 8-emergencia de la espiga, 9-floración+maduración, 10-aumento.

Figura 5. Formación de materia después de la floración del trigo.

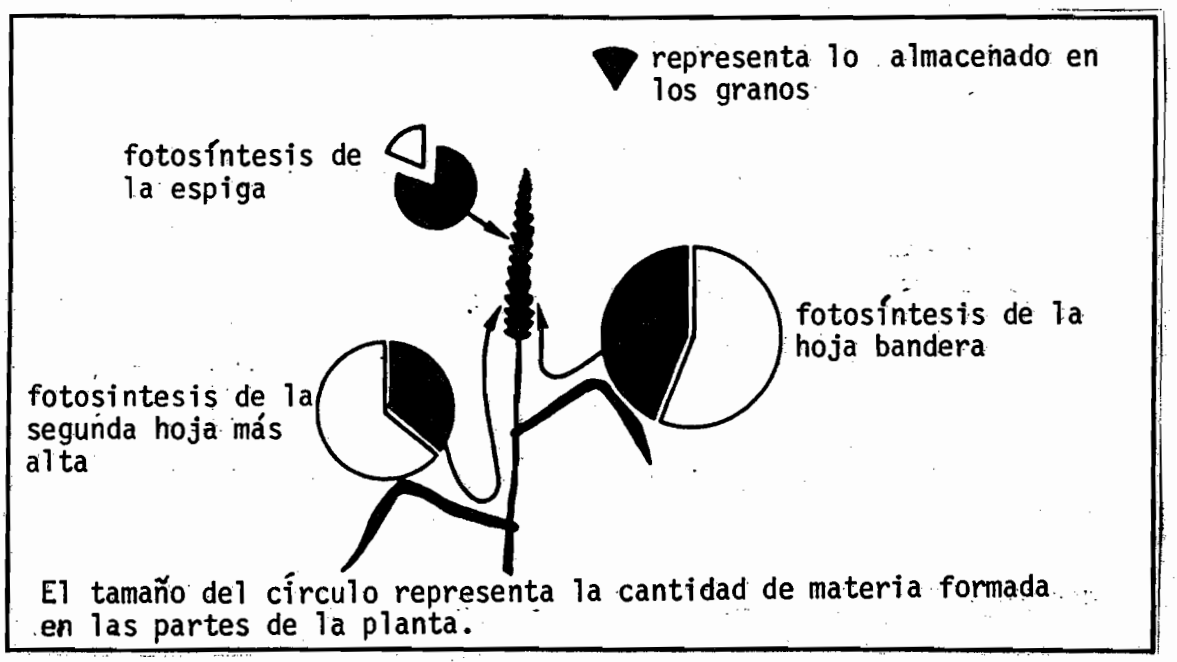


Figura 6. Contribuciones (en %) en el desarrollo del rendimiento en granos en trigo.

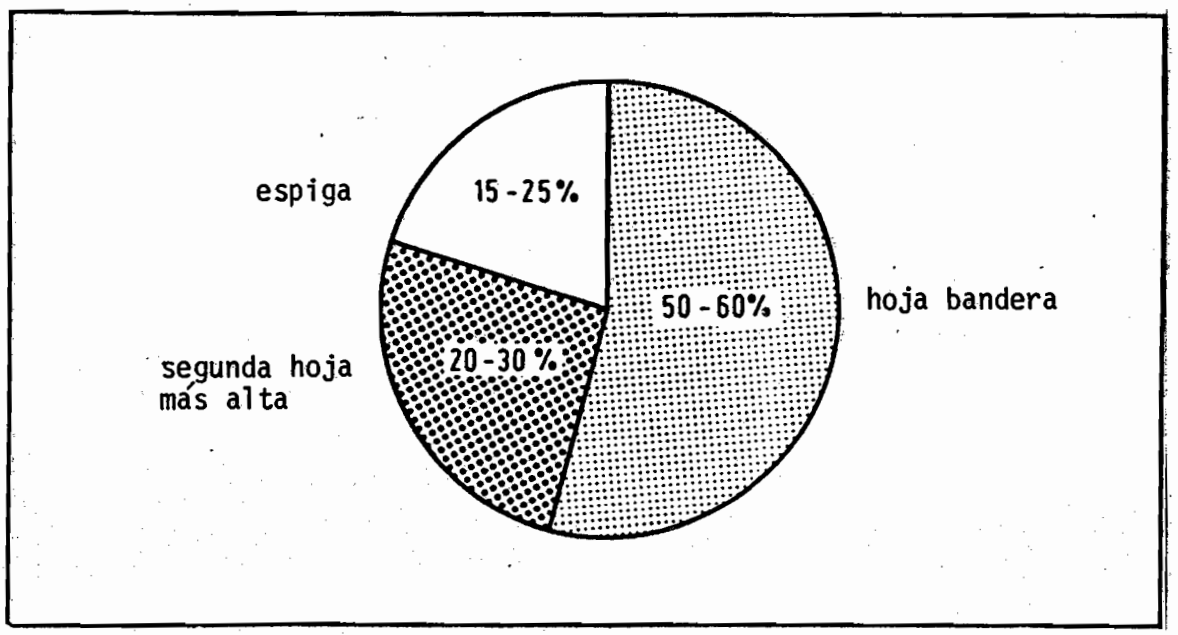


Figura 7. Absorción de nutrientes y crecimiento (desarrollo de materia seca) en trigo invernal durante el período de crecimiento.

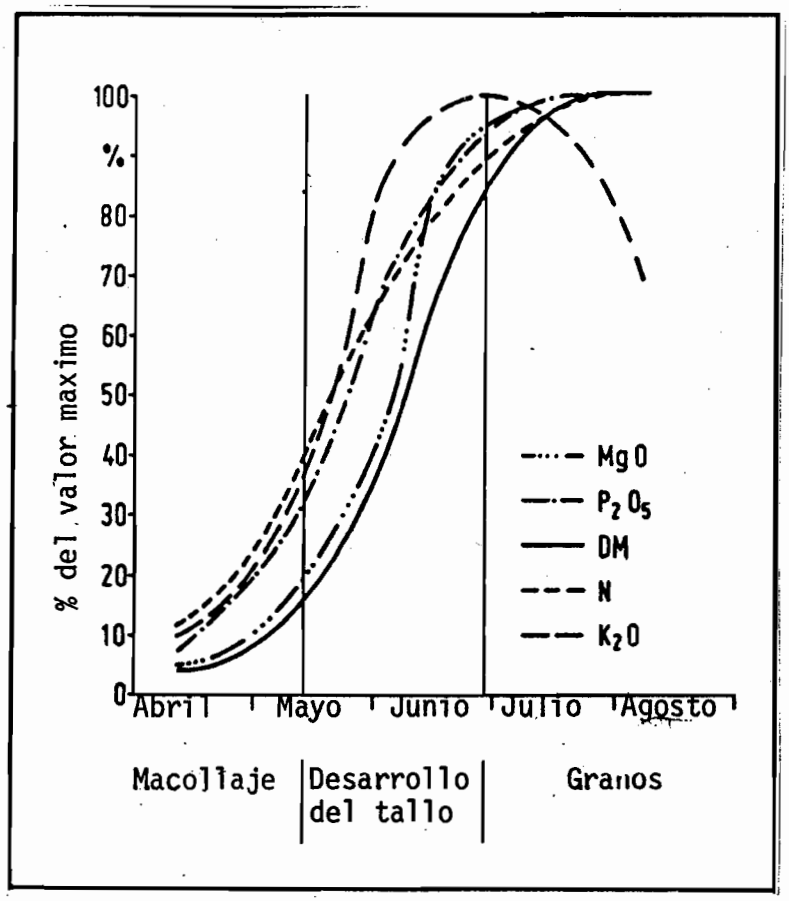


Figura 8. Trigo de invierno: Absorción de Nitrogeno durante los estadíos de crecimiento.

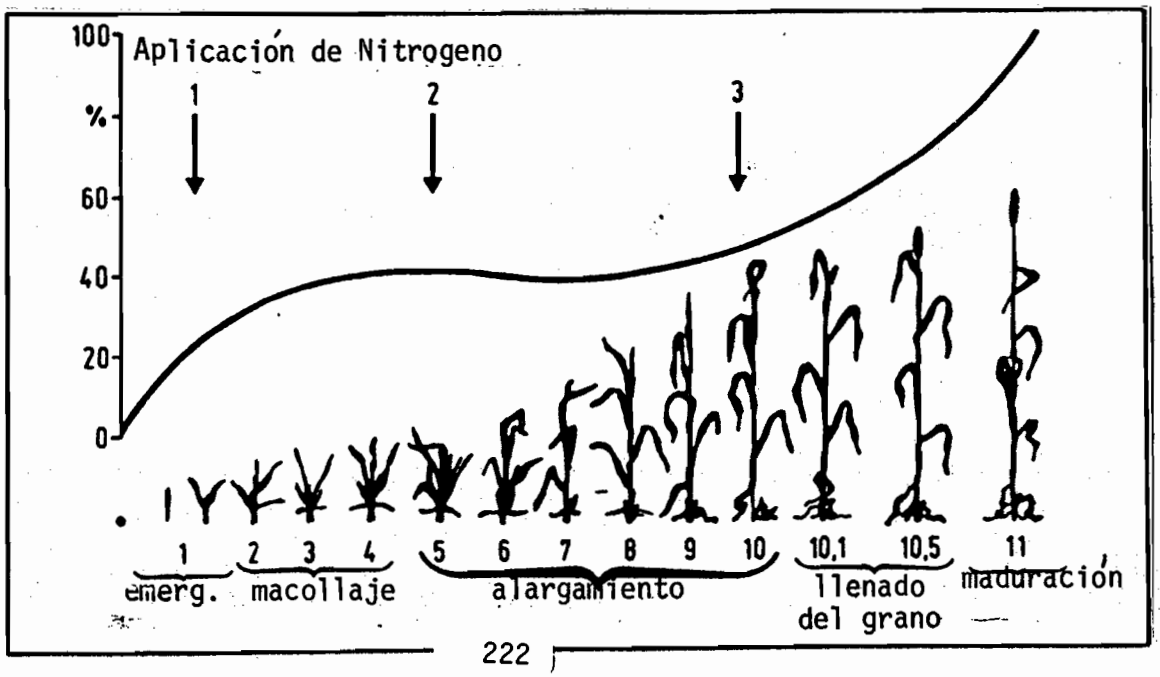
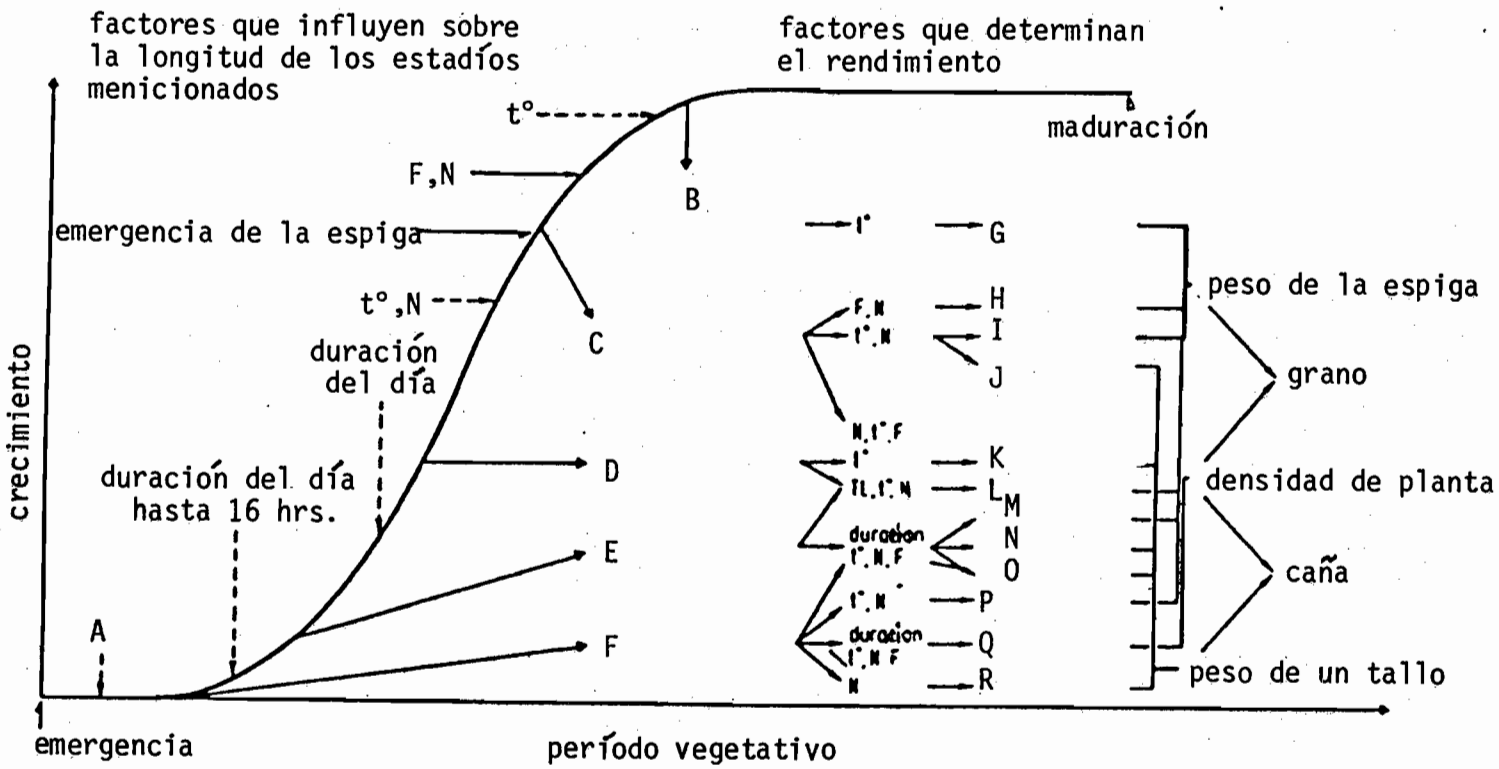


Figura 9. Dependencia del rendimiento final de los facotres del ambiente.



A - t°, N, y duración del día, sólo una pequeña influencia

B - segunda mitad del estadío de producción de granos

C - estadío de produción de granos

D - alargamiento del tallo

E - primordio de la espiga

F - emergencia de los primordios de la espiga

G - peso de mil semilles

H - peso de mil semilles

I - nº de granos

J - altura

K - altura

L - nº de flores

M - espigazón

N - nº de nudos

O - altura

P - espigazón

Q - macollaje

R - nº de nudos

Figura 10. Apice vegetativo de una planta de trigo al comienzo de macollaje, dependiendo de la cantidad de agua disponible.

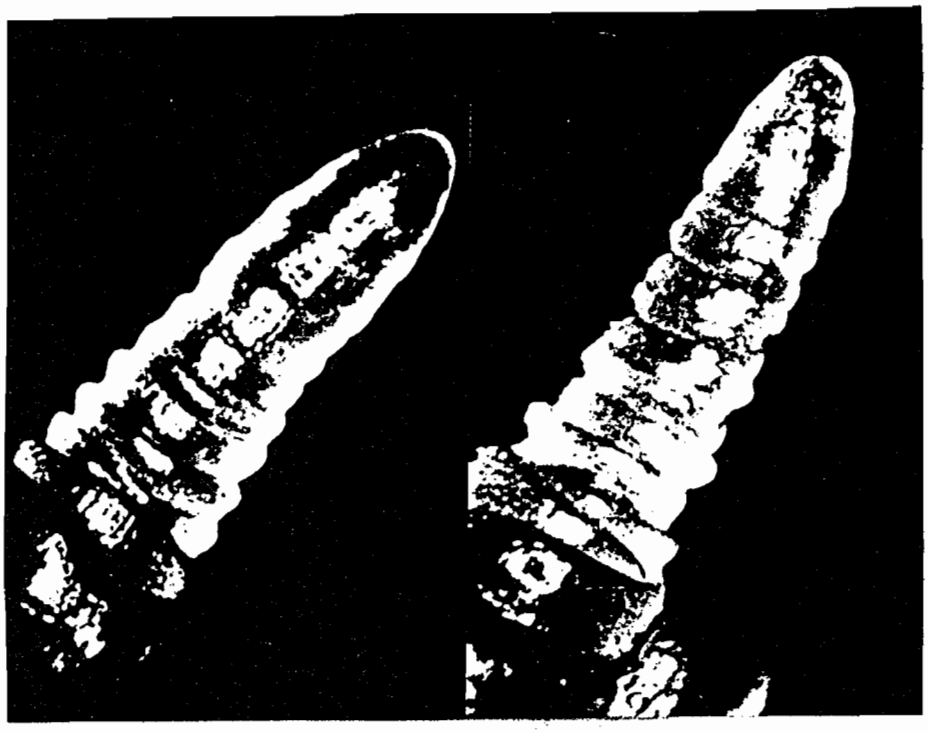


Figura 11. Apice vegetativo de una planta de trigo al final del macollaje, dependiendo de la cantidad de agua disponible.

Figura 12. Desarrollo de un primordio floral en la base de la espiga de una planta de trigo durante el estadío de alargamiento del tallo.

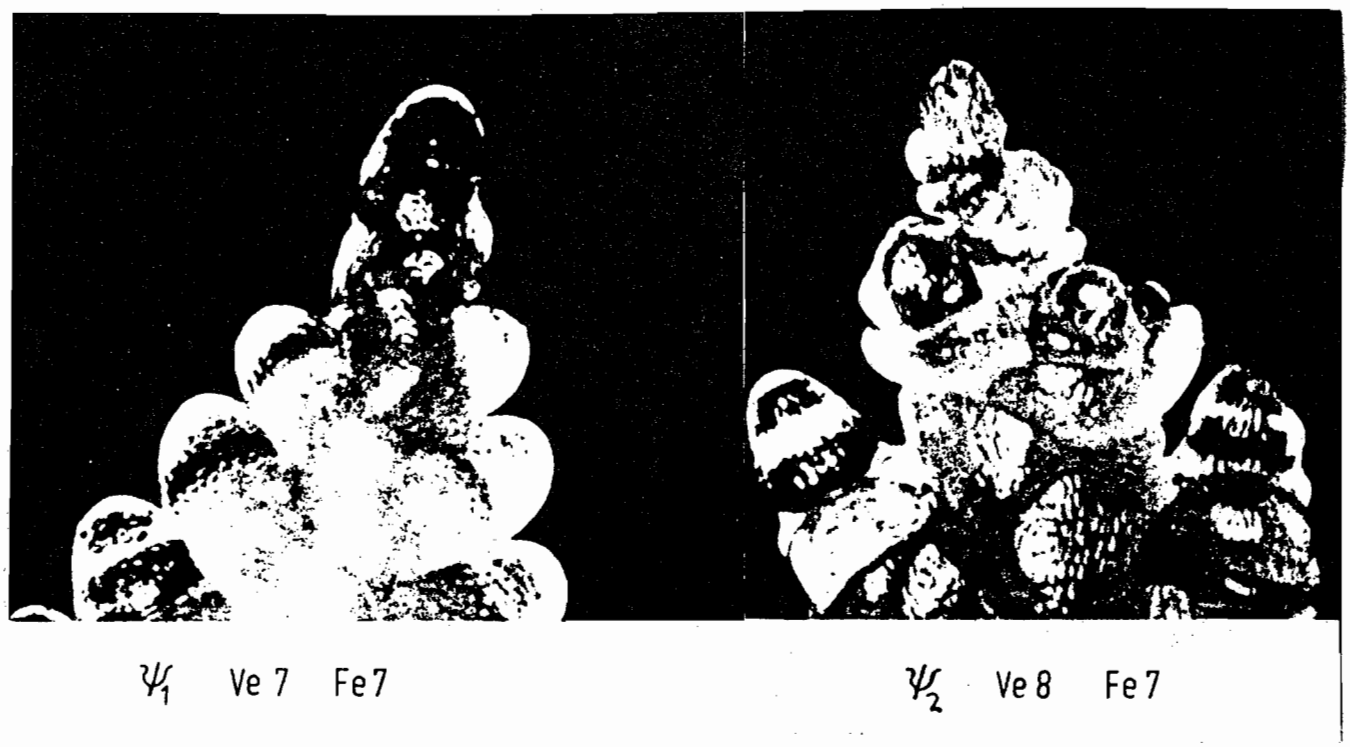
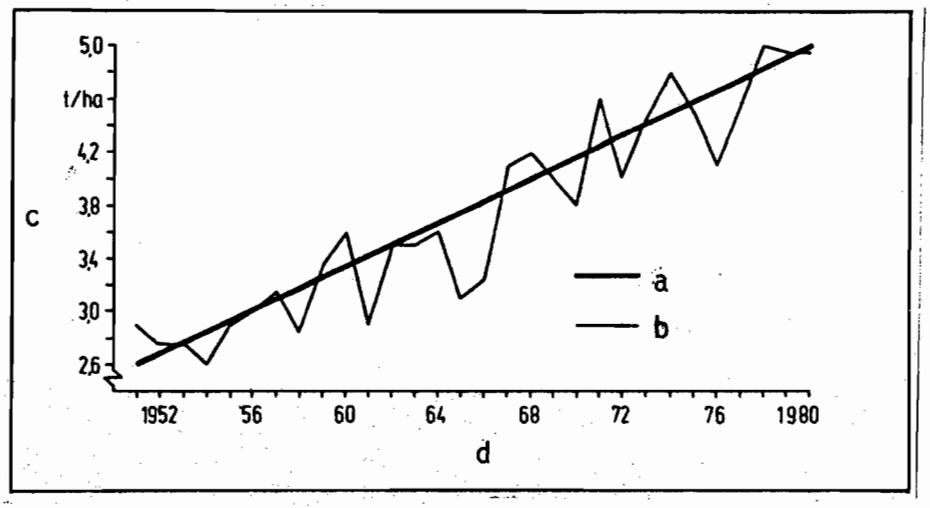


Figura 13. Desarrollo de los rendimientos de trigo en la República Federal de Alemania.



a)ajuste linear

b)rendimientos medidos

c)rendimientos

d)años

Tabla 1. Trigo de invierno: Absorción de nutrientes, producción de granos y paja.

	Rendimiento en Granos (t/ha)			
	5	6	7	8
N	125 - 175	150 - 210	175 - 240	200 - 280
P_2O_5	35 - 70	42 - 84	49 - 98	56 - 112
K_2O	100 - 125	120 - 150	140 - 175	160 - 200

Tabla 2. Contenido y clase de nutrientes en el suelo, y necesidades de fertilizantes

	Fósforo		Potasio				
			mg K_2O/100 g suelo				
	mg P_2O_5/ 100 g de suelo	Cantidad de fertilizante (kg/ha P_2O_5)	arenoso	areno limoso	limo arenoso	clay limoso	Cantidad de fertilizante (kg/ha K_2O)
A (bajo)	<11	130-150	<6	<8	<9	<11	200-250
B (medio)	11-20	75-100	6-10	8-14	9-16	11-20	100-150
C (alto)	21-30	40- 60	11-15	15-21	17-24	21-30	80-100
D (muy alto)	31-40	0- 30	16-20	22-28	25-32	31-40	0- 50
E (extremadamente alto)	>40	0	>20	>28	>32	>40	0

Tabla 3. Absorción de micronutrientes por el trigo de invierno, y contenidos críticos de éstos en el suelo.

	Absorción por las plantas (g/ha · a)	Cantidad crítica en el suelo (mg/1000 g suelo)	
		Arenoso	Limoso
boro (b)	60	< 0.4	< 0.6
manganeso (Mg)	700	< 70 pH ≤ 7: 80-140	< 70 pH ≤ 7: 80-140
cobre (Cu)	100	< 3	4.5
zinc (Zn)	400	< 2.4	2.4

Tabla 4. Trigo de invierno: aplicaciones de nitrogeno en kg N/ha - Recomendaciones.

	1º aplicación temprano en primavera	2º aplicación durante el alargamiento de los tallos	3º aplicación durante espigazón
suelos livianos	80 - 120	20 - 40	60 - 80
suelos medianos a pesados	60 - 80	0 - 30	40 - 80

Tabla 5. Eficiencia de la fertilizacion nitrogenada en el momento de espigazon.

	Fertilización nitrogenada (kg N/ha)				
temprano en primavera	0	60 - 80	60 - 80	60 - 80	60 - 80
durante el alargamiento de los tallos	0	40	40	40	40
espigazón	0	0	40	60	80
rend. de granos	3.8	5.0	5.3	5.3	5.4
contenido proteico	12.6	13.7	14.4	14.9	15.2
rend. de proteinas	0.41	0.59	0.65	0.68	0.71

Tabla 6. Influencia de la deficiencia de agua en el desarrollo de las partes de una planta de cereal en los distintos estadíos de crecimiento.

Deficiencia de agua en el estadío de	partes de la planta afectadas	componente del rendimiento afectado
macollaje	macollos/plantas	espigas/plantas
alargamiento del tallo	primordio generativo	espiguilla/espiga
antes de la emergencia de la espiga	primordios florales de la base de la esp.	No de granos/espiga
comienzo de la floración	primordios florales en la punta y base de la espiga	No de granos/espiga
maduración(amarilla)	granos	peso de mil semillas

Tabla 7. Proteccion del Cultivo en Trigo Invernal

Plagas del cultivo	Control	Considerando el dano economico	Las medidas de control deben comenzar
Tratamiento de la semilla			
Fusarium nivale, Tilletia caries	sin limites		
Eumerus sp., Oscinella frit	solo en areas infestadas		
gusano alambre		durante los primeros cuatro anos despues de arar	
Control de malezas			
malezas (gramineas)	en areas altamente infectadas como tratamiento pre-emergente	en campos infectados levemente como trata-miento post emergente	30-100 plantas por m2 (excepto avena gracha en parcelas de multiplicacion)
Maleza Galium aparine			0.1 plantas/M2 (excepto avena guacha en parcelas de multiplicacion)
Tratamientos para enfermedades de las raices, hojas y espigas			
Cercosporella herpotrichoides	solo despues de dos cultivos previos de buena sanidad, sin tratamiento		1% infestacion
oidio de las hojas		en areas infectadas y en variedades sus-ceptibles despues de la aparicion de las primeras pustulas	
roya amarilla del trigo y roya anaran-jada tratamientos contra insectos		en areas infectadas y en variedades sus-ceptibles despues de la aparicion de las primeras pustulas	
Septoria tritici	en areas infectadas y en varidades susceptibles		
Oidio de las espigas	en areas infectadas y en variedades susceptibles, especialmente cuando las hojas superiores estan ya afectadas		
Tratamientos contra insectos			
Sitodiplosis mosellaria		cuando 40% de las espigas son visibles de lado	1 hembra por espiga
Sitodiplosis sp.		cuando 80% de las espigas son visibles de lado	1 hembra por espiga
Pulgones		al comienzo de la floracion	5 pulgones por espiga (se necesita investigar)

DISTRIBUCION, EVALUACION Y USO DE GERMOPLASMA DIVERSO

W. L. McCuistion

El trigo es el cultivo producido en los climas más diversos a través del mundo. Existen muchas regiones donde el trigo y la cebada son los únicos cultivos adaptados a la topografía y al medio ambiente. Los esfuerzos del hombre en la selección del germoplasma existente y en el desarrollo de nueva variabilidad con el fin de lograr la adaptación al medio ambiente han creado una rica fuente de distintos genotipos. Muchos de nuestros antepasados sabiamente han coleccionado y mantenido dicha diversidad para que nosotros la utilicemos en la adaptación del trigo a las condiciones ambientales locales. A pesar de las grandes colecciones de trigo mantenidas en el mundo, existe la necesidad de ampliar aún más la base genética para desarrollar cultivares superiores capaces de enfrentar las adversidades biológicas y ambientales, que cambian constantemente.

Colección de Germoplasma

El Programa Internacional de Investigación del Trigo de la Universidad Estatal de Oregon se estableció sobre un proyecto local de investigación que ya estaba en marcha y que abarcaba el desarrollo de trigos invernales blancos blandos, triticale y de variedades primaverales e invernales de cebada para la región Pacific Northwest (Pacífica del Noroeste). Esta colección base se expandió a lo que es hoy una colección activa de germoplasma de 6.500 cultivares y selecciones experimentales avanzadas provenientes de todas las áreas del mundo productoras de trigos invernales y facultativos. El término "coleccion activa" significa que las nuevas introducciones han sido evaluadas en uno o varios centros experimentales y son incluídas por el valor de ciertos caracteres que poseen. La información obtenida se cataloga por características como ser: vernalización, respuesta al fotoperíodo, densidad de siembra, tolerancia a las heladas y al frío, reacciones frente a enfermedades e insectos, maduración, calidad nutritiva, etc. Los datos obtenidos son resumidos e enviados anualmente a los cooperadores.

Enriquecimiento de Germoplasma

El programa internacional de OSU mantiene una estrecha relación con el Centro Internacional para el Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) con el fin de crear una rica fuente de germoplasma de gran diversidad genética. Los científicos de cada uno de los centros de investigación viajan a cada centro poco antes de la cosecha para evaluar y seleccionar el material que se usará en el futuro para enriquecer el germoplasma.

Las progenies del material segregante se evalúan en ensayos preliminares de rendimiento conducidos en tres sitios experimentales en Oregon. Ese mismo material también se evalúa en nurseries de observación en Toluca (México), en la Universidad Estatal de Kansas(USA) y en tres localidades en Turquia. En base a los datos provenientes de estas localidades se selecciona el material que entrará en la International Winter x Spring Wheat Screening Nursery (IWSWSN).

Distribución de Germoplasma

La investigación en trigo, en los países desarrollados y en los en desarrollo, abarca desde técnicos que registran las observaciones en las nurseries internacionales hasta institutos de investigación bien financiados con suficiente personal que contribuyen activamente con cultivares mejorados y germoplasma. Es fundamental que el material genético este disponible y al alcance de todos los programas interesados en la producción de trigo. La filosofía de CIMMYT es la de proveer gratuitamente, bajo pedido, germoplasma de trigo a todos los paises alrededor del mundo. Dan prioridad a los paises en desarrollo, en segundo lugar consideran a las instituciones públicas y en tercer lugar al sector privado. La nursery de distribución de OSU sigue la misma filosofía. En la Tabla 1 se listan los tipos y cantidades de entradas y la cantidad de cooperadores.

Tabla 1. International Winter x Spring Nurseries Distribuidas desde la Universidad Estatal de Oregon.

Nursery	No de Entradas	No de Cooperadores
F2 Masa	100	30
IWSWSN	200	112
IWSWYT	25	20

Las nurseries se distribuyen en el hemisferio sur los 1 de enero de cada año. Allí, la época de siembra se extiende desde marzo a julio y la cosecha normalmente termina a fin de diciembre. Las nurseries para el hemisferio norte son enviadas los primeros días de junio y son sembradas desde setiembre a noviembre. La cosecha comienza en algunos sitios en mayo y en los lugares mas tardíos en setiembre.

Es necesario coordinar la distribución de las nurseries para proveer el tipo de variación genética deseada en cada sitio. La estrecha comunicación entre OSU y CIMMYT ha sido muy valiosa en la diseminación de las nurseries. Se podría dividir al mundo en la zona de trigos primaverales que se extiende entre los cero y 30-35 grados de latitud N y S, y en la zona de trigos invernales que continua hacia el norte y sur de los 30-35 grados de latitud N y S. Como excepción de lo antedicho, en las regiones donde las temperaturas son muy frias para el trigo invernal se siembra trigo primaveral, y en las regiones de gran altitud donde el frío y las heladas tardías son muy comunes se siembran trigos invernales . El IWSWSN se envia actualmente a 13 localidades de Sudamérica: Argentina, 4; Brasil, 3; Chile, 3; Colombia, 1; Ecuador, 1 y Perú, 1. Las prioridades para las nurseries en estas localidades varian desde tolerancia al frío y tolerancia a las heladas hasta fuentes específicas de resistencia a enfermendades (roya amarilla, roya del tallo o *Septoria tritici*).

Resumen de los datos

Los cooperadores de todas las zonas de trigos invernales realizan una continua y excelente devolución de los datos sobre ciertos caracteres de las plantas, lo que le permite a OSU evaluar cada caracter en varios sitios distintos. En la mayoría de las regiones trigueras del mundo son muy comunes

las pérdidas debidas a una o a una combinación de las tres royas.Lo óptimo sería un aceptable nivel de resistencia a las tres especies en un sólo cultivar. Las entradas mencionadas en la Tabla 2 dieron aceptables niveles de resistencia a las tres especies de royas según los reportes obtenidos de las distintas localidades. Las observaciones sobre enfermedades representan la lectura más alta registrada por los cooperadores. Varios cooperadores que normalmente registran alta incidencia de roya del tallo o roya amarilla han tenido una primavera seca que prohibió la infección normal. El cultivar ASP (Aspen), que se está creando en Chile, aparece anotado 2 veces en la Tabla 2. El pedigree de este cultivar es NH4/4/KT54A/N10B/KT54B /3/NAR. El cultivar de invierno Heine IV(NH4) ha demostrado buena resistencia a la roya amarilla. Las líneas de las variedades de Kenia que poseen genes de resistencia a la roya del tallo como ser Kentana 54 (KT 54) y Kenya Farmer (KF) aparecen como progenitores en los pedigrees.

Las infecciones de Septoria sp y Erysiphe graminis tritici (oidio) a principios del otoño y durante el invierno son comunes en las regiones húmedas, y persisten durante la primavera cuando se dan ciertas combinaciones de humedad y temperatura. Esas condiciones se observaron en las 9 y 15 localidades que reportaron Septoria y oidio respectivamente. Tabla 2. Las observaciones entre 0 y 5 se consideran como buena resistencia a esta enfermedad. Es interesante notar que hay por lo menos un progenitor argentino con conocida resistencia a Septoria en cada pedigre de la Tabla 2. Los padres mencionados son: Tezanos Pinto Precoz (TZPP); Paloma (PL), que posee Pato; Calidad (CAL) que posee TZPP y Tobari que posee TZPP.

Tabla 2. Entradas Seleccionadas por Resistencia a Enfermedades de los Resultados de la Novena IWSWSN-1982.

Entrada No	Pedigree	Roya Amarilla	Roya delaHoja	Roya delTallo	Septoria	Mildew
19	ASP/3/TZPP/PL//7C	5MS	5MS	1S	5	5
106	TH*6/KF//LEE*6/ KF/3/CAL/4/ALDS	5MS	5MS	10MR	5	5
113	RBS/ANZA/3/KVZ/ HYS//YMH/TOB	10MS	20S	20R	7	7
132	ASP/3/7C//TOB/ NPO	5R	10S	1S	5	7
No de localidades		5	13	6	9	15

El Informe de los Resultados

La nursery de selección se planta en cada una de las distintas localidades en surcos cortos con el fin de evaluar las características agronómicas importantes y la incidencia a las enfermedades. Observaciones sobre la misma entrada en distintas localidades dan una indicación del potencial de producción o del potencial como progenitor para un subsiguiente desarrollo

varietal. En la Tabla 3 se comparan 4 entradas seleccionadas y el testigo local para varias localidades con datos obtenidos de los resultados de la novena IWSWSN.

Los testigos locales según las localidades fueron:

Balcarse, Argentina:	San Agustin-INTA
Bordenave, Argentina:	Chasico-INTA
Marcos Juárez, Argentina:	Chaqueño-INTA
Criadero Buck, Argentina:	Buck Pucará
	Buck Ñandú
	Cargill T.800
Passo Fundo, Brasil:	Jacui
Corvallis, Oregon:	Stephens

Las seis localidades elegidas para la comparación abarcaron 4 lugares en Argentina representando a las regiones trigueras más importantes; Passo Fundo en Brasil y Corvallis en Oregon. Las observaciones realizadas en el testigo que se presentan en la Tabla 3 indican que en esas localidades hubo una preferencia a un período hasta floración corto o mediano, altura de las plantas semienana, y un buen peso de granos(peso de 1000 granos). Las cuatros entradas comparadas con los testigos locales fueron en general de más temprana floración, más bajas en cuanto a altura, pero fueron inconsistentes en cuanto al peso de granos entre las distintas localidades. Estas entradas también mostraron niveles de resistencia aceptable frente a la roya de la hoja y a Septoria, a excepción de la entrada 61 frente a Septoria tritici en Brasil. Estos datos confirman la gran adaptación que existe en el germplasma invernal x primaveral. Muchas entradas mostraron adaptaciones específicas a zonas de bajas, intermedias o altas precipitaciones, a temperaturas extremas y a varias enfermedades. El Ensayo Comparativo Internacional de Rendimiento de Invernales por Primaverales abarca 25 entradas y las variedades testigos seleccionadas de la IWSWSN. Esta nursery se repite y evalúa en 15 o 20 sitios seleccionados entre las regiones de trigo de invierno del mundo, y los resultados obtenidos de ella proveeran una evaluación más acertada del comportamiento de las selecciones. La Tabla 4 lista varias selecciones elegidas por su comportamiento agronómico superior en los ensayos comparativos de rendimiento.

Tabla 4. Selecciones de Comportamiento Agronómico Superior en los Ensayos Comparativos de Rendimiento.

Pedigree
AN//SN64/SS2
BEZ/ERA
BEZ/TOB
BEZ/TOB//8156
CLLF/PCH//P101/VGAF
FN/TH/K58/N/3/MY54/N10B//AN S/4/RFN/CLLF

Desarrollo de Vínculos de Comunicación

A través del mundo existen muchos centros internacionales, agencias gubernamentales, fundaciones filantrópicas, universidades, e institutos de investigación que poseen experiencia y facilidades en el mejoramiento del trigo. Para que estos recursos sean aprovechados efectivamente deben establecerse vínculos entre estas agencias y los países en desarrollo a través de la coordinación de todos los objetivos y esfuerzos. Un ejemplo de

Tabla 3. Datos de las Entradas Seleccionadas en Varias Localidades que Reportaron Resultados de la Novena IWSWSN- 1982

Entrada No (*1)	Localidad No (*2)	Peso Mil Sem. o 1000 KW (kg/HL o g)	Altura de la planta (cm)	Días a Floración (desde 1-1)	LR	Sept
41	4	34	65	291	10 MR	4
	5	45	60	288		
	6		75	270	5 MS	5
	7		68	290		
	95	80	100	134		
49	4	35	60	293	20 MR	4
	5	42	55	292		
	6		70	273	10	3
	7	78	74	290		
	95	81	100	134		
57	4	36	60	291	10 MR	4
	6		75	270	10	4
	7	79	74	287		
	12	33	70	250		3
	95	81	95	134		
61	4	24	45	290	5 MR	5
	7	79	71	290		
	12	28	70	259		9
	95	81	85	133		
Testigo local	4	34	70	302	30 M	4
	5	40	70	300		
	6		80	287	50 S	3
	7	81	75	297		
	12	35	95	255		5
	95	77	93	144		

*1 Los pedigrees de las entradas elegidas para la comparación con el testigo local son: Entrada 41= RSK/CGN,F1/4/F1,NS732/3/CC/INIA//CAL; entrada 49= JUP/4/CLLF/3/II 14-53/ODIN//CII3431; entrada 57= LR 64/RSK; y entrada 61= ZZS/KLAT.

*2 Las localidades son: 4= Balcarse, Argentina; 5= Bordenave, Argentina; 6= Marcos Juárez, Argentina; 7= Criadero Buck, Argentina; 12= Passo Fundo, Brasil, y 95= Corvallis, Oregon.

esta cooperación es el desarrollo del Programa de Investigación y Entrenamiento de Trigos Invernales por Primaverales (Winter x Spring Wheat Research and Training Program). USAID, CIMMYT, OSU e ICARDA (International Center for Agricultural Research in the Dry Areas), utilizando el mejoramiento de trigo como medio, han contribuido con su experiencia y conocimientos en el desarrollo de programas agrícolas que dieron buenos resultados en ciertos paises en desarrollo.

La distribución de información es uno de los componentes importantes de la comunicación. La distribución de los resultados a tiempo de las nurseries internacionales deben proporcionar una ayuda a los fitomejoradores. La estandarización de los métodos de evaluación y de los informes de los datos permiten una mejor interpretación de los resultados. La distribución de las Listas de Abreviaciones de los Cultivares de Trigos se realiza con el objeto de contribuir a una mejor comprensión del parentezco de los materiales genéticos de trigo. Las publicaciones que CIMMYT distribuye ampliamente como ser "Probing the Gene Pool" entre otras, incrementan la comunicación entre cooperadores.

Las visitas de científicos de los programas internacionales a los institutos de investigación de los paises participantes, y las visitas recíprocas de estos paises a los centros, son muy informativas e importantes.

LA COMPUTADORA-UN ASISTENTE DEL AGRONOMO

N. A. Scott

Resumen

La tecnología de la era espacial, ha posibilitado grandes avances e innovaciones en los equipos electrónicos de procesamiento de datos, y la computadora se ha convertido en un asistente de gran valor para el agrónomo.

Como un ayudante en los trabajos secretariales, la computadora deja libre al agrónomo de tareas metódicas como llevar datos y hacer listas. Se han desarrollado programas para la actualización e impresión de las listas de pedigree de los libros de campo, de los rótulos de pedigrees para la identificación a campo y de las etiquetas para usar en las bolsas de la cosecha. Los pedigrees de los nuevos cruces se establecen a partir de los números de las líneas parentales registrandose, para un futuro uso,la cantidad de selecciones realizadas en cada población. Los errores de transcripción se reducen en gran medida. Además se estandarizan los pedigrees para facilitarle a la computadora la búsqueda de los mismos por varias fuentes de progenitores.

Los circuitos electrónicos, que han sido mejorados y miniaturizados, permiten que la computadora sea un ayudante de campo. Se ha desarrollado un método rápido para pesar las muestras de granos y analizar los datos inmediatamente en el campo. Los análisis de los datos de la cosecha son instantáneos y las decisiones sobre que material guardar para los próximos ensayos se puede realizar en el campo.

Cuando la capacidad analítica y de memoria de una computadora es controlable ésta se convierte en un asistente de investigación de gran valor. En el resumen de los datos de la IWXSWSN se clasifican, catalogan y resumen más de 250.000 bits de información de aproximadamente 100 localidades. De esta manera los cooperadores tienen información disponible antes de la próxima época de cruzamientos donde se incluyen datos sobre adaptación, resistencia a enfermendades y potencial de rendimiento de las 250 líneas que abarca la nursery de selección. También se usa la computadora para almacenar y buscar los datos. La información sobre el comportamiento agronómico de líneas avanzadas se archiva de tal manera que se puede obtener un catálogo con dicha información abarcando varios años y que se puede usar para identificar nuevas líneas prometedoras y fuentes de progenitores.

El agrónomo puede lograr un aumento en la eficiencia y en la certeza de su trabajo si utiliza a la computadora como un asistente y no como el dictador de los objetivos de la investigación.

.....

En los ultimos diez años, la computadora se ha convertido en una realidad de este mundo de tecnología. Los avances logrados con la ayuda de las computadoras en la tecnología del espacio o en el campo de la medicina son tal vez más espectaculares, pero en la investigación agronómica también constituyen una importante herramienta. El programa de fitomejoramiento de cereales de OSU se ha beneficiado en gran medida por el uso de la computadora en tareas de secretaría, en la investigación y en los análisis a campo de los datos.

En los programas de mejoramiento donde cada año se crean nuevas poblaciones F1, anotar y llevar los datos de los cientos de cruces que se hacen, se convierte en un problema logístico. Este problema se hace aún mayor cuando se seleccionan plantas individuales en cada generación agrupandose las líneas en las últimas generaciones para los ensayos de rendimiento. En un momento dado, el fitomejorador tiene literalmente, miles de plantas individuales, surcos y parcelas, cada una diferente, y como posible candidato a constituir una variedad.

Para poder llevar de manera eficiente los datos del material experimental, la computadora ha probado ser un asistente o secretario de gran valor. Para cada F1 se crea un dato y la computadora los va actualizando después de cada ciclo de selección. Como resultado, se pueden imprimir las etiquetas que se usan para la identificación de las bolsas con las semillas cosechadas. Anteriormente, este trabajo tomaba más de un mes y varias personas ya que debian volver a escribir los pedigrees todos los años. Ahora, la computadora puede imprimir la información en una noche, reduciendose considerablemente los errores. La estandarización de los pedigrees y de las abreviaciones de los cultivares ha facilitado la búsqueda con la computadora de la frecuencia con la que se ha usado un progenitor en las combinaciones híbridas. El fitomejorador, con la ayuda de dicha información, puede planear con más eficiencia dirigiendo el programa de mejoramiento para solucionar problemas importantes que limitan los avances genéticos.

El número de cada selección, único para cada línea, que se actualiza cada año con la computadora puede ser una fuente de gran información para el fitomejorador. El número por sí solo, dice el año que se hizo el cruce, la generación actual, como se hizo el cruce, las enfermedades y ambientes adversos a los que se ha sometido la línea a través del ciclo de selección y en que generación la línea entró por primera vez en los ensayos de rendimiento. El número de la selección puede facilitar la revisión con la computadora para determinar el número de líneas que se originaron de un cruce determinado, lo que le indica al fitomejorador los cruces que aparencen dando un alto número de descendientes deseados.

La computadora también puede ser útil para catalogar las diferencias genéticas en características como altura, resistencia al frío, resistencia a las enfermedades, calidad y otras, presentes en el material para los cruzamientos. Utilizando la computadora como un banco de memoria, el fitomejorador puede manejar mayor cantidad de material parental y utilizar efectivamente, una mayor diversidad genética. Con este tipo de información, sumada a las de cuantas veces se ha usado un progenitor determinado y al número de progenies que aún permanecen en el programa, el fitomejorador puede plantar con más inteligencia y dedicar menos esfuerzos a combinaciones parentales que resultaran inútiles. Debe hacerse notar que la computadora no tomará nunca el lugar del fitomejorador en el campo, ni puede substituir los conocimientos y familiaridad de éste con el material a cruzar. Hay muchas características oscuras que no pueden reducirse a un nivel elemental necesario para catalogarlas con la computadora, por lo que un buen programa de fitomejoramiento va a necesitar siempre el ojo artístico y entrenado de un fitomejorador muy familiarizado con los atributos de sus líneas parentales. La gran contribución que aporta una computadora queda en evidencia cuando se usa como banco de memoria del cual se puede extraer información que usara el fitomejorador.

En OSU, se utiliza la computadora para analizar los resultados de la IWXSWSN que se envía a más de 100 localidades en las distintas áreas del mundo productoras de trigo invernal. En cada localidad, los cooperadores coleccionan datos concernientes a altura, vuelco, resistencia al frío, precocidad, resistencia a las enfermedades, y rendimientos de granos. Esta información, más de 250.000 lecturas, se coloca en la computadora para ser analizada.

Debido a que los objetivos de la nursery es seleccionar material, las líneas no son enviadas con replicaciones, entonces, no se pueden usar los análisis estadísticos de la variancia usuales. Se emplea un tipo de estadística paramétrica. Primero, se analiza la nursery individualmente en cada localidad. Con la información registrada sobre cada caracter se hace una escala que va de la mejor lectura a la menos deseada. La mejor recibe un puntaje de 250, la antepenúltima 249, etc..A cada línea se le da un puntaje por cada caracter registrado en cada localidad. Estos puntajes individuales de cada caracter se usan para realizar un cómputo para cada línea en base a los siguientes porcentajes:

T1	Rendimiento	.15		P1
T2	Precocidad	.30		P2
T3	Resistencia al frío	.24		P3
T4	Vuelco	.01		P4
	Resistencia a enfermedades	.30		P5
T5	*Puccinia striiformis*		.06	
T6	*Puccinia recondita*		.06	
T7	*Puccinia graminis tritici*		.06	
T8	*Septoria tritici* or *nodorum*		.06	
T9	*Erysiphe graminis*		.06	

Se asignan los porcentajes a los caracteres en base a los objetivos del programa de mejoramiento de trigos invernales x primaverales. Por la naturaleza de la nursery y la cantidad limitada de semillas que se envían, precocidad, resistencia al frío y resistencia a enfermedades pueden pesar o valer más que rendimiento.

De esta manera, los puntajes obtenidos de todas las localidades se pueden comparar en forma similar e independientemente del número de caracteres registrados por cada cooperador. Se calcula la variable A:

$$A: P1 + P2 + P3 + P4 + P5$$

donde P1, P2 ... P5 son los porcentajes ajustados para cada caracter registrado. Si un caracter en particular no esta registrado , P(n) se convierte en 0. El valor de P5 es .30 aún cuando se reporta una sola enfermedad. Los porcentajes relativos ajustados, para cada enfermedad registrada, se calculan con la siguiente fórmula:

$$B = .30/\text{número de enfermedades registradas}$$

Luego, se computa un puntaje ajustado (WSC, weighted composite score) para cada línea con la fórmula:

$$WSC = \frac{P1xT1 + P2xT2 + P3xT3 + P4xT4 + BxT5 + BxT6 + BxT7 + BxT8 + BxT9}{A}$$

where P1,P2...P5 son los porcentajes ajustados para cada caracter; T1, T2, ...T9 son los puntajes para cada lectura; B es el porcentaje relativo ajustado para las enfermedades registradas; y A es la variable calculada anteriormente.

Una vez que se computan los puntajes para cada línea en cada localidad, se pueden clasificar y ordenar en tablas con las líneas superiores en cada localidad o sea las líneas más prometedoras en las zonas de bajas, intermedias y altas precipitaciones según el potencial agronómico general .

La computadora puede clasificar, ordenar y calcular puntajes utilizando cientos de miles de pedacitos de información en menos de una hora. Esto permite la impresión de un resumen de los datos en forma de libros que se envian a los cooperadores antes de la próxima epoca de cruzamiento. Esta información está disponible para ayudar a los cooperadores internacionales en el planeamiento de las combinaciones parentales que usarán al año siguiente. No sólo tiene ahora datos concernientes al comportamiento de las líneas en su localidad sino que tambien puede utilizar la información sobre el mismo material proveniente de todas las principales áreas productoras de trigo invernal del mundo.

Por último, la computadora se ha convertido en un asistente de campo de gran valor para el agrónomo durante la época de cosecha. Una pequeña calculadora programable (Hewlett-Packard Model 9815) se conecta a una balanza electrónica (Mettler PS15). Un pequeño generador a gasolina (Honda EM 400) provee la electricidad para que todo el sistema sea portable y pueda usarse directamente en el campo.

La calculadora se programa de tal manera que pregunta por la información necesaria, lo que posibilita que el sistema se pueda usar sin ningun conocimiento de computación o lógica. A medida que se cosechan las parcelas, las bolsas de granos se colocan sobre la balanza y el número de la entrada y el de la replicación se anotan en la calculadora. En menos de tres segundos, el peso de la bolsa es transferido electrónicamente a la calculadora, quedando impreso en una cinta de papel y archivado en un cinta magnética de un cassette para el posterior análisis estadístico. Las bolsas pueden pesarse en cualquier orden, pero se ahorra tiempo si no se mezclan las nurseries.

En el programa de la calculadora se han establecido ciertas pasos de seguridad. No se podrá anotar ningun número de entrada o replicación que exceda el número límite de la nursery que se ha registrado inicialmente. Si se llegan a anotar números que corresponden a una variedad ya pesada, la calculadora anota el peso registrado anteriormente y pregunta si se desea volver a registrar ese dato. Si se desea, la conección electrónica puede evitarse y los pesos pueden anotarse en la calculadora a mano.

Una vez finalizado el proceso de la pesada, la calculadora revisa la cinta e imprime los números de las parcelas donde faltan los datos de rendimiento. Se puede obtener una lista impresa con las variedades deseadas. Luego la calculadora realiza el análisis de la variancia para el rendimiento de la nursery imprimiendo varios parámetros necesarios como desvio estandard, coeficiente de variación, media y LSD. A pedido de la calculadora, se anota el rendimiento mínimo que se considere aceptable. La calculadora busca en la cinta e imprime

el número y el rendimiento promedio de cada una de las variedades que sobrepasen ese nivel. Finalmente la calculadora realiza una lista clasificando a todos los materiales de una nursery por su rendimiento apareciendo el número del material, el rango y el rendimiento.

Ya que el análisis estadístico se realiza inmediatamente despues de la cosecha, el material no prometedor se puede descartar en el campo y se puede guardar solamente el material que entrará en los próximos ensayos. Ya en la oficina central, los datos de rendimientos son transferido electrónicamente a una computadora mayor donde se unen a otros datos agronómicos por ejemplo maduración, reacción a enfermedades y altura de las plantas, y a los datos de otros años. Esto le permite al fitomejorador una mejor identificación de cultivares de altos rendimientos, estabilidad y resistencia a enfermedades que podran ser lanzados a la producción.

La tecnología moderna ha hecho posible el empleo de la computadora en muchas actividades, pero este campo aún está en sus comienzos. Quedan desafíos intrigantes. Estamos solamente limitados por nuestra imaginación.

EL ENCUENTRO CON LA COMPUTADORA

N. H. Scott

En las últimas décadas hemos sido testigos de la dramática revolución de las computadoras. La tecnología moderna ha puesto al alcance de nuestras manos el poder de computación, el que anteriormente quedaba reservado sólo para las grandes instituciones que disponían de medios para comprar un sistema de computadoras. La primera generación de computadoras de los años 50, estaban compuestas por tubos de vacío y ocupaban por completo una gran habitación. Éstas eran máquinas muy pesadas y debían ser manejadas por un grupo de expertos. Una computadora podía costar tres millones de dólares. Hoy las computadoras poseen el doble del poder de computación y se pueden conseguir por menos de tres mil dólares. La unidad central de procesamiento esta concentrada en una ficha delgada, no mayor que la punta del dedo meñique. Se han hecho programas que facilitan el uso permitiendo que cualquiera tome ventaja del poder de computación y procesamiento, liberando la mente del hombre de muchas de las labores rutinarias y repetitivas.

Esta misteriosa caja que llamamos computadora es en realidad una máquina muy simple. No es más que una gran colección de llaves eléctricas. No tiene la habilidad de pensar o razonar y sólo puede hacer lo que los programadores le ordenan. Como la computadora es una colección de llaves eléctricas, debe trabajar y almacenar información o datos en un sistema binario. Cualquier número puede representarse por una serie de modelos donde 1 significa "prendido" y 0 significa "apagado". Por ejemplo, el número 125 en base 10 se representaría como 1111101 en base 2. Todos los números e instrucciones se reducen a este sistema binario que se maneja a través de circuitos eléctricos dentro de la máquina.

Hay cuatro componentes exteriores (hardware) básicos en una computadora: 1) un dispositivo de entrada (input device), 2) un dispositivo de salida (output device), 3) memoria, y 4) la Unidad Central de Procesamiento o CPU. En un sistema de microcomputadora, el dispositivo de entrada es generalmente un teclado como el de una máquina de escribir, el cual provee un medio o vehículo para que el que la usa, se pueda comunicar con el CPU. Algunos sistemas pueden emplear un lápiz iluminador o un "mouse" que simplemente al apuntar una de las alternativas del menú, activan ciertas instrucciones. El dispositivo de salida puede ser una pantalla CRT o un impresor. Generalmente es conveniente ambos: el monitor o pantalla por la velocidad y para verificar, y el impresor para tener la copia en papel. El tamaño de la memoria de la computadora es medida en "kilobytes" o K como abreviación. Para entender esta nomenclatura, vamos a considerar de nuevo que la computadora funciona con un sistema binario de sólo dos dígitos, 0 y 1. Un dígito binario se llama "bit". Ocho bits forman un "byte". Se necesita un byte para representar un dígito decimal o una letra o símbolo. Un kilobyte (1k) es aproximadamente 1000 bytes o exactamente 2 a la 10 (1024) bytes. Para la mayoría de las trabajos, se recomienda un mínimo de 48 k. Esta memoria mayor esta dividida en dos partes básicas ROM, memoria que se lee solamente, y RAM, memoria de acceso aleatorizado. ROM es la parte de la memoria en la que se construyó la información para la computadora. No es volátil, o sea no se pierde cuando se apaga la computadora o cuando se desconecta la energía eléctrica. Generalmente ROM contiene una serie de instrucciones para hacer funcionar a la computadora y para producir lo que se ve en la pantalla cuando ésta es encendida.

Las instrucciones en ROM son fijas y no pueden ser alteradas. RAM, o random access memory (memoria de acceso aleatorizado) es la memoria que realmente trabaja en la computadora. Su contenido es volátil y se puede borrar, cambiar o escribir encima. Esta es la porción que contiene el programa de aplicaciones y cualquier otro dato que este siendo procesado, de tal modo que el tamaño de RAM es crítico. El acceso aleatorizado simplemente significa que los datos y las instrucciones estan almacenadas en casillas semejante a las casillas postales usadas para clasificar la correspondencia. Para recuperar los datos de la casilla 120, por ejemplo, no es necesario examinar el contenido de las casillas 1 al 119, sino que uno solamente tiene que ir a la casilla 120. Esto hace el procesamiento mucho más rápido. El acceso aleatorizado es lo contrario del acceso secuencial, característico este último, de las cintas magnéticas, donde para leer una porción determinada de los datos hay que leer todo lo anterior

El cuarto componente, el CPU, es el corazón de la computadora. El CPU es el conductor de la sinfonía del procesamiento de los datos. Controla la función e interacción de todos los otros componentes de la computadora y reside en una sola ficha no mayor que la punta del dedo meñique.

Hemos descripto la parte física de la máquina, el "hardware" ("accesorio mecánico"), pero sin el "software" ("accesorio interior o programa") sólo sería una máquina fantástica sin utilidad para realizar lo que queremos. Los humanos nos comunicamos con las computadoras por medio de lenguajes programados, sin embargo es importante saber que para la mayoría de las distintas tareas se han escrito programas especiales de modo que no es necesario aprender el lenguaje de la computadora para poder usarla.

Como vimos anteriormente, la computadora sólo comprende "1" y "0", así que el nivel linguístico más bajo, lenguaje de máquina, es este sistema binario. La instrucción para sumar, por ejemplo, seria codificada como una serie de unos y ceros. Mientras esto puede ser muy sencillo para la máquina, para el ser humano es realmente un dolor de cabeza. Afortunadamente, se han escrito programas de traducción llamados compiladores o intérpretes que descifran niveles más altos de programación linguística, que están más relacionados con el lenguaje humano, en instrucciones en lenguaje de máquina. Cuando se compra un lenguaje para una computadora, lo que se está comprando es un intérprete.

Los lenguajes de "alto nivel" más populares en microcomputadoras son: BASIC, COBOL, FORTRAN, y PASCAL. Cada uno tiene sus puntos fuertes. "Beginner's All -Purpose Symbolic Instruccion Code", BASIC, es el lenguaje más común para las microcomputadoras. Una revisión de éste, MBASIC, fue especialmente adaptada para el uso en microcomputadoras. BASIC es fácil de aprender y las instrucciones y claves son fáciles de entender. En este sentido, BASIC es un lenguaje simple pero capaz de dirigir labores tan complejas como los otros sistemas de alto nivel. A veces se requieren más claves o codigos y más procesamiento pero el resultado es el mismo. FORTRAN que deriva de "Formula Translation" fue diseñado para los ingenieros y científicos. Permite a los científicos pensar en términos de alogaritmos y fórmulas. Calculaciones y complicadas ecuaciones algebraicas son fáciles de hacer con FORTRAN porque fue diseñado con ese propósito. "Common Business Oriented Language", COBOL, se usa especialmente para actividades de comercio. Su fuerte, más que la computación, es el procesamiento de datos y se usa en tareas que requieren clasificación, impresión y manejo de datos. El nombre PASCAL es un acrónimo. Fue llamado así por el filósofo y matemático francés del siglo XVII, Blaise Pascal. El lenguaje que uno escoje para la microcomputadora estará determinado por el programa que uno

seleccione, pero si uno planea escribir programas propios, es importante conocer las elecciones posibles.

Hay dos tipos básicos de programas para una computadora: 1)programas de operación del sistema y 2) programas de aplicación. Los programas de operación del sistema son los programas de servicio que se encargan de trabajos rutinarios como copiar de un archivo a otro, o exhibir un texto en la pantalla. La mayor parte del tiempo el sistema de operación es completamente transparente para el que lo usa. No obstante es importante conocer el sistema de operación ya que los interpretes de lenguajes de alto nivel se basan o estan escritos alrededor del sistema de operación. De allí que ciertos programas comerciales sólo funcionan con ciertos sistemas de operación. Uno de los sistemas de operación más difundido es el CP/M (Control Programs, Microcomputer).

Los programas de aplicación son los que trabajan directamente para usted y estan escritos ya sea en modo de número o en modo interactivo. El modo de número es el método original y más tradicional de hacer las cosas, pero aún se usa en casos de grandes cantidades de datos que deben procesarse rutinariamente. Probablemente Ud. también va a estar interesado en un programa interactivo ya que usará cantidades menores de datos y querrá ver los resultados en forma inmediata. Un programa interactivo lo que realmente hace es conversar con Ud. por medio de preguntas e indicaciones.

Algunas de los programas de aplicación que podrían ser útiles en el ambiente del fitomejoramiento son: 1) procesamiento de palabras 2) banco de datos 3) análisis de contaduría 4) gráficos 5) diseño y análisis estadístico . Existen en el comercio muchos paquetes de software de excelente calidad para las actividades mencionadas. El procesamiento de palabras es un uso muy importante y económicamente efectivo de la computadora. Es de incalculable valor para escribir papeles técnicos para publicaciones ya que las correcciones y revisiones se pueden hacer de manera muy simple. Una gran proporción del procesamiento de datos en un programa de mejoramiento se realiza empleando la forma de banco de datos. Por ejemplo, se puede tener miles de líneas en un banco de germoplasma catalogadas por distintos caracteres y resistencias. Con una computadora y un buen sistema de manejo de datos es muy fácil de localizar los datos de una línea por una característica o caracter en particular o por sus progenitores. Los programas de contaduría son útiles en la preparación de presupuestos, mal necesario aún en los programas de mejoramiento vegetal. Estos programas también se pueden usar para tratar de determinar los efectos que ocurren al cambiar ciertas variables. Por ejemplo, si el rendimiento de un cultivo podría ser definido en términos de una fórmula o modelo, un programa de contaduría se puede usar para determinar o ver el efecto que ocurre al cambiar una o varias de las variables, ya sea de a una o todas a la vez. Un buen programa de gráficos tiene gran aplicación en un programa de fitomejoramiento, especialmente si el programa es compatible con el sistema de banco de datos o con el sistema de diseño y análisis estadístico. A veces es mucho más fácil entender los conceptos y relaciones cuando estan representados gráficamente.Actualmente se encuentran en el comercio unos pocos sistemas que pueden operar o manipular diseños y análisis estadísticos. Uno de estos es el MSTAT de la Universidad Estatal de Michigan que se escribió específicamente para programas de fitomejoramiento, y también hace otras cosas como ser la impresión de los libros de campo y de los rótulos de las parcelas.

Indudablemente, existiran otras actividades para la cual no encontrará programas comercialmente disponible. Deberá tener un programador que le escriba estas especificaciones. Sin embargo, una regla empírica dice que es preferible comprar programas comerciales toda vez que sea posible. La programación es bastante cara y cuando se tiene que pagar toda la cuenta, uno se cuestiona la efectividad de los mismo. Además los programas comerciales han sido probados en una mayor escala y la mayoría de los problemas del programa estaran ya solucionados. Sin embargo cuando se compran programas debemos conformarnos con las características que ya traen. Usted debe decidir sobre lo que es más importante en su caso.

Hemos visto lo que es la computadora y como funciona, y también hemos vistos algunas de las aplicaciones en agricultura. Pero como puede uno elegir un sistema de computadora entre tantas disponibles hoy en día? El mejor camino es un procedimiento sistemático:

1)Identifique el uso que le va a dar
2)Busque el programa
3)Identifique y especifique el hardware
4)Compre de una compania y de un comerciante de reputación
5)Determine como manejar los problemas humanos-computadoras.

Parecerá un poco contrario comprar primero los programas pero ya que algunos de los que tal vez quiera usar dependen de la máquina o por lo menos del sistema operacional, no es conveniente limitarse en las posibilidades de elección desde un principio. Primero es importante determinar para qué se necesita o qué se quiere hacer, y despues comprar el programa que corresponda a esa actividad. Se debe comenzar con la definición lógica de el input o output de la actividad y determinar que tipo de datos el programa tiene para ello, la clase de datos o output que debe producir, y la forma en la que esos datos deben acomodarse. Si el programa es un banco de datos, se debe tener cuidado con esto. No se debe dejar de considerar ninguna de las aplicaciones que se puedan utilizar más adelante. Al seleccionar un programa, lo más importante es que tenga flexibilidad. Un programa flexible usa variables en lugar de cantidades específicas de modo que uno puede cambiar fácilmente los datos. Asegúrese de que el programa hace lo que Ud quiere que haga. Pida una demostración y vea la documentación. Esta documentación es la guía para usar el programa y es muy importante. Una pobre documentación puede hacer que un programa muy útil sea inútil. Es una buena idea la de hacer una investigación sobre la literatura existente sobre programas. En las revistas y publicaciones periódicas de microcomputadoras suelen salir críticas sobre los distintos tipos de programas. Esto le proporcionará una idea de lo que hay disponible y de lo que realizan los distintos paquetes.

Una vez que ha elegido un paquete de programas que hace lo que Ud quiere, ya se habrá limitado en cuanto a opciones sobre hardware. El programa va a determinar cuanto RAM se usará, cuantos manejadores de discos(disk drivers) son necesarios y que tipo de accesorios se necesitan. También deseará saber con seguridad si la computadora tiene la interfase adecuada para el teclado y los otros accesorios o dispositivos que usted desee.

Generalmente es preferible comprar de las companías más grandes y más conocidas, ya que por su alto volúmen de venta, su tamaño y por la reputación de calidad, será más fácil conseguir un sistema confiable y de calidad. Aunque se paga un poco más este costo extra es compensado por el valor del servicio y apoyo. La elección del distribuidor o negocio que los vende también es

importante. Es preferible buscar una casa con buena reputación en cuanto al servicio y que sea conocida por la atención que brinda a los equipos vendidos. Una compania grande y muy conocida es menos probable que quiebre o cierre, y generalmente, tiene más personal y talento técnico para el servicio.

Finalmente una parte importante del proceso de decisión implica la consideración de la ergonomía, es decir, como el equipo se relaciona a la gente que lo usa. Aún cuando el equipo seleccionado parezca ideal para el uso que se le va a dar, no podrá satisfacer las necesidades y será un fracaso si no se puede operar cómoda y fácilmente.

Las computadoras se han convertido en una parte integral en nuestra vida diaria. Cuando se usa como una herramienta, son un recurso de gran valor por que hacen que nuestro trabajo sea más efectivo y eficiente. Las computadoras tienen muchas aplicaciones, muy útiles e innovativas, pero particularmente en las ciencias agronómicas, este campo esta sólo en sus comienzos. Nos esperan muchos desafíos emocionantes en el futuro. Estamos limitados solamente por nuestra imaginación.

Referencias sobre programas:

MSTAT- Un paquete de programas para microcomputadoras con capacidad de generar diseños experimentales, análisis estadístico y banco de datos.

Dirección: MSTAT
Dr. Virgil W. Smail
Department of Crop and Soil Sciences
Michigan State University
East Lansing, MI 48824
USA

STATPRO- Un programa completo de estadística y gráficos-banco de datos.

Dirección: Wadsworth Electronic Publishing Company
20 Park Plaza
Boston, MA 02116
USA

Programas de computación para el Programa de Fitomejoramiento de Granos Finos

Dirección: Dr. Mark E. Sorrells
Assistant Professor of Plant Breeding
Cornell University
Department of Plant Breeding and Biometry
252 Emerson Hall
Ithaca, NY 14853
USA

GLOSARIO

Word	Definition
applications programs	Software that works directly for you to accomplish a specific task or application. "SOFTWARE" QUE NOS PERMITE REALIZAR UNA TAREA O UNA APLICACION ESPECIFICA.
assembly language	A low-level language one step away from machine language which replaces the direct binary code with mnemonic symbols. LENGUAJE DE NIVEL INFERIOR, PERO SUPERIOR AL LENGUAJE DE LA MAQUINA, QUE REEMPLAZA EL CODIGO BINARIO DIRECTO POR SIMBOLOS "MNEMONICOS".
baud rate	A communications transmission rate. A baud is roughly defined as "one bit per second". LA CAPACIDAD DE TRANSMITIR COMUNICACION. UN "BAUD" SE DEFINE APROXIMADAMENTE COMO "UN BIT POR SEGUNDO".
bit	A "one" or "zero" in a binary number system. The smallest unit of computer data. UN "UNO" O UN "CERO". EN EL SISTEMA DE NUMERACION BINARIO. ES LA MENOR UNIDAD DE INFORMACION DE UNA COMPUTADORA.
bus	A scheme of wiring for a computer - a standard protocol of how all its components are connected together. The bus allows the major portions of a computer to communicate with one another. SISTEMA DE COMUNICACION INTERNO DE UNA COMPUTADORA MEDIANTE EL CUAL LOS DISTINTOS COMPONENTES SE CONECTAN ENTRE SI. EL "BUS" PERMITE LAS PRINCIPALES PARTES DE LA COMPUTADORA COMUNICARSE ENTRE SI.

byte	A unit of computer memory composed of eight bits. UNIDAD DE MEMORIA DE UNA COMPUTADORA COMPUESTA DE OCHO BITS.
compiler	Specialized software which translates an entire program into machine language at one time. "SOFTWARE" ESPECIALIZADO ENTRADUCIR UN PROGRAMA COMPLETO AL LENGUAJE DE LA MAQUINA.
CP/M	Control Programs for Microcomputers. A popular operating system around which much software has been written. "PROGRAMA PARA EL CONTROL DE MINICOMPUTADORAS". ES UN SISTEMA OPERATIVO MUY POPULAR EN BASE AL CUAL MUCHOS "SOFTWARE" HAN SIDO ESCRITOS.
CPU	Central Processing Unit - does the actual computation or processing and controls communication between physical devices. "UNIDAD CENTRAL DE PROCESAMIENTO". ES LA ENCARGADA DE REALIZAR LOS COMPUTOS O EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION, ADEMAS DE CONTROLAR LA COMUNICACION ENTRE LOS DISTINTOS COMPONENTES FISICOS.
CRT	Cathode Ray Tube display units which resemble television screens and function to show the user both input and output data. "TUBO DE RAYOS CATODICOS" QUE SE ASEMEJA A LA PANTALLA DE TELEVISION Y QUE SIRVE PARA MOSTRAR AL O PERADOR LA INFORMACION INTRODUCIDA EN LA MAQUINA ("INPUT") Y LAS RESPUESTAS DE LA COMPUTADORA ("OUTPUT").
ergonomics	How the computer equipment relates to the people who will be using it. COMO SE RELACIONA EL EQUIPO DE COMPUTACION CON LA GENTE QUE HA DE UTILIZARLO.

floppy disk	A mass storage medium made of flexible plastic treated with a magnetic coating. Data stored on a floppy disk can be accessed rapidly and randomly and is not lost when the power is turned off. MEDIO DE ALMACENAMIENTO DE INFORMACION CONSTRUIDO DE PLASTICO FLEXIBLE Y TRATADO CON UNA COBERTURA MAGNETICA. LA INFORMACION ALMACENADA EN UN "FLOPPY DISK" PUEDE CONSULTARSE RAPIDAMENTE Y AL AZAR. NO SE PIERDE CUANDO SE DESCONECTA EL EQUIPO.
hard disk	Also called "fixed disk". A random access mass storage medium which is sealed in an air tight unit and cannot be removed from its device. TAMBIEN LLAMADO "FIXED DISK". MEDIO DE ALMACENAMIENTO DE INFORMACION DE ACCESO ALEATORIZADO QUE ESTA SELLADO AL VACIO DENTRO DE UNA UNIDAD DE LA CUAL NO PUEDE RETIRARSE.
hardware	The physical tangible device - the visible system EL APARATO EN SI - EL SISTEMA QUE TENEMOS A LA VISTA.
high level language	Programming languages such as BASIC, COBOL, FORTRAN, or PASCAL which more closely resemble human languages. LENGUAJES PARA PROGRAMACION COMO BASIC, COBOL, FORTRAN, Y PASCAL. SE ASEMEJAN ALLENGUAJE HUMANO.
interactive	Software written to "converse" with the user through questions, menues, and prompts. "SOFTWARE" ESCRITO PARA "CONVERSAR" CON EL OPERADOR MEDIANTE EL USO DE PREGUNTAS, MENUES Y ORDENES.
interface	A circuit that enables the computer to communicate with some input or output device. CIRCUITO QUE PERMITE A LA COMPUTADORA COMUNICARSE CON COMPONENTES ACCESORIOS A LA MISMA.

interpreter	Specialized software which translates one instruction at a time into machine language. "SOFTWARE" ESPECIALIZADO EN TRADUCIR UNA INSTRUCCION POR VEZ AL LENGUAJE DE LA COMPUTADORA.
K	Abbreviation for kilobytes which is a measure of computer memory. 1K is equal to 1024 bytes or 2 to the 10th power. ABREVIATURA DE KILOBYTE QUE ES UNA MEDIDA DE LA MEMORIA DE UNA COMPUTADORA. 1K EQUIVALE A 1024 BYTES (2 ELEVADO A LA DECIMA).
machine language	A low-level language with a very narrow code which is usually binary. Every machine language is machine or CPU specific. LENGUAJE DE NIVEL INTERIOR CON UN CODIGO MUY REDUCIDO (GENERALMENTE ES EL SISTEMA BINARIO). CADA LENGUAJE ES ESPECIFICO PARA UNA DETERMINADA MAQUINA O PARA UN DETERMINADO "CPU".
mass storage	External memory usually on fixed disk, floppy disk or magnetic tape. MEMORIA EXTERIOR. NORMALMENTE, EN FORMA DE "FIXED DISK", "FLOPPY DISK" O CINTAS MAGNETICAS.
modem	A device for connecting a computer with a communications line, typically a telephone line. MECANISMO QUE PERMITE CONECTAR UNA COMPUTADORA CON UN SISTEMA DE COMUNICACION EXTERNO, GENERAL MENTE CON UNA LINEA TELEFONICA.
operating system	The software which operates the computer and controls communication between the CPU and peripherals. Usually it is transparent to the user. "SOFTWARE" ENCARGADO DE "MANEJAR" LA COMPUTADORA Y CONTROLAR LA COMUNICACION ENTRE EL "CPU" Y LOS COMPONENTES PERIFERICOS. NORMALMENTE ES TRANSPARENTE PARA EL OPERADOR.

parallel interface	A circuit which transmits a bit of information along a separate wire so that several bits can be transmitted at once in parallel. CIRCUITO QUE TRANSMITE UN "BIT" DE INFORMACION POR CABLES SEPARADOS DE TAL FORMA QUE SE PUEDEN TRANSMITIR VARIOS "BITS" SIMULTANEAMENTE EN PARALELO.
RAM	Random Access Memory - Volatile memory which can be changed and overwritten and is lost when the power is disconnected. MEMORIA DE ACCESO ALEATORIZADO - MEMORIA "VOLATIL" QUE PUEDE SER ALTERADA Y VUELTA A ESCRIBIR Y QUE SE PIERDE EN EL MOMENTO DE DESCONECTAR LA MAQUINA.
random access	Information is retrieved using an address so that any item can be retrieved without going through all the items that preceeded it. LA INFORMACION SE LOCALIZA POR MEDIO DE SENAL DE LLAMADA. CUALQUIER ITEM PUEDE SER LOCALIZADO IMMEDIATAMENTE SIN NECESIDAD DE REVISAR TODOS LOS DEMAS.
ROM	Read Only Memory - the portion of memory with its information content built in. The content will not disappear even if the power is turned off but the content cannot be changed. ROM is also called "firmware". LA PARTE DE LA MEMORIA DE LA MAQUINA, CON SU CORRESPONDIENTE INFORMACION, QUE NO DESAPARECE AUN CUANDO SE DESCONECTA EL APARATO EL CONTENIDO DE "ROM" NO PUEDE ALTERARSE. TAMBIEN LLAMADO "FIRMWARE".
serial interface	A circuit which transmits data one bit at a time along the same wire. CIRCUITO QUE TRANSMITE UN BIT DE INFORMACION POR VEZ SOBRE EL MISMO CABLE.
software	A set of instructions that tell the hardware specifically what to do. GRUPO DE INSTRUCCIONES QUE LE INDICAN AL "HARDWARE" LA TAREA QUE ESPECIFICAMENTE DEBE REALIZAR.

LA INSTRUCCION DE FUTUROS CIENTIFICOS

W. E. Kronstad

El entrenamiento de científicos jóvenes, de talento y dedicación, es un objetivo importante del programa de mejoramiento de germoplasma de OSU, USAID, y el CIMMYT. Este aspecto del programa internacional toma en cuenta la falta crítica que existe en varios países de personal entrenado y capacitado para desarrollar y difundir la tecnología apropiada y necesaria para incrementar la producción de alimentos. Este programa de post-grado que conduce a los títulos de M.S. y Ph.D. tiene como base filosófica un antiguo proverbio chino que dice: "Si le das un pez a una persona, se alimentará por un día, pero si le enseñas a pescar, se alimentará toda la vida."

Hasta la fecha, más de 60 personas representantes de 21 países han finalizado estudios de post-grado como miembros de este equipo de investigación. Sus subsecuentes contribuciones como líderes agrónomos en sus respectivos países, son verdaderamente sobresalientes, y son el orgullo de todos aquellos asociados con el programa. Varios de los egresados son ahora colaboradores del program en la fase de mejoramiento y evaluación del germoplasma.

La Universidad Estatal de Oregon está en una situación singular que le permite proporcionar una considerable experiencia educativa en varias áreas del mejoramiento de cereales, con énfasis especialmente en fitomejoramiento y genética. Todos los estudiantes en el programa reciben una amplia base académica, la que incluye disciplinas tales como: patología vegetal, suelos, botánica y métodos de extensión, entre otras. La gran diversidad de ambientes dentro del estado de Oregon provee un laboratorio excelente donde se dan casi todos los tipos de adversidades biológicas que influyen en la producción de cereales. Asimismo, el Programa Internacional de Mejoramiento de Germoplasma que se realiza en colaboración con 54 países proporciona un medio efectivo para el entrenamiento de los estudiantes en la investigación interdisciplinaria. El programa de OSU también complementa el entrenamiento práctico disponible en el CIMMYT y en otros centros internacionales.

El programa de post-grado está diseñado con el objeto de ofrecer a los futuros científicos el más avanzado y apropiado entrenamiento posible. Si se desea una mayor destreza en el Inglés, se cuenta con un Instituto de Lengua Inglesa en la misma ciudad universitaria. El plan de estudios posee suficiente flexibilidad para diseñar programas que satisfagan las necesidades de cada estudiante. Esta flexibilidad también existe en el desarrollo del projecto de investigación para la tesis, ya que se seleccionan problemas pertinentes a las necesidades del país de cada estudiante. En ciertas ocasiones, los estudiantes pueden hacer sus investigaciones para la tesis en sus propios países o en uno de los centros internacionales. Actualmente, un estudiante está haciendo sus investigaciones en Colombia, mientras que otros las han finalizado en el CIMMYT o en el Instituto Nacional de Arroz (IRRI).

A cada estudiante también se le asigna un aspecto del Programa Internacional de Germoplasma. De esta manera, se familiarizan con el germoplasma y con los métodos de cruzamientos utilizados. La intensión del programa no es la de destacar un método de cruzamiento, sino la de tratar de proporcionar al

estudiante la oportunidad de comparar y subsecuentemente modificar el programa de acuerdo a las condiciones que prevalecen en sus propios países. Se espera que cada estudiante trabaje y participe en todas las fases del programa, desde los procesos de : cruzamientos, toma de datos, selección y cultivo hasta la preparación de los materiales para la siembra. Generalmente, el estudiante dedica los últimos años del programa a la investigación y preparación de su tesis.

El desarrollo de una actitud profesional se logra al enfatizar : el uso del enfoque científico para resolver problemas posibles de investigar, la importancia de la integridad científica en la presentación de los resultados, y la disciplina y dedicación imprescindible si es que se van a hacer contribuciones necesarias. Puesto que estos estudiantes seran dirigentes, también es importante que desarrollen sus habilidades de dirigentes. Esto se logra haciendo que los estudiantes participen como moderadores o directores en seminarios, presenten artículos en reuniones profesionales, intervengan en los encuentros con productores durante las visitas a establecimientos y dirijan distintas fases del programa de investigación de cereales. También se destaca la importancia de la investigación en equipo, donde individuos de diferentes disciplinas se relacionan entre sí, mientras trabajan o colaboran en un problema común.

Un aspecto fundamental del aprendizaje es el de que existe dignidad en el trabajo de campo, y en el sudar y ensuciarse las manos. En este punto, los profesores trabajan a la par de los estudiantes en un ambiente que es propicio para el aprendizaje de como cruzar las plantas. Puesto que a muchos de estos estudiantes, una vez que regresen a sus países se les va a requerir no sólo que desarrollen una nueva tecnología a través de la investigación, sino además que difundan la información apropiada, se enfatiza en las filosofías y técnicas del sistema de extensión. Esto se logra visitando a los agricultores para conocer sus preocupaciones y aprender a comunicarse con ellos de la manera más efectiva.

Un aspecto importante del programa es el de las relaciones personales entre estudiantes y miembros de la cátedra. Todos los miembros del equipo se preocupan por el bienestar de sus colegas, ya sea dentro o fuera del aula o mientras estan conduciendo sus respectivas investigaciones para la tesis. Otra vez, destacandose la importancia del "espirit de corps" entre los miembros del equipo. Debido al Programa Internacional de Mejoramiento de Trigo, los profesores de OSU viajan a muchos países todos los años, teniendo la oportunidad de mantener una continua relación con los egresados.

Una de las metas más importante es la de cimentar el entrenamiento institucional dentro de los países en desarrollo. Aquí es crítico desarrollar una masa crítica de científicos y especialistas de extensión que sea efectiva. Un esfuerzo que dio mucho éxito en este aspecto fue el Programa de Mejoramiento de Trigo en Turquía. Como parte de este programa, 15 jóvenes científicos de gran dedicación y talento fueron entrenados en OSU , los que junto con otros recibidos en otras universidades, formaron un equipo de manera tal que cuando los científicos de OSU, CIMMYT y la Fundación Rockefeller partieron de Turquía, quedo en el lugar un nucleo valioso de científicos. Turquía tiene hoy, uno de los mejores equipos de investigadores de trigo que se pueda encontrar en cualquier parte, y la producción triguera continua aumentando de 7 millones de

toneladas métricas en 1968 a 17 millones de toneladas métricas en la actualidad.

Los seminarios regionales o dentro de cada país, que constituyen otro componente del total del programa Internacional de Mejoramiento de Trigo, también se utilizan para asistir a los ex- estudiantes del programa, en el desarrollo, en sus países, de eficientes programas de investigación y extensión.

Los fitomejoradores se preocupan en gran medida por la calidad de su germoplasma y también por el programa de entrenamiento de post-grado de estudiantes. El éxito de este programa se debe al hecho de que se dispone, en la forma de jóvenes de gran talento, de una excelente diversidad genética. Los miembros de OSU consideran que es un honor y un privilegio el estar relacionados con los estudiantes que vienen a recibir instrucción de post-grado. Se asume la responsabilidad de que reciban la mejor experiencia educativa posible, una responsabilidad que la cátedra acepta con placer. Esto tal vez se puede fundamentar con otro refrán que tipifica al programa: " Si estás planeando para mañana, siembra una semilla; si estás planeando para una generación, siembra un árbol; si estás planeando para toda una vida, siembra una idea." Nuestra meta es sembrar una idea, a fin de que se puedan producir y distribuir suficientes alimentos, de tal manera que todos en el mundo puedan tener una mejor vida.

PROGRAMA DE EXTENSION EN TRIGO

C. Baque

La actividad de extensión en trigo de todo el país se desarrolla en la actualidad dentro del marco de un programa elaborado en 1977, y que comprendió además para cada una de las Agencias participantes otros productos (granos, oleaginosas, carne, leche, etc.) y temas del área social de importancia prioritaria en el área de influencia.

La programación estuvo basada en en Estudio de Situación realizado por todas las Agencias de Extensión, que comprendía los siguientes aspectos:

1. Ubicación geográfica.
2. Clima.
3. Población.
4. Instituciones.
5. Servicios.
6. Distribución de empresas por superficie.
7. Distribución de empresas por tenencia.
8. Análisis de los recursos naturales.
9. Análisis de las condiciones de vida de la familia rural.
10. Análisis de la producción agrícola.
11. Análisis de la producción animal.
12. Comercialización de la producción.

Del análisis de la producción agrícola y ganadera fueron surgiendo las limitantes para la productividad de cada rubro, que se agrupaban en dos tipos de problemas: 1) Aquellos para los que existía información disponible y 2) Aquellos para los cuales no se conocía la solución.

Los del primer caso eran obviamente los que debían ser encarados mediante una acción de Extensión y los restantes puestos a consideración de las Estaciones Experimentales para que en la medida de su importancia dieran o no origen a planes de trabajo de investigación.

Esta etapa de análisis fue realizada en forma conjunta por extensionistas e investigadores en una acción genuinamente integrada y que sin duda alguna fue de gran provecho para el desarrollo de las actividades hasta la fecha.

Los problemas con solución conocida fueron priorizados teniendo en cuenta una serie de factores, tales como: 1) Cantidad y calidad de la información disponible; 2) Cantidad de gente afectada; 3) Importancia económica; 4) Actitud del productor (grado de aceptación de las posibles soluciones); 5) Importancia regional y nacional; 6) Urgencia, entre otros. También fueron tenidas en cuenta las limitaciones existentes para la aplicación de las soluciones disponibles.

Como resultado de este proceso cada Agencia de Extensión concretó su Programa de Extensión, cuyo objetivo fundamental es el Mejoramiento del nivel de vida de la población rural. El Programa de Extensión se desagrega en Objetivos Parciales correspondientes a cada uno de los productos de importancia en el área y comprende ademas Objetivos Parciales correspondientes al área social

que apuntan al Mejoramiento de la Vivienda, la Salud y la Nutrición de la familia rural, entre otros.

El conjunto de programas de Agencias de Extensión constituye el Programa de Extensión Regional. De esta manera y para el caso del cultivo de trigo hay actualmente 12 Estaciones Experimentales en cuyos Programas de Extensión esta presente el Objetivo Parcial TRIGO. Asimismo son 98 Agencias de Extensión que incluyen al O.P. Trigo en su Programación.

Caracteristicas del Programa de Extensión en Trigo.

Objetivo General: Mejoramiento de la eficiencia en la producción de trigo.

EE participantes: 18 - AER: 98

A efectos de posibilitar un major tratamiento cada Objetivo Parcial es desagregado en Temas de Trabajo, que para el caso del TRIGO son:

	EE	AER
1. Elección y preparación de suelo	13	75
2. Fertilización	7	44
3. Cultivares	13	70
4. Siembra	13	64
5. Conducción del cultivo	4	9
6. Plagas animales	16	77
7. Enfermedades	2	6
8. Malezas	13	74
9. Cosecha y Manejo del Producto	5	16

A su vez cada Tema de Trabajo tiene un numero variable de Objetivos Específicos que definencon precisión las técnicas a transferir.

Metodologías para el desarrollo del Programa.

El Programa de Extensión en Trigo se ha desarrollado mediante los clásicos métodos individuales comprendidos por consultas y visitas; por métodos grupales reuniones con y sin demostración y por medios masivos: radio, prensa, folletos y en menor medida TV.

Debe destacarse en los últimos años la acción realizada con técnicos de la actividad oficial y privada tanto a través de Jornadas de Actualización organizadas por las Experimentales y Agencias de Extensión, como mediante grupos de intercambio de información organizados por las Agencias de Extensión.

De esta forma se procura multiplicar con estos técnicos los canales de difusión de la información técnica.

Merece una mención especial una metodología de trabajo que integra la acción de investigación y extensión consistente en la realización de ensayos y/o parcelas demostrativas en campos de productores. Mediante este enfoque de trabajo se busca obtener información local, en áreas que por sus diferencias ecológicas con las del lugar donde estan situadas las Estaciones Experimentales hacen que la información por éstas producida sea de menor confiabilidad y exige ser validada.

Varias fueron las Estaciones Experimentales que realizaron este tipo de tarea, debiendo destacarse lo hecho por Balcarce, Marcos Juárez y Pergamino. Es importante señalar la gran participación de los productores y de las instituciones, organizaciones agropecuarias y comerciales, en el desarrollo de estas redes de ensayos y parcelas demostrativas, que se materializó mediante la cesión de campos, aportes de dinero, insumos, préstamos de maquinarias y personal obrero.

Como resultados destacados de este trabajo integrado debe mencionarse: conocimiento de las posibilidades de incrementar la productividad del trigo mediante el uso de fertilizantes nitrogenadosy fosforados; ajuste de técnicas de laboratorio para determinación de fósforo en análisis de suelo; determinación de niveles de fósforo y nitrógeno por debajo de los cuales comienzan las respuestas a la fertilización; influencia del barbecho y del cultivo anterior en la eficiencia del uso de fertilizantes. Comportamiento de cultivos en distintas épocas de siembra. Ajuste de las densidades de siembra y nuevos sistemas de siembra.

Todo ello significó ampliar notoriamente la cantidad y calidad de la información disponible para el cultivo de trigo para una amplia zona triguera del país, y con ello además de abrir nuevas posibilidades para el cultivo, también hizo un gran aporte la capacitación de los técnicos.

En todos los casos las parcelas demostrativas, como los ensayos cuando fue posible, fueron utilizados en visitas con productores, profesionales y dirigentes agropecuarios.

Concursos de Producción.

También cabe un comentario acerca de los Concursos de Producción realizados en algunas zonas del país, tales como Tres Arroyos y 9 de Julio, los que ratifican las bondades que éste método había mostrado en la localidad de Carbelas durante dos años consecutivos para el cultivo de maíz, para la difusión de tecnología.

Actividad Desarrollada Por Las Agencias de Extension en Trigo.

Al mismo tiempo que se inicia el desarrollo del programa de Extensión se pone en práctica un sistema de registro de las actividades procesado en forma mensual a nivel regional y por computación a nivel nacional. A partir del ejercicio 81/82 la información es remitida directamente por Las Agencias de Extensión al Servicio de Computación de Datos.

Seguidamente se transcribe informacion correspondiente a las cuatro últimas campañas de trigo.

Porcentaje de Productores Alcanzados

	EE participantes	AER participantes	Audiencia potencial	Audiencia alcanzada	%
79/80	11	85	51.664	8.976	15,4
80/81	12	91	61.237	9.301	15,18
81/82	12	98	62.500	10.440	16,70
82/83	12	98	62.500	15.081	24,6

Audiencia potencial: N estimado de productores que siembran trigo.

Audiencia alcanzada: N de productores que tuvieron un contacto como mínimo con Extensión.

Cabe señalar que además de los productores hay otras categorías de audiencias que se registran por separado, como podrá observarse en el cuadro siguiente que reseña las consultas y visitas computadas en el periodo 79/80 al 82/83.

Con respecto a Técnicos alcanzados por Extensión, la cifra sumó 1413 para 81/82 y 2309 para 82/83.

	CONSULTAS				VISITAS			
	79/80	80/81	81/82	82/83	79/80	80/81	81/82	82/83
Productores	6.413	11.948	11.092	12.518	2.293	4.131	3.941	5.331
Jóvenes	410	540	256	293	129	119	130	174
Demostradores	318	469	350	266	465	574	378	297
Colaboradores	901	800	544	522	663	829	514	565
Organizaciones agropecuarias	779	1.367	738	815	642	1.165	1.215	1.404
Otras organizaciones	579	1.350	1.766	1.843	258	638	974	1.222
Profesionales	140	2.054	2.084	2.109	78	668	536	670
TOTAL	9.540	18.528	16.830	18.640	5.168	8.134	7.688	9.689

Actividades Grupales

Nº de reuniones	79/80	80/81	81/82	82/83
Con demostración	62	70	108	137
Sin demostración	107	289	614	856
TOTAL	169	359	722	993

Audiencia de Actividades Grupales

	79/80	80/81	81/82	82/83
Productores	1.888	4.634	7.117	8.791
Jóvenes	420	1.369	935	1.615
Demostradores	74	68	188	163
Colaboradores	267	264	435	474
Organizaciones agropecuarias	87	162	480	547
Otras organizaciones	42	168	640	728
Profesionales	133	720	1.557	1.664
TOTAL	2.926	7.385	11.385	13.033

Resultados Obtenidos

Si bien aún no ha sido realizada una evaluación sistemática de los resultados obtenidos como consecuencia de la acción de Extensión desde 1978 a la fecha, existen estimaciones llevadas cada año por las Agencias de Extensión que van marcando la tendencia que hay en la adopción de las prácticas recomendadas.

Las prácticas cuya adopción ha registrado una tendencia positiva en cada región son:

Anguil: Eleccion del lote - Barbecho - Cultivares recomendados - Época y densidad de siembra - Control de malezas.

Bordenave: Control de malezas.

Balcarce: Barbecho - Fertilización - Cultivares - Época de siembra.

Famaillá: Cultivares - Control de plagas.

M. Juárez: Preparación de suelo - Rotaciones - Fertilización - Cultivares - Control de plagas y de malezas.

San Luis: Cultivares - Densidad de Siembra - Plagas

Manfredi: Malezas - Control de plagas.

Paraná: Cultivares - Control de plagas y malezas.

Pergamino: Barbecho - Rotaciones - Cultivares - Fertilización - Densidad de siembra - Control de plagas y de malezas.

Saenz Peña: Barbecho - Cultivares - Densidad de siembra - Fertilización - Control de plagas y de malezas - Elección del lote y época de siembra.

Rafaela: Barbecho - Fertilización - Cultivares - Control de plagas - Época de siembra.

Los rendimientos que obtienen los productores que aplican el paquete de técnicas disponibles para este cultivo marcan notables diferencias con los promedios de cada zona. Estas diferencias han sido en muchas areas superiores al 100 %. Es decir que existe una brecha muy amplia entre las máximas y mínimas, lo cual implica un desafío para los técnicos de extensión, pero también es importante destacar que desde la campaña 60/61 a la 82/83 el trigo registra un incremento de rendimiento del orden de 19,9 kilos/ha/año. Sin duda alguna que además de los nuevos recursos tecnológicos disponibles también la acción de extensión ha realizado un importante aporte para su concreción.

Anteriormente se hizo referencia a la importancia de la labor integrada de extensión e investigación, que se materializa entre otras cosas en la realización de parcelas demostrativas y ensayos en campo de productores.

Estas acciones demostrativas sobre uso de fertilizantes que se vienen desarrollando desde hace cuatro años en el área de la EERA Pergamino, reflejan en la campaña actual 83/84 la interesante difusión de dicha práctica.

Sobre 899.500 ha sembradas con trigo que comprenden a 18.520 productores, el 18 % de los productores ha fertilizado una superficie equivalente al 19 % del total. Asimismo el 13 % de los productores realizó análisis del suelo.

Teniendo en cuenta el área de las Agencias de Chivilcoy, Bragado, 25 de Mayo y 9 de Julio solamente, donde la práctica de la fertilización era casi desconocida tres años atrás, en esta campaña 82/83 el 15 % del área fue fertilizada, alcanzando al 11 % los productores que lo han realizado y un porcentaje similar es para los que realizaron análisis de suelo.

Debe remarcarse que en opinión de los extensionistas estas cifras podrían haber sido superiores, de no haber existido inconvenientes tales como: problemas financieros, relación insumo-producto poco favorable, desbastecimiento del producto y poca disponibilidad de maquinaria para aplicar fertilizantes.

Existe por otra parte total coincidencia en que esta etapa de prueba-adopción se ha visto notoriamente favorecida por el efecto demostrativo de las parcelas y ensayos realizados en los años anteriores.

Finalmente cabe señalar que para el año actual se dispuso realizar una Campaña Intensiva de Difusión de Tecnología en Trigo, cuyo objetivo era el mejoramiento de la calidad del producto.

La campaña se ha desarrollado satisfactoriamente, y las cifras de participantes de la actividad de extensión en los meses de junio a agosto son los siguientes:

	Audiencia Asesorada en Forma Directa	
	Junio	Julio-Agosto
Productores	3.633	4.141
Jóvenes	226	237
Demostradores	61	87
Colaboradores	145	195
Org. Agropecuarias	247	655
Otras organizaciones	384	333
Profesionales	574	603
Otros	12	35
TOTAL	5.282	6.286

	Consultas	Visitas
Productores	5.472	1.839
Jóvenes	107	74
Demostradores	126	120
Colaboradores	222	220
Org. Agropecuarias	422	532
Otras organizaciones	846	443
Profesionales	1.079	283
Otros	19	7
TOTAL	8.326	3.122

Reuniones realizadas: 329

Asistentes a reuniones:

Productores	3.616
Jóvenes	349
Demostradores	26
Colaboradores	128
Profesionales	726
Org. agropecuarias	217
Otras organizaciones	238
Otros	24
TOTAL	5.324

Queda aún sin registrar la actividad en la parte final del ciclo del cultivo, donde ha de producirse la casi totalidad de las reuniones demostrativas sobre la parcelas y lotes de producción preparados con esa finalidad, que están distribuidos prácticamente en la mayoría de las Agencias de Extensión participantes.

Cerrando esta breve reseña de la actividad en trigo, debe hacerse una referencia a los medios masivos. Cada Agencia de Extensión, en la medida de sus posibilidades de acceso, ha hecho uso de los medios masivos de comunicación disponibles en su jurisdicción. De esta forma tanto los programas radiales, como los suplementos agropecuarios y los boletines de las Agencias, han sido entre otros los que apoyaron la difusión de la información.

ACTIVIDADES REGIONALES DE EXTENSION EN TRIGO

E. A. Fonseca

Los CREA (Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola) son grupos de productores pertenecientes a una misma región que se asocian con el fin de perfeccionar sus métodos de producción agrícola y su capacitación.

En la República Argentina existen en la actualidad 138 Grupos CREA (definitivos) distribuídos en distintas regiones, pero con una mayor concentración en las zonas de mayor potencial productivo. En el mapa puede observarse la distribución de los mismos y la regionalización a la que se hace referencia (Mapa 1).

Un CREA esta constituído por 8 a 12 productores, los cuales se reunen mensualmente en uno de los establecimientos. En estas reuniones se analizan los planes de producción y su desarrollo, se intercambian experiencias y se estudian las posibilidades de aplicación de nuevas prácticas culturales, evaluando las posibilidades técnicas y económicas de las mismas.

Cada CREA tiene un asesor técnico, el cual efectua una visita a los establecimientos todos los meses y participa de la reunion general.

El conjunto de grupos CREA están nucleados en AACREA (Asociacion Argentine de CREA). Esta Asociación esta formada por:

- Comisión Directiva
- Departamento Institucional
- Departamento de Estudios
- Departamento de Economía
- Departamento de Prensa
- Departamento Administrativo

Cada uno de estos departamentos presta los correspondientes servicios de apoyo al trabajo de los diferentes CREA y a sus respectivas regiones.

Las fuentes de financiación con que cuentan tanto los CREA como AACREA son los aportes que realizan los productores, así como los fondos que la Asociación obtiene mediante convenios de cooperación con diferentes instituciones privadas. AACREA tiene convenios con instituciones oficiales, pero estos en su mayoría son de cooperación técnica.

Fuentes de información técnica

La información técnica que se analiza, emplea y difunde en los CREA proviene de diversas fuentes. Las más frecuentes son el INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria), las Universidades, los Centros Regionales de Investigación y la información propia.

En el caso particular de trigo, los productores de las zonas trigueras más importantes llenan todos los años planillas con información detallada de cada uno de los lotes por ellos cultivados. Esta información se procesa y

posteriormente se extraen conclusiones a nivel de CREA y a nivel regional, respecto de superficies cultivadas, rendimientos, comportamientos y participación de diferentes variedades, respuestas a diferentes prácticas culturales tales como uso de herbicidas, barbecho, fertilizantes, manejo del suelo, etc.

Por otro lado, a partir de la información surgida de las encuestas y de acuerdo a las inquietudes de los productores, se realizan ensayos para probar prácticas culturales no difundidas.

Métodos de difusión

Uno de los objetivos primarios de los CREA es procurar la difusión de las técnicas adoptadas en sus Zonas de influencia.

Para ello se cuenta con diferentes medios entre los que se pueden mencionar: publicaciones períodicas (mensuales y bimensuales) y otras de caracter especial. Igualmente se organizan reuniones de intercambio con la participación de productores y técnicos. Muchas de estas reuniones son "días de campo" en los cuales se visitan cultivos y se analiza la tecnología empleada.

El cultivo de trigo

Quisiera hacer aquí algunas consideraciones personales acerca de la extensión y posibilidades de progreso en este cultivo. Al igual que en otros cultivos, el progreso en los rendimientos de trigo no ha sido continuo, sino que se han producido saltos y posteriores estancamientos. El último salto importante fue la incorporación de los materiales con germoplasma mejicano, y a posteriori de este salto, solo se produjo un incremento en el área sembrada asociada a la difusión de la secuencia trigo-soja en el norte de Buenos Aires y Sur de Santa Fé, en detrimento del área sembrada con maíz.

Los saltos tecnológicos están siempre asociados a mayor rentabilidad, lo que facilita la adopción de tecnología por parte de los productores. En la medida que las diferencias productivas y económicas son mayores, más veloz es la adopción de esa tecnología.

Los productores estan permanentemente dispuestos a adoptar nuevas tecnologías si tienen claro que serán más rentables. Por eso la sobreprotección a través de legislaciones sólo logra limitar la libre decisión y adopción de tecnología.

La educación en cambio, es el camino para promover el desarrollo tecnológico. La extensión como forma de educación, debe estar basada en la transmisión de conocimientos complejos bajo la forma de explicaciones sencillas. Las explicaciones sencillas deben estar asociadas al íntimo convencimiento de que existen posibilidades de éxito y progreso tecnológico.

Una de las formas de progreso es el replanteo periódico de objetivos para asegurar la validez de las líneas trazadas. En las actuales condiciones, el incremento en la producción de trigo en la Argentina estará asociado

básicamente al aumento de los rendimientos.

A su vez el incremento en los rendimientos esta condicionado por:

- Progreso genético y
- Técnicas de manejo del cultivo.

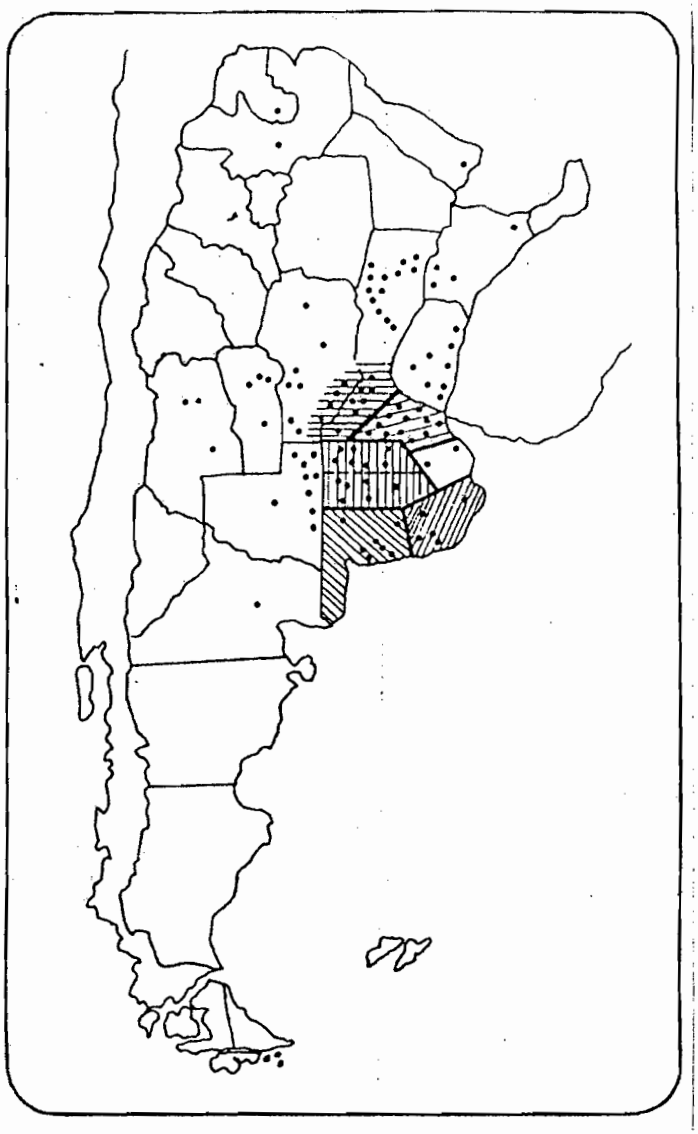
Con respecto al progreso genético, creo que deben revisarse algunos conceptos, aceptando la posibilidad de diversificar la calidad de nuestros trigos, en la medida que ésta esté actuando como limitante del potencial productivo. Indudablemente la diversificación de calidad, deberá estar asociada a un adecuado manipuleo de la mercadería, para evitar el deterioro de la calidad global de la producción argentina. La aceptación de trigos de inferior calidad deberá estar ligada a características fenotípicas fácilmente reconocibles.

Respecto del segundo aspecto que es el ajuste en las técnicas de manejo, el progreso inmediato está básicamente correlacionado a la mejora del nivel nutricional de los cultivos.

Esta mejora debera provenir no sólo de la intensificación en el uso de fertilizantes, sino también del ajuste de las rotaciones y sistemas de labranza, teniendo presente que mantener el nivel de fertilidad de los suelos es una de las responsabilidades básicas.

Estoy convencido que la comunicación es una de las vías idóneas para lograr el aumento de la producción. Buenos canales de comunicación permitirán que nuevas técnicas se difundan rápidamente y el nivel tecnológico que se alcance sea semejante, aún en zonas distantes. Por otra parte, adecuada comunicación entre quienes investigan en diferentes áreas y con quienes están en la producción, acelerará el progreso y la capacidad de alimentar más hombres.

Mapa 1



EVOLUCION DEL CULTIVO DE TRIGO EN LOS ULTIMOS VEINTE AÑOS EN EL AREA DE LA ESTACION EXPERIMENTAL REGIONAL AGROPECUARIA MARCOS JUAREZ

M. A. Peretti

I. INTRODUCTION

El área de influencia de la Estacion Experimental Marcos Juárez del INTA está ubicada en el centro de la República Argentina ocupando departamentos del sur de las provincias de Córdoba y Santa Fe (Figura 1). La superficie agropecuaria de esta región es de 3.943.000 hectáreas distribuídas en 18.573 establecimientos con una superficie media de 212 ha, prevaleciendo los etratos de empresas con superficie pequeña y mediana como se muestra en el siguiente cuadro:

Estratos	0 - 25 hectáreas	26 - 100 hectáreas	100 - 400 hectáreas	+ de 400 hectáreas
Cantidad de establecimientos	2009	7429	7377	1758
Porcentaje sobre total de establecimientos	11%	40%	40%	9%

El régimen de tenencia que prevalece es el de propietarios, aproximadamente 82% de los predios son trabajados por propietarios de la totalidad (62%) o parte de la tierra (20%).

La región descripta no es homogénea en cuanto a condiciones naturales (suelo, clima, etc.) y se la ha dividido en 5 grandes zonas ecológicas homogéneas (Figura 1):

ZEH 5 : Planicie subhúmeda
ZEH 6 : Bajos salados
ZEH 7 : Pampa ondulada humeda
ZEH 8 : Llanura de suelos franco arenosos
ZEH 9 : Llanura de suelos arenosos con médanos

Las condiciones para la agricultura son muy favorables en la ZEH 7 y se van haciendo cada vez más desfavorables hacia el sudoeste (ZEH 9).

Se puede afirmar que la mayoría de las explotaciones realizan sistemas de producción mixta combinando actividades agrícolas y ganaderas.

Los principales cultivos agrícolas de la región son: trigo, soja, maíz y sorgo granífero que en el último trienio 1979/82 cubrían el 90.6% de la superficie dedicada a agricultura.

En ganaderia la actividad más importante es la producción de bovinos de carne (3.187.400 cabezas en 1977) y en menor medida la produccción porcina (595.325 cabezas en 1977) y la lechería (393.951 vacas y vaquillonas lecheras en 1977).

II. EL TRIGO EN EL AREA Y SU EVOLUCION EN LOS ULTIMOS VEINTE AÑOS

El trigo siempre fue uno de los cultivos fundamentales para el total del área de la EERA Marcos Juárez (Cuadro 1) así como para cada una de sus zonas ecológicas homogéneas, una prueba de ello es que se cultiva en aproximadamente el 80% de los 18.600 establecimientos de la región.

En el Cuadro 1 puede observarse la superficie cosechada de trigo en el área durante el periodo aquí considerado y su proporción sobre la superficie total dedicada a agricultura.

En este período se destacan claramente dos subperíodos 1960/63-1970/73 y 1970-73-1979/82 en los cuales la evolución del cultivo fue totalmente diferente.

En el Cuadro 2 y Figura 2 se muestra el resultado de la regresión de los promedios trienales móviles de la superficie cosechada de los principales cultivos del área. Las tendencias observadas son muy claras (excepto para sorgo granífero -R^2 35.8- en el período 1970/73-1979/82 y pueden ser resumidas como sigue:

- Período 1960/63-1970/73

Trigo	Δ - 45.973 ha/ano
Maíz	Δ + 15.459 ha/ano
Sorgo Granífero	Δ + 17.576 ha/ano
Resto Agricultura	-
Sup. Ganadera	Δ + 12.983 ha/ano

- Período 1970/73-1979/82

Trigo	Δ + 44.359 ha/ano
Soja (1a)	~ Δ + 10.000 ha/ano
Soja (2a)	Δ + 47.694 ha/ano
Maíz	Δ - 23.620 ha/ano
Sorgo granífero	Δ - 7.412 ha/ano
Resto Agricultura	-
Sup. Ganadera	Δ - 23.327 ha/ano

La década del 60 estuvo caracterizada por lo siguiente:

1. Estancamiento de los rendimientos de trigo con una media de 1.300 Kg/ha.
2. El mejoramiento de la productividad por hectárea del cultivo de maíz (introducción del maíz híbrido cuyo uso se generaliza en el período).
3. La aparición del cultivo de sorgo granífero.
4. Ciclo favorable en los precios de la ganaderia vacuna.

Los hechos señalados anteriormente produjeron una caída espectacular en la superficie cultivada con trigo en esta década a punto tal que de continuar esta tendencia el trigo hubiera desaparecido de la región para 1980.

En el trienio 1970/73 el trigo llegó a su mínima expresión en el área y a partir de allí se producen dos hechos que transforman totalmente las tendencias y la combinación de actividades en los sistemas productivos de la región.

El primer hecho es la aparición de un nuevo cultivo en el área, la soja, este cultivo durante el segundo subperíodo 1970/73-1979/82 tuvo una difusión masiva (22.451 has sembradas en 1970/73; 510.093 has en 1979/82).

El cultivo de soja fue introducido por los productores agropecuarios fundamentalmente como doble cultivo sobre trigo (entre 78 y 82% del total de superficie de soja fue realizado sobre trigo en esta década).

La introducción del cultivo de soja produjo una inversión de todas las tendencias y una recuperación del cultivo de trigo a una tasa de crecimiento similar a la tasa negativa que habia experimentado en la década anterior.

El segundo hecho que se produce a partir del trienio 1970/73 fue la aparición en el área de los primeros trigos con germoplasma mejicano y alto potencial de rendimiento que libera al mercado el programa de investigaciones en trigo del INTA. La alta difusión de las nuevas variedades entre los productores de la región posibilitó un aumento de los rendimientos por hectárea de trigo (rendimiento $\bar{X}$ 1960/63-1970/73: 1.319 Kg/ha; $\bar{X}$ 1970/73-1979/82: 1.826 Kg/ha) que contribuyó a revertir la tendencia del área sembrada del cultivo en la última década.

III. ASPECTOS ECONOMICOS DEL CAMBIO DE LAS TENDENCIAS

La alta asociación que existe entre la recuperación del área de trigo y la difusión del cultivo de soja puede comprobarse si se realiza la regresión de los incrementos de la superficie cultivada de trigo en función de la de soja en el periodo 1970/73-1979/82:

$$Sc\ T = 76.129 + 0.85\ Sc\ S; \quad (R^2\ 81.09)$$

La causa fundamental de la adopción del doble cultivo trigo-soja ha sido de carácter económico.

Los cuadros que se presentan a continuación corresponden a la zona ecológica homogénea 7 de la EERA Marcos Juárez (Figura 1).

Los rendimientos, precios y costos de producción y comercialización de los cultivos principales del área 7 permiten calcular el margen bruto por hectárea promedio de los últimos años.

Los rendimientos promedios del quinquenio 1977/82 para los cultivos principales fueron: (x)

Trigo	2.050 Kg/ha
Maíz	4.150 "
Sorgo granifero	3.950 "
Soja (primera)	2.600 "
Soja (segunda)	1.900 "

(x) Zona ecológica homogénea 7 aproximados a ± 25 Kg.

Los precios promedio para el mismo período medidos en moneda constante; (deflacionados por el índice de precios mayoristas no agropecuarios) fueron:

Trigo	290.00 $m/n de 1960/100 Kg	
Maíz	222.00 " "	
Soja	475.00 " "	
Sorgo Granífero	185.00 " "	

En el Cuadro 3 se han promediado a moneda constante los costos operativos por hectárea de los cultivos aquí analizados y los costos de cosecha y comercializacion en porcentaje sobre el valor del producto. Los costos operativos incluyen mano de obra, combustibles y lubricantes, repuestos y reparaciones de tractor y equipo, depreciación de tractor y equipo, semilla, inoculante y agroquímicos, del paquete tecnológico utilizado por el productor medio del área en cada cultivo.

Los costos de cosecha corresponden a maquinaria contratada, modalidad más habitual en los productores de esta área. Las tarifas de los contratistas oscila entre el 8-10% del valor de mercado del producto cosechado.

Los costos de comercialización expresados en porcentaje sobre el valor del producto incluyen: costo de transporte, gastos de administración, carga y descarga, impuestos directos y en el caso de maíz y soja gastos de secado.

Cuadro 3 - Costos Operativos, De Cosecha Y Comercialización $\overline{X}$ 1977/82 (x)

Cultivos	Costo Operativo Promedio $ 1960 Por Hect/100	Costo De Comercial, Y Cosecha En % Del Precio Del Producto		
		Comercial %	Cosecha %	Total %
Trigo	15.79	16	8	24
Maíz	15.87	22	8	30
Soja (1a)	28.29	14	10	24
Soja (2a)	22.57			
Sorgo	13.28	24	8	32

(x) Fuente: Información anual de costos del Dto. de Economía y Estadística de la EERA Marcos Juárez.

En base a los datos promedio de rendimientos, precios y costos presentados hasta aquí, se elaboró el Cuadro 4 donde se calcularon los márgenes brutos por hectárea para los cultivos del área y el Cuadro 5 donde las alternativas de producción son ordenadas en forma decreciente de acuerdo a su Margen Bruto por hectárea.

Cuadro 4 - Márgenes Brutos Por Hectárea (X 1977/82) Para Los Principales Cultivos De La EERA Marcos Juárez (ZEH 7)

Indice	Trigo	Maíz	Soja(1d)	Soja(2a)	Sorgo
(1) Rendimiento $\overline{X}$ (Q/ha)	20.5	41.5	26	19	39.5
(2) Ingreso Bruto ($/ha)/100	59.45	92.13	123.50	90.25	73.08
(3) Costo operativo ($/ha)/100	15.79	15.87	28.29	22.57	13.28
(4) Costo com. y Cosecha ($/ha)/100	14.27	27.64	29.64	21.66	23.39
(5) Margen bruto ($/ha)/100	29.39	48.62	65.57	46.02	36.41
(6) Margen/Peso invertido	186%	306%	232%	204%	274%

(1) I.B. = (1) x Precio de mercado puerto Rosario
(3) del Cuadro 3
(5) M.B. = (2) - (3) - (4)
(6) = $\frac{(5)}{(3)}$ x 100

Cuadro 5 - Márgenes Brutos Comparativos Por Hectárea Para Rendimientos Y Precios Promedio 1977/1982 (ZEH 7)

Cultivos	Rendimiento	Margen Bruto Por Hectárea		Índice
		$ m/n de 1960	$a de nov. 1983	
Trigo/Soja	2050 / 1900	7541.00	4600.00	100
Soja 1a.	2600	6556.00	4000.00	87
Maíz	4150	4862.00	2966.00	64
Sorgo granífero	3950	3641.00	2221.00	48
Trigo	2050	2939.00	1793.00	39

Los valores de los Cuadros 4 y 5 muestran claramente la ventaja comparativa de la alternativa doble cultivo trigo/soja sobre los demás cultivos.

Los resultados de los Cuadros 4 y 5 presentan una situación promedio para el área en los últimos cinco años, pero pueden variar fundamentalmente según la productividad y los precios de mercado de los distintos productos.

Sin embargo esos resultados explican claramente la gran expansión del cultivo de soja en el área y el resurgimiento del trigo a partir de los primeros años de la década del 70 hasta el presente.

CUADRO 1 - USO DEL SUELO EN EL AREA DE LA EERA MARCOS JUAREZ

PERIODOS	TRIGO (1) HECTAREAS	MAIZ (1) HECTAREAS	SORGO GRANIFERO (1) HECTAREAS	SOJA (1) HECTAREAS	GIRASOL, MIJO Y OTROS (2) HECTAREAS	SUPERFICIE COSECHADA HECTAREAS (3)	SUPERFICIE SEMBRADA (4) HECTAREAS	SUPERFICIE GANADERA (5) HECTAREAS	SUPERFICIE TOTAL (6) HECTAREAS
1960 / 1963	740.700 (57,9 %)	395.200	69.600	-	111.000 - 185.000 -	1.316.500 -1.390.500-	1.548.800 (39,3 %)	2.394.200 (60,7 %)	3.943.000
1970 / 1973	331.200 (28,0 %)	539.400	213.300	6.400 - 21.300 -	111.000 - 185.000 -	1.201.300 -1.290.200-	1.413.300 (35,8 %)	2.529.700 (64,2 %)	3.943.000
1979 / 1982	734.600 (49,6 %)	389.400	146.200	99.400 -497.000 -	111.000 - 185.000	1.480.600 -1.952.200-	1.721.600 (43,7 %)	2.221.400 (56,3 %)	3.943.000

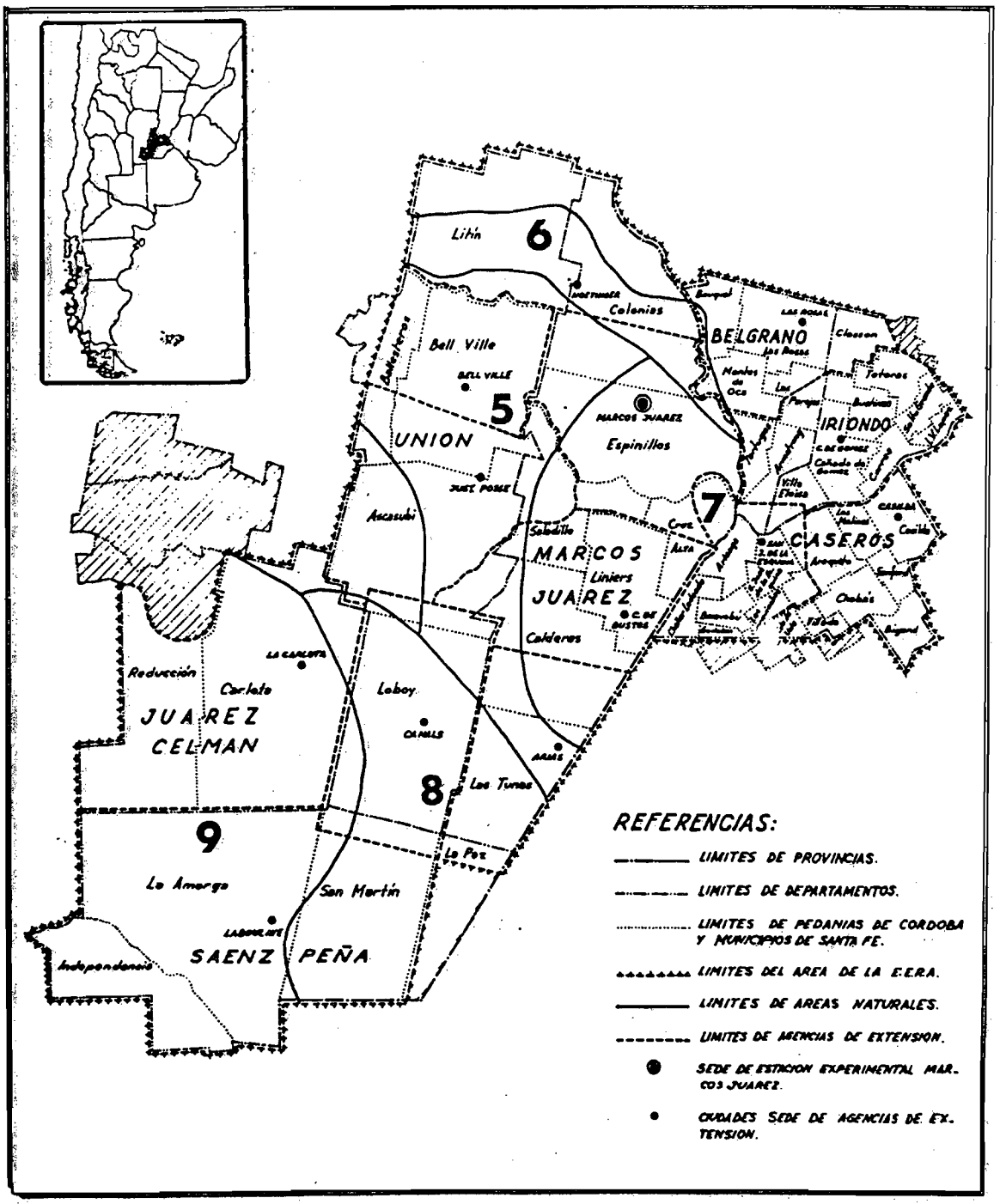
Fuente: (1) Elaboración propia en base a datos anuales del Servicio de Estimaciones Agrop. de la Sec. de Agric.y Gan. de la Nación
(2) Se tomo como constante el promedio 1960-80 para todos los cultivos menores de la región
(3) Suma de las columnas anteriores
(4) Estimación en base al promedio de superficie no cosechada establecida por la SEAGN
(5) Diferencia (6-4)
(6) Superficie total agropecuaria de la región según el último Censo Nacional Agropecuario (1974)

BEST AVAILABLE COPY

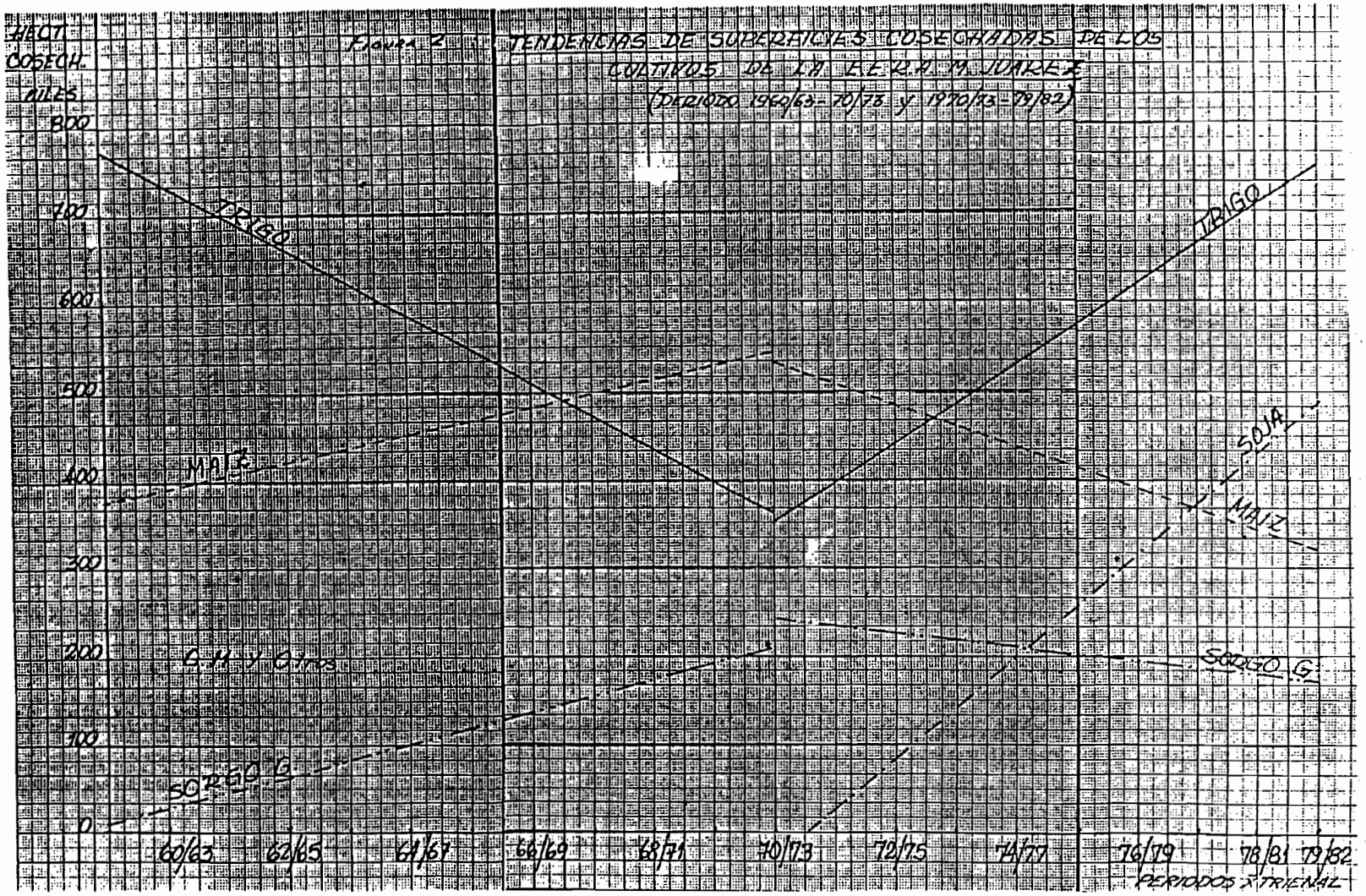
CUADRO 2 - TENDENCIAS DE SUPERFICIE COSECHADA EN EL AREA DE LA EERA MARCOS JUAREZ EN LOS ULTIMOS VEINTE AÑOS 1960/63-1979/8

	PERIODO 1960/63 - 1970/73	PERIODO 1970/73 - 1979/82
TRIGO	ScT = 872.206 - 45.973 X (R^2 91,83)	ScT = 306.222 + 44.359 X (R^2 93,52)
SOJA	- -	ScSi = - 92.343 + 57.694 X (R^2 95,21)
MAIZ	ScM = 374.809 + 15.459 X (R^2 98,21)	ScM = 556.095 - 23.620 X (R^2 84,25)
SORGO G.	ScSg = 9.782 + 17.576 X (R^2 84,25)	ScSg = 251.752 - 7.412 X (R^2 35,83)

FIG 1: AREA DE INFLUENCIA DE LA ESTACION EXPERIMENTAL REGIONAL AGROPECUARIA MARCOS JUAREZ Y SU UBICACION EN ARGENTINA



BEST AVAILABLE COPY



BEST AVAILABLE COPY

LA PRODUCCION DE CEREALES EN CONDICIONES DE SECANO DESDE EL PUNTO DE VISTA DE UN PRODUCTOR

L. Kaseberg

Mi nombre es Larry Kaseberg. Vivo en un rancho de 1.600 ha de trigo y ganadería ubicado en la región Norte Centro de Oregon. Este rancho ha pertenecido a nuestra familia desde hace muchas generaciones. Mi esposa, Sherry, y yo hemos asistido a la Universidad Estatal de Oregon donde me gradué en la Facultad de Agricultura. Vivimos en la estancia con dos de nuestros hijos, una nuera y un nieto. Dos de nuestros hijos han completado cuatro años de Universidad estudiando economía, agricultura y métodos de construcción en madera y metal. Los otros dos hijos estan actualmente enrolados en la universidad, uno en la de Oregon y el otro en la de Washington. También tenemos en el campo un empleado fulltime.

Nuestra estancia se maneja con la rotación trigo - barbecho, y cuenta con un promedio anual de lluvias de 250 mm, las que ocurren mayormente en el otoño y en el invierno. Nuestro suelo es profundo, franco limo-arenoso con excelente capacidad de retención de agua. Desafortunadamente, es muy susceptible a la erosión causada por el agua y el viento. Tenemos anualmente 600 ha de trigo en rotación con barbecho, éste almacena y conserva humedad para el próximo año. Hay 600 ha de pasturas, nuestro ganado normalmente consiste de 80 vacas con cria al pié, 100 novillos (hasta el ano) y 60 ovejas.

Las prácticas de manejo son variadas, y estan determinadas por el tiempo, la humedad disponible, las condiciones del suelo y los datos obtenidos de las investigaciones recientes. El proceso de la toma de decisión en una estancia es complejo, y esa complejidad sigue en aumento. Nuestras universidades a través de la investigación y la extensión, le proporcionan a la comunidad productora las variedades mejoradas y el acceso a la información, facilitando la toma de decisión según el costo de oportunidad. En la región Pacífica del Noroeste, tanto los edafólogos como los agrónomos de OSU trabajan conjuntamente con los productores de trigo, acumulando resultados de investigaciones de ayuda al productor. Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado, voy a describir las operaciones que realizamos en la estancia considerando los resultados de las investigaciones de distintas fuentes. Al detallar las operaciones, comenzaremos inmediatamente después de la cosecha, en agosto.

El rastrojo de trigo, aún en pie, se corta alrededor de 15 cm para facilitar las labranzas y acelerar la descomposición de la paja. Este mulch de paja finamente picada es fundamental en las labranzas y en la siembra. El uso del rastrojo como mulch es la parte más importante de nuestras prácticas porque conserva la mayor cantidad posible de agua en el suelo y porque estará presente en la superficie durante la siembra otoñal del trigo. Este mulch también retiene el suelo reduciendo la erosión eólica e hídrica, permite la aereación y la buena infiltración del agua y actúa como cobertura protectora contra la luz solar que seca el suelo.

Después que cortamos el rastrojo en el otoño, cultivamos con un implemento de labranza diseñado para cortar la paja con discos frontales y con elementos curvos y pesados en la parte trasera que trabajan a 25-37 cm de profundidad y a 55 cm entre ellos. Esto rompe cualquier capa dura o piso de arado y forma

zanjas que atrapan el agua permitiendo una buena y profunda percolación.Este implemento se arrastra siguiendo las curvas de nivel de las sierras para reducir la erosión. Ya que la mayoría de la humedad proviene de lluvias o nevadas invernales, este tipo de labranza reduce las pérdidas por escurrimiento permitiendo un mayor almacenamiento de humedad en el suelo.

En la primavera, tan pronto como se pueda trabajar el suelo en forma eficiente, disqueamos el rastrojo con una rastra de disco pesada, de un ancho de labor de 7,5 m y que opera a una profundidad de 15 cm. Con esto se pica aún más la paja incorporándola en los primeros cm del suelo y se eliminan malezas. Es fundamental el control de malezas en los campos, banquinas y en los costados de los canales. Los científicos de las universidades, los distritos de control de malezas que operan con fondos aportados por los productores y las companías químicas locales cooperan con los productores en la búsqueda de las formas más efectivas de control de malezas. La maleza que nos causa más problemas es Bromus tectorum. Si no se tienen en cuenta las prácticas de manejo adecuadas, esta puede reducir gravemente los rendimientos del trigo. Hasta hoy no se conoce ningún herbicida que la controle.

En la preparación de la cama de siembra utilizamos varios implementos. Preferimos un método de mulch con rastrojos en el que se trabaja con un cultivador que posee elementos en forma de V de 40cm, que operan a 15-20 cm de profundidad. Esto levanta el suelo, lo mezcla con la paja, descalza las malezas y deja caer el suelo en el mismo lugar. Una barra escardadora colocada en la parte posterior de este cultivador remueve el suelo, y cualquier tipo de plantas, nivela y compacta la superficie reduciendo las pérdidas de humedad.

Al final de la primavera, después de las labranzas iniciales, aplicamos fertilizante nitrogenado. Usamos amoníaco anhidro en forma gaseosa que lo aplicamos con un cultivador diseñado especialmente para esto. En la determinacion de la cantidad adecuada de fertilizante a aplicar, consideramos tipo y profundidad de suelo, humedad disponible y estimada, variedad de trigo, cantidad de residuos de cosecha, y nitrógeno actual. Los análisis del suelo realizados a través del agente de extensión o del representante de la companía química, ayudan a determinar la cantidad de nitrogeno a aplicar.

El nitrógeno es uno de los elementos más necesarios en la producción de trigo, éste aumentó nuestros rendimientos en un 50%. Durante los tres últimos años hemos aplicado 60 kg/ha de N a un costo alrededor de $ 15 US dólares/ha. Nuestro rendimiento medio de los tres últimos años fue de 4500/ha.

Después de la fertilización se mantiene el barbecho estival libre de malezas por medio de 1 hasta 4 labranzas con un rodillo desmalezador. Ésta es una simple máquina que consiste de un marco montado sobre ruedas y posee un rodillo redondo o cuadrado del largo del implemento. El rodillo da vueltas en dirección contraria a la del movimiento del implemento cortando de esta manera las raíces de las malezas y dejando las plantas en la superficie del suelo. También alisa y compacta levemente el suelo, preservando la humedad. La cobertura de paja es fundamental.

Una vez que la cama de siembra está lista para la siembra en otoño, dedicamos nuestra atención a la cosecha de julio. Ésta es el examen final de nuestro negocio, el resultado neto del trabajo, de la investigación, de las decisiones tomadas, y de las condiciones climáticas. La cosecha nos lleva alrededor

de 3 semanas en la que participa toda nuestra familia. Usamos dos John Deere 6602 hillside (para pendientes) con plataforma de corte de 6m, capaces cada una de cosechar 24 ha por día, siempre y cuando el tiempo y las máquinas cooperen. Transportamos el trigo desde el campo hasta nuestras instalaciones para el almacenamiento en dos camiones en tandem los que cargan alrededor de 11 toneladas. Al usar camiones más grandes y hacer menos viajes se reduce la compactación del suelo dentro de los campos. La mayor distancia que se debe recorrer desde los lotes hasta el almacenamiento es de 5 km. El trigo que va a venta o para semilla se guarda en bins manteniendo separadas las variedades y preservando de esta manera la identidad.

Cuando el trigo se vende a una compañía acopiadora de granos de la zona, lo transportamos en nuestros camiones hasta las instalaciones de una cooperativa localizada en las márgenes del río Columbia desde donde será enviado por tren o por balsa hasta una terminal exportadora a 200 km. El tener nuestras instalaciones para el almacenamiento nos brinda las siguientes ventajas:

1) Mantenimiento de la identidad de nuestro trigo.
2) Disponibilidad para envios inmediatos cuando los precios son favorables.
3) Evitar los costos de almacenar afuera.
4) Libertad de la preocupación de ventas sin pagos por la compañía acopiadora.

Nosotros cosechamos nuestra propia semilla de trigo y seleccionamos la variedad y calidad antes de cortar. La almacenamos separadamente para poder limpiarla, zarandearla y tratarla en nuestra propia planta semillera. Esto nos permite el control de la calidad y de la limpieza adecuada.

Las lluvias tempranas de otoño (al final de agosto y al principio de setiembre) proveen la humedad adecuada para la siembra. Las lluvias también traen el crecimiento de las malezas y después de unos días pasamos un cultivador de elementos de 23 cm que trabajan a 8-12cm de profundidad con el fin de eliminar las malezas que están germinando y que si las dejamos, nos roban la humedad que tanto necesitamos.

La época de siembra es crítica! La siembra es un evento importante en la estancia, un nuevo comienzo, y es el símbolo de la esperanza y el optimismo del productor. Años tras años de mejoramiento del trigo han brindado al productor nuevas variedades reemplazando a las viejas que sucumben frente a las enfermedades.

La siembra de otoño comienza generalmente alrededor del 10 de setiembre, dependiendo del tiempo, de las variedades y de las condiciones del suelo. Sembramos con 4 sembradoras de profundidad que trabajan en series cubriendo 15 m de ancho total, con una separación de siembra de 25 cm y que colocan la semilla a 4 cm de profundidad. Cuando se cultiva a medida que se siembra se eliminan las malezas más recientes, pero se pulveriza el suelo y los surcos cubren las semillas quedando éstas muy profundas. Las condiciones climáticas deben ser buenas y no debemos tener lluvias con anterioridad a la emergencia de las plántulas para que no se formen encostramientos.

El trigo se siembra a una densidad de 65 kg/ha. Sembramos de norte a sur perpendicularmente a los vientos predominantes con el fin de reducir la erosión. Otro efecto aún más importante es el de la nieve que al quedar atrapada entre los surcos cubre el trigo con una capa protectora. Otra ventaja

en sembrar de norte a sur es que el agua de lluvia baja de las sierras y corre entre los surcos causando menos erosión que si corriera a través de ellos.

Este otoño sembré trigo antes de una lluvia que causó algo de planchado en la superficie del suelo. El trigo al germinar tuvo dificultad para atravesar la costra de la superficie y se perdió un 25% de ese lote, por eso resembramos una parte. En las áreas donde había un buen mulch de rastrojo hubo mucho menos encostramientos y la emergencia fue mucho mejor.

En nuestras áreas, los productores están experimentando con la labranza mínima y la labranza cero. Hay en marcha investigaciones al respecto conducidas por compañías químicas y por OSU. Estas prácticas requerirán ajustes en cuanto al uso de implementos de labranzas, de siembra, y en la aplicación de herbicidas y fertilizantes.

Las investigaciones de OSU se relacionan con los productores y la comunidad por medio de los agentes de extensión de cada condado del estado de Oregon. Esto le da acceso al productor a las informaciones más actualizadas. Ademas, OSU, los distritos de control de maleza, las compañías químicas y de fertilizantes mantienen parcelas demostrativas en las estaciones experimentales y en ciertos establecimientos de cooperadores con el propósito de obtener resultados que muestren la forma de alcanzar una alta producción con químicos apropiados sin causar daño al cultivo. La cantidad de químicos disponibles, para controlar malezas es muy grande y el productor necesita de estas investigaciones. A medida que aparecen nuevas malezas, cambian los químicos a aplicar, y el productor debe estar informado.

La Liga de Productores de Trigo de Oregon es un grupo de ayuda mutua formado hace 57 años en el condado donde vivo, con el propósito de promover la cooperación entre productores y otros. La Liga es una excelente organización productiva, pionera en su tipo, fundada por y para los productores de trigos. El grupo de Oregon abrió el camino hacia una nueva organización nacional donde participan todos los estados productores de trigo en una forma muy efectiva. Esto permite la participación de los productores en todo el proceso de la toma de decisión y de la organización, desde el nivel local hasta el nacional, interviniendo en decisiones políticas que pueden variar desde como el productor trabaja su tierra hasta la comercialización de la cosecha.

La Comisión de Trigo de Oregon fue creada unos años más tarde por el cuerpo legislativo de Oregon, formando así un organismo legal que recolecta y aplica un impuesto a sus miembros sobre cada "bushel" de trigo vendido. Estos fondos se utilizan para fomentar la educación, la comercialización y la investigación en la industria, en la comunidad y en la región triguera.

VISITAS A INSTALACIONES Y CAMPOS

El seminario se llevó a cabo en el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, cercano a la ciudad de Marcos Juárez. Las traducciones simultáneas en Castellano e Inglés y las instalaciones de comunicación fueron buenas. Toda la administración y el personal fueron muy atentos durante nuestra visita. El almuerzo se sirvió en una excelente instalación al aire libre en el mismo instituto. Todas las instalaciones resultaron muy cómodas para los participantes.

A continuación del seminario, los participantes visitaron el laboratorio de calidad, el invernadero y los experimentos a campo. El laboratorio de calidad, bajo la dirección del Ing.Agr. E. Tombetta se encuentra ubicado dentro del edificio central del INTA, Marcos Juárez. Este laboratorio recibe y analiza todas las muestras experimentales de trigo de todos los INTAs del país. Aproximadamente se analizan anualmente 1200 líneas avanzadas y 10.000 selecciones de las poblaciones segregantes. Las selecciones de las generaciones tempranas (F3, F4, etc.) se testan por resistencia del gluten por medio del test de Pelshenke. Las líneas avanzadas desde la generación F6 tienen cantidad suficiente de semillas para tomar muestras de 250 g de harina molida por el método de Brabender. El contenido proteico se determina por el UDY y el Alveógrafo provee una medida del volúmen de masa para calidad panadera. Antes que se considere un trigo como candidato a nueva variedad, un comite nacional requiere tres años de datos de rendimiento, de respuesta a fitopatógenos y de calidad.

Las actividades en el invernadero están enfocadas principalmente en la selección de germoplasma local y de introducciones para resistencia a Fusarium. Las esporas del patógeno se inyectan dentro de las flores centrales de las espigas. Varios cultivares brasileros mostraron resistencia aparente a Fusariosis en condiciones a campo, pero resultaron susceptibles en el invernadero. Cultivares resistentes por ejemplo Peking 8, Klein Atlas, Las Rosas (Cowbird "s"), Las 1409 y Vilela Sol son usados como progenitores en cruces con variedades comerciales. Marcos Juárez tuvo el año pasado una lluvia estacional de 310mm y altas temperaturas durante el llenado del grano y durante la cosecha. Las condiciones desfavorables existen.

El Ing. Nisi y su personal de fitomejoramiento mostraron a los participantes las grandes extensiones de las poblaciones segregantes, los ensayos de observación, los de rendimiento y las parcelas demostrativas de todas las variedades comerciales cultivadas en Argentina. Además de la evaluación de germoplasma local y regional, este programa evalúa la Nursery Internacional de Invernales x Primaverales de OSU, la Performance Nursery de Trigos Invernales de la Universidad de Nebraska, y nueve nurseries de trigo pan de CIMMYT/Méjico. Estas 9 nurseries consisten de 3 generaciones F2 (Irrigated Spring, Dryland Spring, Spring x Winter), de 4 nurseries de selección (IBWSN Aluminium tolerance SN, Drought SN, ISEPTON) y de 2 ensayos de rendimiento (ISWYN, ESWYT). Se están obteniendo muchas selecciones de estas nurseries internacionales que demuestran buen potencial de rendimiento, buenas características agronómicas, resistencia a las heladas, y resistencias a la roya del tallo, de la hoja y a Fusarium.

Los ensayos agronómicos conducidos por el Ing. Novello consisten en tratamientos con variaciones en las épocas de siembra, densidad de siembra, niveles de fertilización con nitrógeno y fósforo y sistemas de rotaciones. Todos los

experimentos demostraron un incremento del rendimiento con aplicaciones de nitrógeno. A pesar que el costo del nitrógeno es muy alto, existe el interés de incrementar su uso. Los estudios sobre rotaciones hasta ahora demostraron una mejor respuesta del trigo sobre maíz o sorgo que sobre trigo o soja. Todos los campos experimentales en este lugar estaban bajo un correcto manejo. Las grandes extensiones en donde se realiza la multiplicación de las semillas tenian un buen control de malezas, sin embargo los niveles de fertilidad no parecían adecuados para lograr altos rendimientos.

El INTA Central hizo los arreglos pertinentes para el transporte de algunos participantes en sus avionetas para visitar el Criadero y Semillero Buck, y los INTA de Bordenave y Balcarce. Debido a la lluvia y fuertes vientos fue imposible volar desde Marcos Juárez a Necochea. Se hicieron los arreglos para el transporte terrestre hasta Rosario y desde allí en aerolíneas comerciales hasta Buenos Aires y Mar del Plata. El Sr. Buck se encargó del transporte terrestre hasta La Dulce y Necochea. Toda la visita, incluyendo los campos de producción, los laboratorios, la gran planta procesadora y las instalaciones para el almacenamiento, fue sumamente interesante. El tamaño, magnitud y el manejo del criadero del Sr.Buck causaron una gran impresión. Los fitomejoradores realizan aproximadamente 1000 nuevas combinaciones híbridas F1 por año. Observan aproximadamente un millón de plantas F2 y seleccionan plantas individuales para las generaciones F3. Solamente los mejores surcos de plantas F3 son elegidos y de éstos se eligen al azar 12 plantas. Continuan selecciones similares hasta que se juntan para la evaluación en los ensayos comparativos de rendimiento. Se evalúan también la Nursery Internacional de Selección de Trigo Inv. x Prim. de OSU y cuatro nurseries de CIMMYT (F2 Dryland Spring, F2 Spring x Winter, IBWSN, and ISWYN). Actualmente la variedad comercial de mayor importancia en la zona es Buck Pucará. Varias selecciones de invernales x primaverales que estan dando resultados alentadores en los ensayos avanzados son : Kavkaz/Jaral S, Sonora/SS2//Alondra S y Riebesel//Tobari S/II62-85/3/Jupateco S.

Las lluvias pueden ser una limitante en esta región, sin embargo los suelos tienen buena estructura y buen contenido de materia orgánica. Se necesitan aproximadamente 60 kg/ha de fertilizante fosforado para alcanzar el óptimo potencial de rendimiento. A pesar de que fue imposible visitar el INTA de Balcarce que se encuentra a 200 km de Necochea, se mencionó que los principales objetivos de investigación para esta region V son similares a los del Ing. Buck. Lamentamos haber perdido la visita a esa localidad.

El contingente fue trasladado en los aviones del INTA hasta Bordenave donde se realizaron visitas a los campos de producción las cuales fueron muy interesantes. Las investigaciones que se realizan en Bordenave en fitomejoramiento y en agronomía son muy similares a las que se realizan para la región de bajas precipitaciones del centro de Oregon. El desarrollo de implementos de labranzas para un manejo adecuado del suelo ha dado como resultado ciertas modificaciones que despertaron gran interés entre el grupo de visitantes.

El director del INTA de Bordenave, Ing. Agr. A. Glave, también tiene a su cargo las investigaciones agronómicas. El Ing. Glave estuvo seis meses en OSU en visita de caracter profesional (visiting scientist) estudiando el manejo de la humedad en la región este de Oregon y Washington. Ha convencido a varios productores de trigo para que adopten en forma directa algunas de las prácticas. Otras estan siendo evaluadas en experimentos. Los ensayos agronómicos son extensos y abarcan densidad de siembra, época de siembra, prácticas culturales,

sistemas de rotación, estudios de pastoreo, época de aplicación y cantidad de fertilizante a aplicar. A través de la región cerealera es común el uso de forrajes y enmiendas en rotaciones con cereales con el propósito de incrementar la fertilidad y la materia orgánica de los suelos. Los cultivos comunes en las rotaciones son alfalfa, vicia, tréboles, soja, maíz y gramíneas perennes.

Es un problema común la falta de humedad durante la antesis y el llenado del grano. El fitomejorador de trigo, Ing. S. Garbini, y su personal han desarrollado un excelente programa de mejoramiento de trigo para la región. Las enfermedades no estan normalmente consideradas como un problema principal, sin embargo, la esterilidad es muy común en casos de cultivares que llegan a la antesis muy temprano. Además del programa local, el instituto evalúa la IWSWSN (Screening nursery) y IWSYT (ensayos comparativos de rendimiento) de OSU, la IWWPN (ensayo comparativo) de la Universidad de Nebraska y las F2 Dryland Spring, F2 Spring x Winter, IBWSN, y las Heat Tolerant Screening Nursery de CIMMYT/Mejico. Se han identificado las siguientes selecciones de las nurseries de Inv. x Prim. actualmente en multiplicación para posible lanzamiento: ANZA/STURDY, OR 342//WRR/MN 541/3/CID/MAX, SDY/3/BB/CNO//CNO S/NO66 y KTZ M1-2/PATO/3/BMAN/7C/CDL. La presencia de progenitores invernales en estos cruces de invernales x primaverales provee los genes necesarios para lograr tolerancia a bajas temperaturas, sensibilidad a fotoperíodo y el crecimiento necesario que encaje dentro del ciclo del cultivo de esta localidad. Chasico INTA, la variedad de mayor importancia en la zona fue creada en este instituto y esta considerada de ciclo largo. Los trigos primaverales propiamente dicho generalmente no tienen un buen comportamiento en esta zona.

El viaje en avión desde Bordenave a Balcarce fue suspendido por las condiciones climáticas, por lo que el contingente retornó a Buenos Aires. En Castelar, además de la reunión de síntesis, los participantes tuvieron la posibilidad de visitar los laboratorios de genética.

SESION FINAL

La sesión final de discusiones se llevó a cabo en el Departamento de Genética del INTA, Castelar en las afueras de Buenos Aires. Asistieron aproximadamente 30 participantes.

El Ing. Nisi comenzó resumiendo los objetivos del seminario, del tour por los campos de producción y de la sesión final, los cuales se incluyen en el prólogo. También enfatizó la cooperación bilateral entre OSU y las agencias locales para la capacitación de postgrado y de visitas de menor término de individuos o grupos de personas.

El Dr. M. Kohli explicó que con las disertaciones durante el seminario no se intentaba exponer los temas en forma profunda o detallada sino brindar un panorama general. Los detalles se incluyen en los manuscriptos de esta publicación.

El Dr W. Kronstad mencionó la dificultad de resumir en detalle las situaciones cerealeras locales en base a una visita de una semana en un año determinado. Se han visto una cantidad considerable de nurseries locales o internacionales en tres lugares muy distintos. Existen similitudes entre Oregon y Argentina en cuanto a enfermedades de cereales, sequía, sistemas de manejo del suelo y humedad, pero diferencias en la necesidad de trigos de maduración precoz en Argentina, y en la preocupación por la calidad (contenido proteico alto). Un aspecto positivo es la adaptación de germoplasma de Invernales x Primaverales a las condiciones de Argentina y a las de otros países cooperadores. El cruce sistemático de germoplasma de invernales x primaverales ha dado resultados alentadores, pero aún nos cuestionamos sobre el mejor método de evaluación y utilización. Se necesita enfatizar en cuanto a precocidad en la maduración de los genotipos invernales. La oportunidad de lograr mejoras en cuanto a una maduración precoz puede surgir de la incorporación de germoplasma precoz obtenido durante las visitas realizadas por científicos de OSU, CIMMYT e INTA a institutos de China.

La calidad del trigo pan no es un factor muy positivo en el material de OSU invernales x primaverales. La selección para calidad de trigo duro no ha sido muy efectiva en Oregon, sin embargo las condiciones para seleccionar en Argentina son buenas. El programa internacional en OSU se responsabiliza de desarrollar y difundir germoplasma como nurseries de observación para el monitoreo o vigilancia de las enfermedades para lograr nuevas fuentes genéticas.

M. Kohli- Pregunta:¿Cómo se comporta el material invernales x primaverales en Argentina en las áreas de 1)mejoramiento, 2)agronomía, 3)calidad y 4)enfermedades?.

J. Nisi- a) Mejoramiento- Historicamente las introducciones vinieron de EEUU, Canadá, Europa, etc y las variedades argentinas precoces rindieron hasta 2000+ kg/ha. Las introducciones de CIMMYT brindaron un aumento significativo del rendimiento y de la adaptación. Varios cruces de padres invernales Kavkaz y Aurora y padres primaverales Bluebird, Ciano/Gallo y Bobwhite están rindiendo desde 6000 a 8000 kg/ha. Los genes del trigo de invierno incrementaron la resistencia a enfermedades y el potencial de calidad del trigo de primavera.

Los mayores problemas por resolver con los cruces de trigos invernales son el llenado de grano prolongado y la susceptibilidad a la roya del tallo.

P. Novello- b) Agronomía- En los ensayos experimentales conducidos bajos condiciones ambientales favorables se han obtenido, de manera consistente, mayores rendimientos de las líneas de trigo invernal x primaveral que de la variedad primaveral usada como testigo. Las líneas de invernales x primaverales están rindiendo 6000-7500 kg/ha versus 4000 kg/ha de la variedad testigo.

E. Tombetta- c) Calidad- Cuando se produce un aumento del rendimiento de 4000 a 7000 kg/ha existe la preocupación, fundamentalmente, sobre la reducción de la calidad. El laboratorio de calidad hasta ahora tiene sólo 2 ó 3 años de experiencia en el análisis de muestras de líneas experimentales de altos rendimientos. La calidad generalmente ha sido buena para los requerimientos de Argentina, sin embargo deben tener más proteinas para la exportación. Se espera que la suma de los genes de trigo de invierno a través de los cruces de invernales x primaverales contribuyan al mejoramiento de la calidad del trigo rojo duro. Se estima que los 12 millones de toneladas de trigo que se cosecharan este año en la región de la Pampa seran de bajo contenido proteico como sucedió el año pasado.

E. Antonelli- d) Fitopatología- No se ha implementado ninguna investigación para la comparación de las entradas invernales x primaverales con cultivares de trigos invernales o primaverales en cuanto al comportamiento frente a la roya de la hoja y a la del tallo. Estas dos royas son los patógenos más utilizados en las selecciones en invernaderos en Castelar. Sería posible testar en el invernadero la International Winter x Spring Nursery frente a las royas del tallo y de la hoja. Serían suficientes seiscientas semillas de cada entrada para testar 3 razas de cada roya.

M. Kohli-¿Qué tipo de intercambio bilateral entre OSU y los países del Cono Sur desearían?

J. Nisi- El intercambio de germoplasma de trigo es muy importante. Estamos dispuestos a recibir las poblaciones F2, la nursery de selección (screening nursery), y los ensayos de rendimiento de OSU. Nosotros necesitamos esta variabilidad en nuestros programas. Quedamos de acuerdo en enviar germoplasma a OSU. Creo que sería positivo intercambiar poblaciones F2.

J. Brun- Además de germoplasma estamos interesados en el intercambio de personal, de manera tal que sea productivo para ambas instituciones.

W. Kronstad- El estudiante puede completar todos los requerimientos para un título de postgrado en OSU, o terminar las materias en la Universidad y realizar la tesis ya sea en su país o en un centro internacional. Se pueden nombrar profesores de los institutos dentro del país como participantes del programa de postgrado de OSU para que actuen como profesores guías del estudiante.

J. Brun- Debe de existir el acuerdo mutuo en cuanto a la calificación del personal que se designe.

M. Kohli- En materia de estrategia en fitomejoramiento del trigo se deben considerar dos preguntas: a)¿qué métodos de mejoramiento existen? y b)¿y qué sobre el juego de números?.

W. Kronstad- La mayoría de los métodos de mejoramiento siguen el método genealógico y aproximadamente el 90 % de los esfuerzos se encaran hacia el mejoramiento de mantenimiento. Debemos constantemente considerar nuevos enfoques para el manejo de las poblaciones, por ejemplo los métodos de: avance con 1 semilla por planta (single seed descent), selección masal modificada y selección recurrente. El programa local de OSU ha utilizado el método bulk modificado, con mucho éxito en el desarrollo de nuevas variedades.

N. Scott- El número de selecciones en un programa de mejoramiento importante se hace tan grande que la computación de los datos es imprescindible para lograr un manejo actualizado y organizado. El programa de OSU ha sido computarizado desde hace varios años y se hacen innovaciones siempre que el tiempo lo permite. En la entrevista con los miembros del personal responsable de la computadora en INTA Central en Buenos Aires, me mostraron el programa que mantendrá los datos de las F1 hasta las F8 y que almacenará las observaciones en cuanto a calidad, rendimiento y enfermedades. Existen otros programas similares a los usados para inventarios que pueden usarse para coleccionar, almacenar y recobrar información. Este tipo de programa se puede usar en las micro-computadoras.

W. Nelson and M. Kohli- Existe un programa complemetario de germoplasma primaverales x invernales desarrollado en CIMMYT, Méjico, que está siendo evaluado en Argentina. Una gran cantidad de nurseries de trigo, cebada y triticale de hábitos primaverales están siendo evaluadas dentro de las principales zonas cerealeras del Cono Sur. Varias variedades comerciales de trigo de Argentina han surgido de poblaciones segregantes de CIMMYT y de líneas avanzadas de nurseries internacionales.

P. Fox-¿Existe una real ventaja en el uso de progenitores invernales como Kavkaz, que posee el cromosoma de substitución 1B/1R, en los cruces de trigos inv.x prim.?.

W. McCuistion- Existe una ventaja, definitivamente, en la selección de padres invernales de buena combinación que se usan para mejorar caracteres específicos. Un buen ejemplo es el caso de Kavkaz que posee una parte de cromosoma de centeno que le confiere un buen nivel de tolerancia a infecciones de la roya del tallo. Muchas de las nuevas combinaciones híbridas con este progenitor u otros relacionados han demostrado tolerancias semejantes.

W. Kronstad- En una reciente revisión de la nursery internacional de selección de los trigos prim. x inv. de 39 países, el comportamiento de algunas líneas de inv. x prim. fue superior al de los cultivares locales.

E. Favret-¿Podemos modificar el ciclo largo de los trigos invernales para el Cono Sur?.

W. McCuistion y W. Kronstad- Si, podemos acortar de manera significativa el ciclo de crecimiento de nuevos cultivares cruzando trigos invernales de ciclo largo ya adaptados con el nuevo germoplasma recibido de China y Korea. Estamos seleccionando muchas plantas precoces en las poblaciones derivadas de estos cruces. El factor importante consiste en mantener alto potencial de rendimiento por medio de la selección de espigas de buena fertilidad y de corto período de llenado del grano. Además se obtiene una mayor información con los resultados

de los cruces de invernales x primaverales donde pueden modificarse los cambios en el llenado del grano y en la duración de este período.

M. Kohli- Además de desarrollar nuevas variedades, nos interesa obtener la máxima producción posible de las variedades. Hemos tenido la oportunidad de observar los experimentos agronómicos, durante las visitas a las localidades de Marcos Juárez, Criadero Buck y Bordenave.¿Cuál es la impresión de los agrónomos?.

P. Novello- Existen dos factores principales que limitan la producción en Argentina: agua y fertilidad del suelo. En la región de 500-800 mm de precipitaciones, el agua no es el factor limitante. Los actuales niveles de rendimiento están en los 5 kg/mm de agua, sin embargo, el uso de fertilizantes en los ensayos de rendimiento elevan el nivel a 6-7 kg/mm de agua. La fertilidad natural del suelo está decreciendo y no se está adicionando nitrógeno. La región al noreste de Marcos Juárez es deficiente en N y en Fósforo y con aplicaciones de fertilizantes se notan aumentos de los rendimientos de 1200 a 4000 kg/ha.

En la región de pocas precipitaciones del norte, la fecha de siembra es muy importante. Una siembra temprana es óptima, y una tardía causa generalmente disminuciones en los rendimientos aún contando en esa época con buena humedad. El problema principal en la región semiárida es la falta de agua. Niveles bajos de Fósforo son muy comunes en estas áreas. En la región de Bordenave, el sistema de siembra en surcos profundos se está adoptando con resultados positivos.

F. Bolton- La zona árida que vimos en Bordenave y desde el avión, no sería considerada árida en Oregon. La diferencia existe en la época en que ocurre la sequía y también en el ciclo de rotación. La experiencia en Oregon demuestra que la humedad almacenada en el suelo produce 15 kg/ha de granos/mm versus 3-5 kg/ha de granos/mm de lluvia durante el cultivo. Actualmente, los niveles de producción en Argentina no son óptimos debido a una falta de insumos, por ejemplo el nitrógeno. Cuando esta limitante sea superada, el productor debe estar preparado para cambios en su campo con el fin de lograr el potencial.

L. Kaseberg- La producción agrícola es una operación familiar y es necesaria la educación de los jóvenes integrantes de la familia antes de su regreso al campo. Nuestro rendimiento medio de los últimos años ha sido de 4.500 kg/ha con lluvias anuales de 250 mm, lo que correspondería a la mitad de las lluvias de la zona semiárida de Argentina. Sería un placer producir trigo en una tierra tan llana como la que ustedes tienen en Argentina. Nuestras tierras son generalmente las laderas empinadas de los sierras. El rastrojo como mulch refleja la luz solar, controla la erosión, atrapa la humedad y ayuda a conservarla protegiendola de la evaporación, etc. El control de malezas en las banquinas, alrededor de los alambrados, etc. es muy importante para reducir las malezas en el campo. A pesar que el control de malezas es caro, el aumento en los rendimientos que se genera, paga los costos. Fertilizar también es necesario para lograr rindes óptimos, aún en zonas de limitadas precipitaciones. La aplicación de 60 kg/ha de N en mis lotes de trigo incrementó los rendimientos en un 50%.

F. Bolton- Es importante señalar que la producción triguera en la estancia del Sr Kaseberg está en los 7-8 kg de granos/mm de lluvia. Él mencionó que se

aplican 60 kg N/ha y se dispone de otros 60 kg/ha en el suelo. Esto se determinó por medio de análisis de suelos en laboratorios. El costo del N en EEUU es aproximadamente de 3 a 4 veces más barato que en Argentina. El rendimiento del Sr Kaseberg aumentó de 2000 kg/ha a 4000 kg/ha con 60 kg/ha de N a un costo de $42 US dólares.

E. Favret- Existe una gran diferencia en la eficiencia en el uso del agua en Argentina y en Oregon. En Oregon, las lluvias son regulares en la cuanto a épocas, mientras que en Argentina se dan con mucha irregularidad, en las fechas y en la cantidad de lluvia. Además estamos tratando de adoptar un sistema de cultivo que aporte fertilidad lo que es distinto del sistema de las regiones de bajas precipitaciones del Pacific Northwest mencionado anteriormente.

En el desarrollo de variedades, la fecha de siembra es un factor fijo para cada región, sin embargo la siembra realmente varía alrededor de unos 15 días de la fecha óptima lo que requiere elasticidad por parte de las variedades. Yo sugeriría el método bulk modificado para desarrollar elasticidad en las variedades. No debemos enredarnos con la búsqueda de una pureza genética perfecta en las variedades, como se usa en Europa, ya que actúa en contra de las condiciones biológicas naturales.

L. Kaseberg- La investigación y la extensión en trigo son fundamentales para el productor. La Liga de Productores de Trigo, integrada por productores, grava con una deducción por cada kg de trigo producido con el fin de proveer fondos para que la Comisión de Trigo promueva la investigación local y el desarrollo de mercados internacionales. La comunicación y los vínculos son muy importantes para llegar a las necesidades de los productores.

J. Dawson- Ya han escuchado a Sr Kaseberg sobre la importancia del control de malezas. Hemos tenido la oportunidad de visitar varios establecimientos durante el tour, además hemos observado los experimentos agronómicos. Hay muchas especies distintas de malezas en Argentina y comunmente se encontraban presentes en los establecimientos, sin embargo el control de malezas en general es aceptable para la producción. Observando los campos y comentando sobre el uso de herbicidas, aparentemente está aumentando la presencia de ciertas malezas, las que serán un problema mayor en los próximos años.

W. McCuistion- De parte de OSU y CIMMYT, queremos expresar nuestro agradecimiento por la semana de disertaciones tan informativas, de visitas a las áreas de producción e investigación y de discusiones con los participantes. Muchas gracias por la cálida hospitalidad.

J. Brum- Se expresa agradecimiento a OSU y CIMMYT por la ayuda en la realización de esta revisión de la situación cerealera. Uno de los éxitos de este seminario fue la colección de disciplinas (el caracter interdisciplinario). Además el intercambio bilateral que se ha establecido beneficiará a la investigación, producción, etc de todas las agencias participantes.

Una de las preocupaciones mayores de la administración es la falta de gente joven capacitada. Se encuentra en desarrollo un plan de capacitación de gente joven y un grupo de científicos jóvenes estan siendo evaluados para estudios de postgrado.

RESUMEN Y CONCLUSIONES

Agradecemos muy sinceramante al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) en Marcos Juárez, Bordenave, Castelar y en la Sede Central en Buenos Aires así como también a la familia Buck y a todos aquellos en Argentina quienes nos ofrecieron tan generosa hospitalidad durante el seminario de cerealicultura. Un especial agradecimiento para el Ing. Jorge Nisi, coordinador Nacional del Programa Trigo del INTA, por haber liderado la organización y dirección del seminario y las visitas al campo, y al Dr. Mohan Kolhi de CIMMYT, quien desarrollo un rol importante al contribuir al éxito de este encuentro.

Las presentaciones formales permitieron a los participantes recibir un amplio panorama de la investigación triguera y de las actividades de extensión que se realizan en Argentina. Las visitas a laboratorios y a campos experimentales, así como la comunicación personal entre muchos científicos probaron ser una excelente forma de incentivar el intercambio positivo entre los participantes.

Los resultados del seminario de mejoramiento de trigo identificaron una serie de áreas donde los científicos del INTA y del sector privado argentino, juntamente con los de OSU y CIMMYT pueden cooperar en forma mutuamente beneficiosa para mejorar tanto la calidad como la cantidad de trigo a producir.

Aquellas áreas donde existen oportunidades de mutua colaboración son las siguientes:

1. Intercambio y mejoramiento del germoplasma. Los materiales genéticos originados en programas en Argentina han contribuido y lo seguirán haciendo, al desarrollo de los programas internacionales aportando germoplasma útil para mejorar diversas caracteristicas, y en particular la calidad panadera y molinera, así como la resistencia a enfermedades. Los programas en Argentina pueden beneficiarse a partir del intercambio de germoplasma, establecido para trigos invernales y facultativos por OSU, y para trigos primaverales por CIMMYT.

2. Ensayos en múltiples localidades. La gran diversidad de condiciones climáticas que se encuentran en Argentina, Oregón y México, con diferentes factores biológicos y ambientales limitantes, ofrece la excelente oportunidad de evaluar el germoplasma frente a una amplia gama de condiciones. También, al usar dos hemisferios con sus correspondientes diferencias de latitud, existe la posibilidad de intercambiar información y germoplasma de una manera mas eficiente y conveniente.

3. Experiencia científica. Este seminario demostró la profundidad y diversidad de conocimientos existentes en la comunidad científica, dedicada al estudio de los diversos planes presentados en este seminario. Ha permitido establecer vínculos para futuras relaciones entre individuos y grupos de trabajo.

4. Oportunidades educativas. El intercambio de científicos a nivel nacional e internacional servirá para ofrecer nuevas oprtunidades educacionales que mejoraran el nivel existente y ampliarán los conocimientos. Una de las principales formas de fortalecer y mantener la calidad de los programas de investigación existentes es el entrenamiento de gente jóven destacada, en distintas disciplinas. Esto incluye estudios de postgrado a los niveles de maestría y doctorado y cursos cortos aplicados a áreas específicas.

5. Apoyo a la investigación y al entrenamiento. El factor clave para lograr el éxito en todos los programas de mejoramiento de la agricultura es una firme vocación de los gobiernos y de las agencias patrocinadoras a proveer los niveles necesarios y continuos de ayuda a tales programas. El gran respaldo expresado por el Director General del INTA, y la prioridad con que cuenta el mejoramiento triguero en Argentina, son pautas promisorias al respecto. Ciertamente, muy pocos países en el mundo han sido bendecidos con un recurso natural tan apropiado para la producción de trigo de alta calidad como la Argentina. Con el correspondiente apoyo a la investigación y a la extensión, Argentina no solo podrá aumentar su producción triguera sino que podrá mejorar todos los sectores de su agricultura.

ARGENTINA INTERNATIONAL WHEAT SYMPOSIUM

November 7-12, 1983

ORGANIZERS

Oregon State University
United States Agency for International Development
Contract No. AID/ta-c-1352

National Institute of Agronomic Technology in Argentina

International Maize and Wheat Improvement Center in the Southern Cone Region

LOCATION

National Institute of Agronomic Research
Marcos Juarez, (CBA), Argentina

28817

IN DEDICATION TO THE MEMORY OF
ING. AGR. ERNESTO FLORENCIO GODOY

Ing. Agr. Ernesto F. Godoy passed away on Saturday, May 28, 1983, in the city of Marcos Juarez (Cordoba). He had filled a very important position for the Argentine Department of Agriculture as director of the Cordobes-Puntano Regional Center and for the National Institute of Agronomic Technology (INTA) as director of the Regional Experiment Station of Marcos Juarez. He was also responsible for coordinating the National Wheat Program of INTA.

Ing. Godoy passed away after completion of an intense day of work. He was dedicated to his job - a profession that he chose in his youth and to which he dedicated his life.

During 1933, Ing. Godoy began his career by working for the General Director of Plant Protection, which is a part of the Argentine Agriculture Department. He became coordinator of the Laboratory of Jose Paz in 1937, and in 1938 moved to Salta to fill the leadership position of the Plant Pathology Laboratory.

In 1941, Ing. Godoy accepted an academic position as Coordinator of Laboratory Activities with the Plant Pathology Group in the School of Agronomy at the University of La Plata.

INTA was created in 1958 and Ing. Godoy was appointed as research assistant of the Pampeano Regional Center with the headquarters at Pergamino (Buenos Aires).

Ing. Godoy was appointed as director of the newly formed Puntano-Cordobes Regional Center with headquarters in Marcos Juarez and director of the Experimental Station of Marcos Juarez in 1962. Some of his contributions in this position were the development of different working groups, serving as an advisor to young research scientists and helping promote the national and international stature of the Experimental Station at Marcos Juarez. He served in this position until 1973.

After relinquishing the direction of the Experimental Station of Marcos Juarez, Ing. Godoy continued as director of the National INTA Wheat and Barley Program which involves seven experimental stations: the job that he held until he passed away. As coordinator, he was a continuous supporter of wheat research projects. Such efforts assisted in the release of new varieties by INTA which had great impact on the national production. The record yield of harvested wheat, achieved in 1982-83, is the best evidence of this fact.

Because of his beneficial contributions to cereal research, the National Academy of Agronomy and Veterinary had appointed him as "Academico Correspondiente". He was scheduled to receive this honor on June 8, 1984.

288b

During his long career, Ing. Godoy had the opportunity to visit several countries as a participant at technical meetings. Some of these included the following:

1. The Third International Wheat Conference, Mexico. 1965.

2. The Fourth Latin American Meeting of Plant Breeding, Santiago, Chile. 1968.

3. The First Meeting of the Wheat Commission of the Regional Cooperative Program of Agriculture Research, Santiago, Chile. 1969.

4. The Wheat Production Meeting organized by CIMMYT in Mexico. 1971.

On July 26, 1979, Ing. Godoy was recognized for his contributions to the cereal industry by receiving the distinguished award entitled "Bolsa de Cereales de Buenos Aires 1979".

Ing. Godoy had published many papers; his last contribution was "El Cultivo de Trigo, ed. INTA, 1981". His publications are highly regarded nationally and internationally as references for cereal scientists.

This publication is dedicated to the memory of Ing. Agr. Ernesto Florencio Godoy in recognition of his many contributions to cereal improvement.

288c

FOREWORD

The United States Aid for International Development (USAID)-Oregon State University (OSU)-International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT) international wheat program has made provisions for regional and in-country workshops to be held in major wheat-producing areas where winter or facultative wheat cultivars are grown. This activity complements the other two major efforts which are germplasm enhancement and graduate and non-degree training. The major objectives of regional workshops are 1) to strengthen areas of cooperation among international, regional and national agencies for improvement of cereal production, 2) to promote a coordinated effort of cooperation and support among the different agencies, 3) to share research findings related to breeding, extension and production activities of wheat in the region and the international program, and 4) to encourage the selection and training of qualified research and extension personnel.

The workshops are designed to provide for formal presentations on topics related to wheat production, methods of varietal improvement, major cereal diseases, cultural practices of wheat, quality characteristics, extension and economic aspects, marketing systems, cooperative exchange programs of germplasm and information and training of future scientists. Such discussions are followed by field tours designed to observe research, extension and production of wheat at the major cereal locations within the region.

The desired results of the wheat workshops are 1) a better understanding of the progress and problems of cereal-related activities within the region, 2) the direct exchange of information, 3) planning the exchange of germplasm for specific zones, 4) the development of closer personal ties for future cooperation, and 5) interacting with potential students for future advanced degrees at OSU.

There was an expressed interest between the Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuaria (INTA) in Argentina and the OSU-USAID-CIMMYT international wheat program to hold a cereal review in the Southern Cone region during 1983. The OSU program has been cooperating with fifteen locations in South America during the past ten years. There are many similarities between Oregon and the Southern Cone region in the major problems of diseases, soil pH, drought stress, late frost damage, quality characteristics, etc. Many parental sources of wheat contributing genes for resistance to diseases such as Septoria, leaf and stem rust originated in the southern cone. Introductions provided to OSU from Argentina have played a major role in providing promising new germplasm. Two students from Argentina and one from Paraguay are presently pursuing Ph.D. degrees in cereal breeding and genetics in the OSU Crop Science Department. There have been several visitors to OSU from Argentina in recent years representing public and private research agencies in addition to a group of wheat producers.

This seminar and field tour in Argentina were organized in conjunction with Mr. J. Nisi, acting director of Wheat Research at the National Institute of Agriculture Research (INTA - Marcos Juarez). Dr. M. Kohli (CIMMYT Director for the Southern Cone Region) also assisted in coordinating the seminar and conducting the tour. The seminar consisted of formal presentations in six sessions over two days. Specific topics and speakers are noted in the Contents.

Mr. Nisi and his colleagues at INTA, Marcos Juarez, are to be commended for the excellent arrangements for the meetings.

There were approximately 100 participants at the seminar representing all public and private cereal research, extension and production agencies from Argentina, CIMMYT regional coordinators and staff from the headquarters in Mexico, members of the OSU Wheat Team and colleagues from neighboring countries. The field tours were scheduled to visit Marcos Juarez, Bordenave, Criadero Buck and Balcarce during three days. Inclement weather prohibited visiting Balcarce; however, the tours at the other three locations were very informative and provided time for discussions between participants. Appreciation is expressed to the hosts at each experimental site for their generosity. Those participating in the tour also express appreciation to the Central INTA office and the pilots for the three airplanes and safe travel during the tour.

The final session for summary and conclusions of the cereal seminar and field tours was held in the INTA Department of Genetics at Castelar near Buenos Aires. The summary and conclusions are included in the proceedings.

Manuscripts of all presentations are included in Spanish and English. The proceedings consist of two distinct sections, the Spanish appearing first on white paper and the English second on blue paper.

This is the third workshop held as a part of the OSU-USAID-CIMMYT wheat improvement program. The first was held in Peru in 1982 followed by a workshop in 1983 in Tunisia. Copies of proceedings of all workshops are available and can be obtained by writing to Dr. W. McCuistion, Oregon State University, Crop Science Department, Corvallis, Oregon, USA 97331.

CONTENTS

Page

Foreword 289

OPENING CEREMONY

Welcoming Address: Ing. Agr. Leonardo Galletti, Acting Director of the EERA Marcos Juarez 294

SESSION I

PRODUCTION OF CEREALS IN ARGENTINA AND OREGON

Chairman: Ing. Agr. Leonardo Galletti

Wheat Production in Argentina 296
Ing. Agr. Jorge E. Nisi, EERA Marcos Juarez

The Production of Wheat in Oregon 312
Dr. W. L. McCuistion, Oregon State University

SESSION II

IMPROVEMENT OF CEREALS

Chairman: Dr. W. E. Kronstad

Improvement of Bread Wheat in Argentina 317
Ing. Agr. Alfredo Calzolari, EERA Pergamino
Rural Administrator Santiago Garbini, EEA Bordenave

Improvement of Bread Wheat in the "Buck" Nursery 322
Ing. Agr. Lisardo J. Gonzalez, Criadero Buck

Evolution of the Wheat Improvement Program of Klein Nursery, Inc. 327
Ing. Agr. Oscar Klein, Criadero Klein

Hybrid Wheat Program of CARGILL in Argentina 331
Ing. Agr. Nestor Machado, Criadero CARGILL

Report on the Improvement of Durum Wheat, Part I 334
Ing. Agr. Hector Carbajo, Barrow Experimental Farm

Report on the Improvement of Durum Wheat, Part II 336
Ing. Agr. Liliana Goni, Barrow Experimental Farm

Wheat Breeding in the Southern Cone Region 338
Dr. M. M. Kohli, CIMMYT, Southern Cone

Breeding and Selection Techniques for Cereal Improvement in the U.S.A. 354
Dr. W. E. Kronstad, Oregon State University

Industrial and Commercial Quality of the Material of INTA Breeding Programs with the Internal and External Markets 360
Ing. Agr. Evito E. Tombetta, EERA Marcos Juarez

SESSION III

CEREAL PATHOLOGY

Chairman: Ing. Agr. Edwald Favret

Principal Pathogens Affecting the Production of Wheat in Argentina 377
Ing. Agr. Enrique Antonelli, Castelar

New Approaches in Breeding for Disease Resistance 397
Ing. Agr. Edwald Favret, Ing. Agr. H. A. Saione, and P. M. Franzone, Genetics Department, Castelar

Wheat: Development of Cultivars Resistant to Aphids 412
Ing. Agr. Hector Arriaga, University of La Plata

SESSION IV

CULTURAL PRACTICES OF WHEAT

Chairman: Dr. Matthew McMahon

Agronomic Research in the Humid Pampean Region - Argentina 424
Ing. Agr. Pedro Novello, EERA Marcos Juarez
Ing. Agr. Carlos Senigagliesi, EERA Marcos Juarez

Wheat Production in the Semi-Arid Region of Argentina 431
Ing. Agr. Adolfo Glave, EERA Bordenave

Production of Wheat-Soybean in the Humid Region of the Pampa in Argentina 440
Ing. Agr. Alfredo Lattanzi, EERA Marcos Juarez

Conservation Tillage Practice for Wheat Production in the Humid Pampean Region of Argentina 444
Ing. Agr. Oscar Hansen, EERA Pergamino

Wheat Agronomy in the Southern Cone of Latin America 450
Dr. Matthew McMahon, CIMMYT, Southern Cone

Cereal Production Techniques under Semi-Arid Climatic Conditions 456
Dr. Floyd Bolton, Oregon State University

Weed Control in the Production of Wheat in Argentina 476
Ing. Agr. Alberto Bianchi, EERA Marcos Juarez
Ing. Agr. Raul Rossi, EERA Pergamino

Weed Control in Cereal Production in the Pacific Northwest, U.S.A. 479
Dr. Jean Dawson, USDA-ARS, Washington State
Dr. Arnold Appleby, Oregon State University

Wheat Production in the Federal Republic of Germany 485
Dr. Andreas Bramm, West Germany (Invitational Paper)

SESSION V

COOPERATIVE AND TRAINING PROGRAMS

Chairman: Dr. W. L. McCuistion

Distribution, Evaluation and Use of Diverse Germplasm 502
Dr. W. L. McCuistion, Oregon State University

The Computer--An Agronomist's Assistant 508
Encountering the Computer
Mrs. Nan Scott, Oregon State University 512

The Training of Future Scientists 522
Dr. W. E. Kronstad, Oregon State University

SESSION VI

EXTENSION AND ECONOMIC ASPECTS OF CEREALS CROPS

Chairman: Dr. Carlos Baque

The Wheat Extension Program 525
Dr. Carlos Baque, INTA Central

Regional Activities of Extension in Wheat 532
Ing. Agr. Ezequiel Fonseca, CREA

Evolution of the Wheat Crop in the Last Twenty Years
in the Area of the Regional Experiment Station at Marcos Juarez 535
M.S. Miguel A. Peretti, EERA Marcos Juarez

Dryland Cereal Production from a Producer's Viewpoint 544
Mr. Larry Kaseberg, Oregon State University

Visits and Field Tours 548

Discussion 551

Summary and Conclusions 556

WELCOMING ADDRESS

L. Galletti

LADIES AND GENTLEMEN:

It is my privilege to initiate the International Wheat Seminar in Argentina. The seminar was organized and conducted jointly by Oregon State University from the United States of America, the International Center for the Improvement of Corn and Wheat (CIMMYT) with its center in Mexico, and our organization, the National Institute of Agricultural and Animal Husbandry Technology.

We are honored by the distinction that this seminar brings to the Marcos Juarez Experimental Station. We pay tribute to those responsible for its organization, the high standard of the speakers who developed the different themes, and for the quality of the topics presented. We are also pleased with the qualified assembly of scientists of official and private institutions, which you represent. It is my distinct pleasure to cordially welcome each participant to the seminar.

I am sure that the content of the papers presented will be of interest to all of you and will contribute to the exchange of information and new ideas.

Our wishes are that this International Wheat Seminar provide the opportunity for representatives of the following institutions to communicate among themselves: the Department of Agriculture, universities, faculties of agronomy, research centers, experimental stations, the private sector and the milling and baking industries.

We hope that the discussions will provide knowledge regarding principal constraints of research, rural extension and wheat production in general.

Likewise, your presence here will permit you to become acquainted with the infrastructure of this young Experimental Station; young because in just one year, 1984, we will commemorate its 25th year of existence. This Station was created in 1959 to address the needs of this important agricultural region, and for participants at this international seminar, I would stress the importance of wheat in this region of the country.

The area of influence of this Experimental Station includes the southeast of the Province of Cordoba and the southwest of the Province of Sante Fe. One-half of the 4,000,000 hectares is dedicated to agriculture and the other half to livestock.

Wheat occupies the largest total cultivated area, followed by soybeans, corn and sorghum. This explains the reason for the importance placed on genetic improvement of wheat and sorghum. The improved production of the crops already mentioned and increased bovine and pig production benefits the respective rural communities of the region. These communities are serviced by thirteen agencies of agricultural and animal husbandry extension committed to the improvement of the standard and quality of life of the rural family.

Ladies and Gentlemen, once again, welcome to this Station and congratulations to the organizers, coordinators and conductors of this International Seminar, since with such a distinguished gathering success is insured. Only one thing remains, in the name of the National Management and Directive Council of the INTA: to declare this international wheat seminar officially inaugurated.

WHEAT PRODUCTION IN ARGENTINA

Jorge E. Nisi

Introduction

Wheat, considering the acreage under cultivation, has been the most important crop in our country since the very beginning of our agriculture at the end of the last century. Today wheat represents approximately one-third of the total cultivated area. Among our agricultural exports, wheat continues to occupy a leading role. Argentina exported more than ten million tons of wheat in 1982-1983. A record crop of 15,130,000 tons was obtained in the last season, and the internal consumption was 5,000,000 tons. Argentina's wheat exportation increased in the last decade, as can be observed in Table 1. Such increase is attributable to a great extent to grain imports by the Soviet Union, Chinese, and other socialist countries. Argentina's participation in the world wheat market has been relatively small, less than 5%, except in the 1982-83 season, when it contributed 8.4% of the total. Table 2 shows the changes in the structure of the exporting and importing countries.

Between 1961 and 1963, the ECC was an important wheat importer. In the 1981-83 triennium, the ECC was a net exporter. On the other hand, the USSR moved from an exporter during 1961-63 to an importer in 1981-83.

Wheat-Growing Regions

The Argentinian wheat-growing region involves mainly the provinces of Buenos Aires, Sante Fe, Cordoba, La Pampa, and Entre Rios. It is geographically located between parallels 31 and 40 degrees south latitude and between the meridians 58 and 65 degrees west longitude from Greenwich (Figure 1). It extends approximately 1,000 km from north to south and 600 km from east to west.

There are two well-defined areas within the wheat region: a) a humid environment in the east with an annual average precipitation of 800 mm, and b) a semiarid area to the west with 600 mm of annual precipitation. From the total wheat average (annually seeded), 60 percent corresponds to the first region (a), 35 percent to the second region (b), and the remaining to the marginal zones.

Outside the mentioned region, wheat is produced in dry land and small irrigated areas that are considered marginal. Thus, we find wheat in the provinces of Chaco and Formosa in the Argentinian northeast (approximately 60,000 hectares) and Santiago de Estero, Tucuman, Salta and Jujuy in the northwest (approximately 55,000 hectares). Wheat production from these marginal regions does not have a significant influence on national production. It is only important as a factor in agricultural diversification and the local supply.

Wheat is a dryland crop in Argentina. Consequently, the success of the crop is more closely related to the distribution of the rainfall during the year and to the efficient conservation of water in the soil rather than to total precipitation. In this wide region, wheat is planted from the beginning of fall to the end of the winter and harvested between November and January, depending on the latitude.

Because of the great extension of the aforementioned region and its diverse environmental conditions, it has been necessary to divide the wheat-growing region into five ecological subregions. Two of these, II and V, are also subdivided into North and South. They are: Subregion I, Subregion II North, Subregion II South, Subregion III, Subregion IV, Subregion V North, and Subregion V South. These subregions were established to advise the farmers about the most suitable varieties for each region through a network of territorial trials in different localities of the wheat region. According to Table 3, there is a negative tendency in the production of some wheat subregions of the country, as in I, III, and V South. This situation is caused by low realized yields due to the influence of diverse factors, such as irregularity of precipitation within the year, between years, and nitrogen-deficient soils. In addition, wheat is in rotation and second to legumes which provide feed for livestock.

The wheat-growing regions II North, II South and IV make the greatest contribution to the country's total production. They are the regions with the highest reported yields. For example, subregion II North reported average yields of approximately 2,000 kg/hectare in the last quintennium. These regions represent agroecological conditions that are very favorable for the cultivation of wheat and enjoy the best available technology.

Subregion IV grows durum wheat, in addition to bread wheat, 85,000 tons being produced in 1981. The production of durum wheat is declining primarily because of epidemics of Fusarium in 1976 and 1977 causing pronounced yield decreases, and increasing the farmer's preference for bread wheat.

To analyze the wheat evolution in the country, we must consider the cultivated area, yield, and production from the end of the last century to the present time. In 1872, 73,000 hectares were cultivated. During the 1890s, the number of hectares under cultivation rapidly increased from 3,250,000 in 1899 (Graph 1) to 6,250,000 in 1910. Several factors influenced the development of this crop, especially the state's decision to favor immigration and establishment of agricultural colonies, together with the construction of the railroad network for the transportation of grain to consumer centers and ports.

In the first 30 years of the present century, the expansion of wheat continued reaching its maximum area of 9,219,000 hectares in 1928. The area then decreased to 7,300,000 hectares in 1941, stabilized around 5,500,000 hectares and later declined to 4,100,000 hectares in 1970. The average area under cultivation during the period of 1973-82 was 5,754,980 hectares varying by an increment of 215,647 hectares/year (Graph 2).

There have been three major periods in the evolution of wheat yields as they relate to Argentinian wheat production. The first period, from initiation of wheat production until 1935 (Graph 3), was characterized by the cultivation of populations brought by the immigrants, introductions and cultivars developed which had in their pedigrees such varieties as Klein Favorito, 38 MA and Limcalel M.A..

In 1912, the English specialist Guillermo Backhouse was hired, and using the pedigree selection method made the first crosses, starting scientific breeding in Argentina. Average yields during this period were approximately 700 Kg/ha with an increase of 11.78 Kg/Ha/Year (Graph 3). The second period, which lasted

until 1973, began with Grain Law No. 12.253 which designated industrial quality as a priority in the development of new varieties. The law established disease resistance and yield of varieties as second and third priorities, respectively. The average yield in this period reached approximately 1,300 kg/hectare, an increase of 13.14 kg/hectare/year (Graph 4). The varieties of greatest diffusion were Sinvalocho M.A., Klein Cometa, Benvenuto INTA, Klein Rendidor and Buck Atlantico.

During the recent period of 1973-1982, the average yield was 1.613 kg/hectare and the increment increase of 29 kg/hectare/year (Graph 5). This significant increment of increase is caused by the distribution of new varieties including Mexican germplasm, among which Marcos Juarez INTA, Leones INTA, Buck Nandu, Klein Chamaco and Victoria INTA have excelled. The yields over years show a sustained upward tendency, though the increases are far from those achieved by the countries of high technology, especially in the last decade (Table 4). Nevertheless, the achieved increases, 11.81 kg/hectare/year, over the last 70 years (Graph 6) are due, almost exclusively, to genetic improvement without the parallel evolution of crop management.

Production followed a similar pattern to that of cultivated area (Graph 7), but with more accentuated oscillations. The highest national production was obtained last year, 1982, with 15,130,000 tons.

Average production during the past decade 1973-1982, reached 9,211,000 tons with an increment increase of 490,848 tons/year (Graph 8). Even though area influences production, large oscillations are primarily determined by climatic conditions.

Yield levels could be expected to increase if there were increased use of fertilizer in some regions with adequate distribution of precipitation. Fertilizer use not only would permit a maximum potential yield of cultivars to be reached, but also an improvement of the average quality level for the country.

TABLE 1: WHEAT - EVOLUTION OF THE WORLD AND ARGENTINIAN EXPORTATIONS

	WORLD	ARGENTINA
VOLUMES (MILLION TONS)		
1961/63	39,7	1,85
1971/73	46,7	1,36
1981/83	87,9	5,70
TOTAL GROWTH (%)		
1961/63 - 1971/73	17,7	-0,3
1971/73 - 1981/83	88,1	317,6

NOTE: FOR ARGENTINA IT IS ANNUAL DATA; FOR THE WORLD IT IS JULY-JUNE.

SOURCE: J.N.G. AND U.S.D.A.

TABLE 2: ARGENTINA - EVOLUTION OF THE DESTINATION OF THE EXPORTATIONS OF BREAD WHEAT

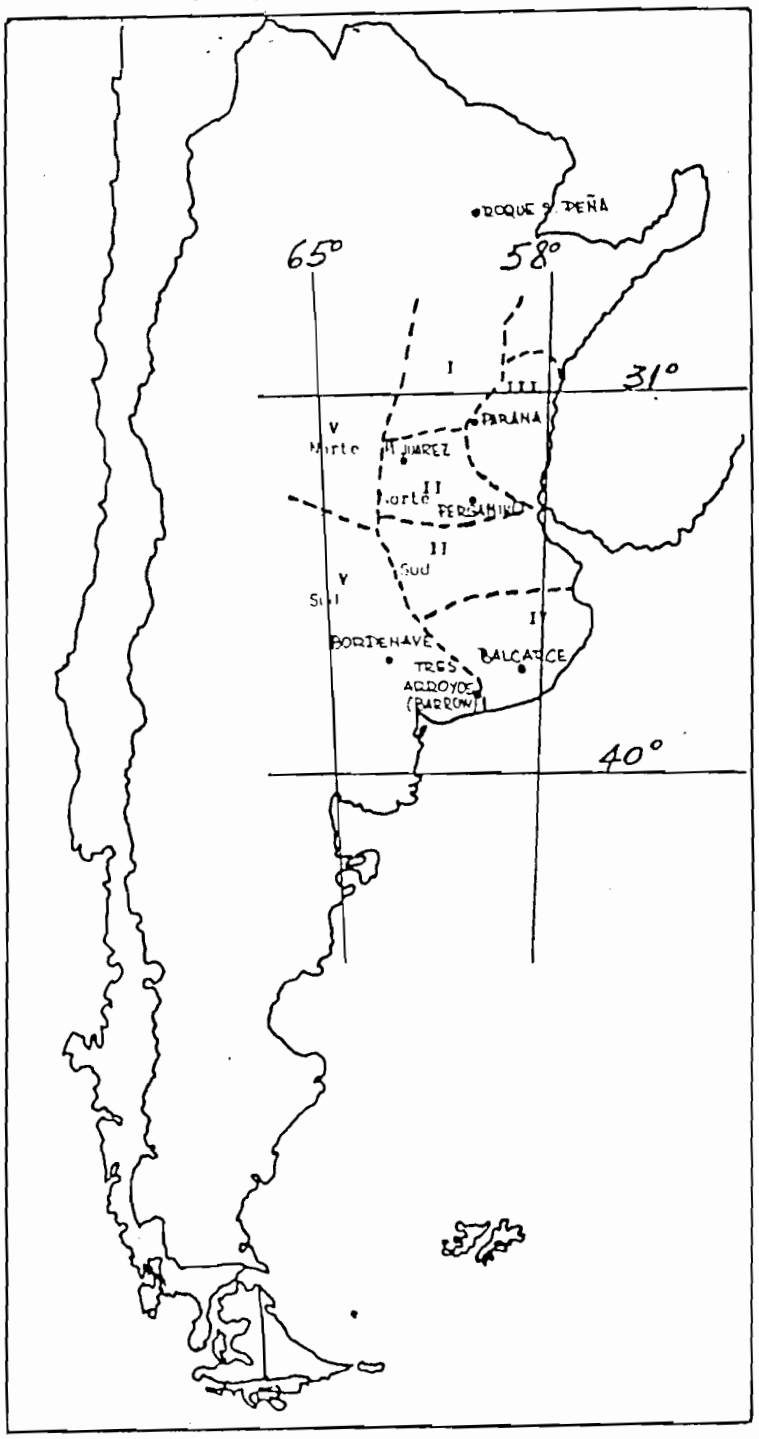
(%)

COUNTRIES	1961/63	1971/73	1981/83*
DEVELOPED CAPITALISTS	55,5	5,0	0,5
- EEC	52,1	2,3	0,5
- JAPAN	-	2,8	-
- OTHERS	3,4	-	-
SOCIALISTS	4,0	-	78,2
- USSR	-	-	59,4
- EASTERN EUROPE	0,5	-	-
- PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA	3,5	-	18,8
DEVELOPING COUNTRIES	40,5	95,0	21,3
- LATIN AMERICA	40,5	71,8	8,9
- ARABIC COUNTRIES	-	-	11,8
- REST OF ASIA	-	12,1	0.5
- REST OF AFRICA	-	0,1	0,1
TOTAL VOLUME (MILLION TONS)	1,85	1,37	5,72

*FOR 1983 ARE PROJECTED DATA

SOURCE: J.N.G.

FIGURE 1: WHEAT GROWING REGIONS
ECOLOGICAL SUBREGIONS

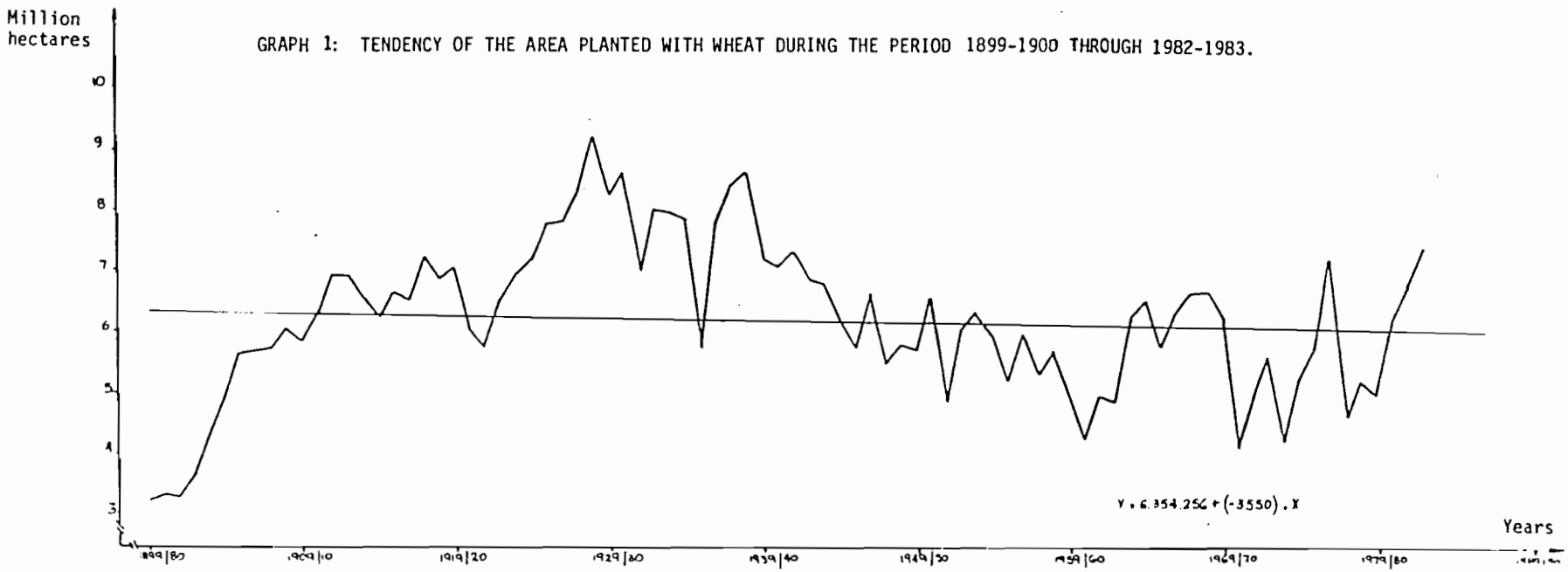


BEST AVAILABLE COPY

TABLE 3: TENDENCY OF AREA PLANTED, HARVESTED, PRODUCTION AND YIELD IN THE WHEAT ECOLOGICAL SUBREGIONS I, IIN, IIS, III, IV, VN, VS, AND COUNTRY TOTAL IN THE PERIOD 1971-72 THROUGH 1981-82.

Sub-regions	Planted Area Tendency	R^2(%)	Harvested Area Tendency	R^2(%)	Production Tendency	R^2(%)	Yield Tendency	R^2(%)
I	Y=358862,47-17562,56 X	65,81	Y=262421,25-11513,98 X	40,60	Y=321108,00-7666,59 X	7,27	Y=1218,58+36,6000 X	16,18
II North	Y=523356,54+75330,72 X	81,94	Y=537405,03+60429,64 X	84,01	Y=1096091,55+103315,66 X	51,61	Y=1937,2363-5,1909 X	0,39
II-South	Y=452931,67+52315,05 X	41,33	Y=409527,09+48638,72 X	39,97	Y=614374,23+107427,58 X	48,91	Y=1593,6000+30,2636 X	28,72
III	Y=210299,99-12036,36 X	30,61	Y=168865,45-8615,45 X	24,90	Y=196667,27-9251,36 X	15,31	Y=1241,8727-3,8727 X	3,17
IV	Y=851164,09+19126,09 X	21,32	Y=811817,70+15730,74 X	18,16	Y=1503715,01+15526,11 X	4,25	Y=1829,9454-10,3545 X	7,51
V North	Y=201987,52+13179,60 X	21,67	Y=149195,90+8934,31 X	14,28	Y=205243,70+8320,47 X	4,70	Y=1174,4181+6,6727 X	0,67
V South	Y=2179673,69-23220,60 X	5,01	Y=1899324,69-23699,73 X	4,95	Y=2573829,20-64670,29 X	7,97	Y=1342,2545-20,0727 X	9,34
Country Total	Y=4884930,90+102932,72 X	15,27	Y=4324398,18+85937,27 X	13,04	Y=6620181+148227,27 X	9,30	Y=1509,5636+5,8909 X	[illegible]

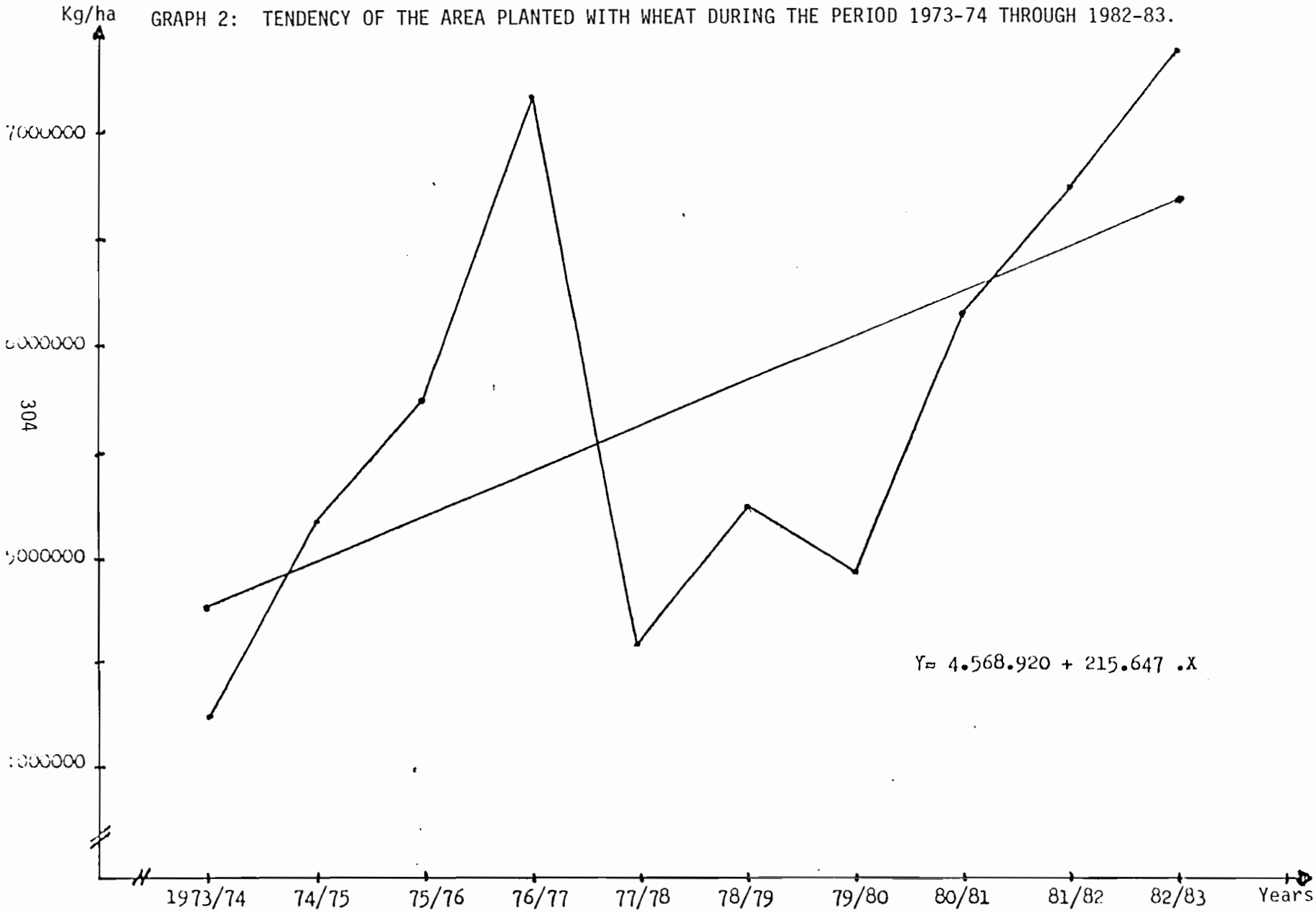
BEST AVAILABLE COPY



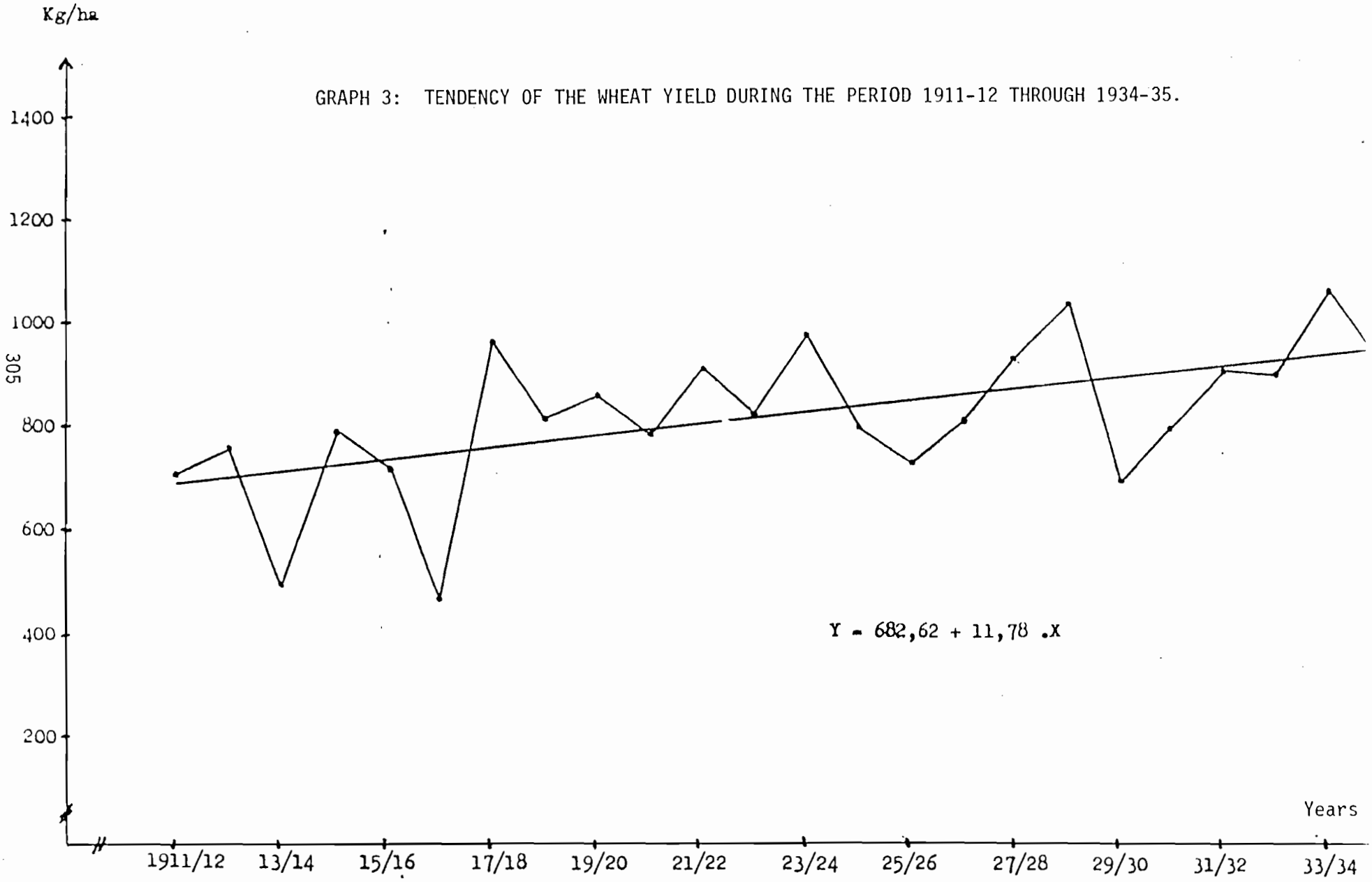
GRAPH 1: TENDENCY OF THE AREA PLANTED WITH WHEAT DURING THE PERIOD 1899-1900 THROUGH 1982-1983.

BEST AVAILABLE COPY

GRAPH 2: TENDENCY OF THE AREA PLANTED WITH WHEAT DURING THE PERIOD 1973-74 THROUGH 1982-83.

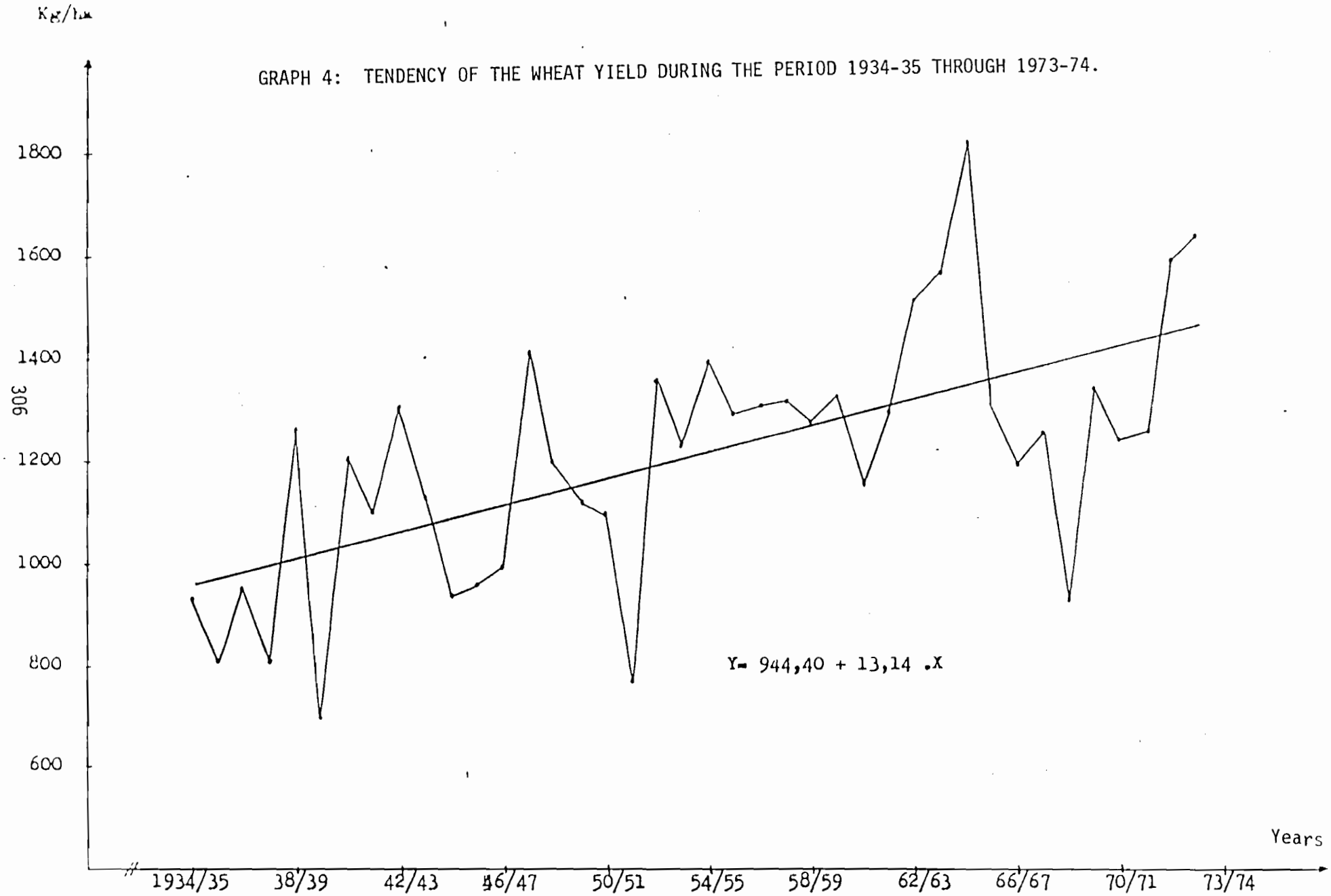


BEST AVAILABLE COPY



GRAPH 3: TENDENCY OF THE WHEAT YIELD DURING THE PERIOD 1911-12 THROUGH 1934-35.

GRAPH 4: TENDENCY OF THE WHEAT YIELD DURING THE PERIOD 1934-35 THROUGH 1973-74.



GRAPH 5: TENDENCY OF THE WHEAT YIELD IN THE COUNTRY DURING THE PERIOD 1973-74 THROUGH 1982-83.

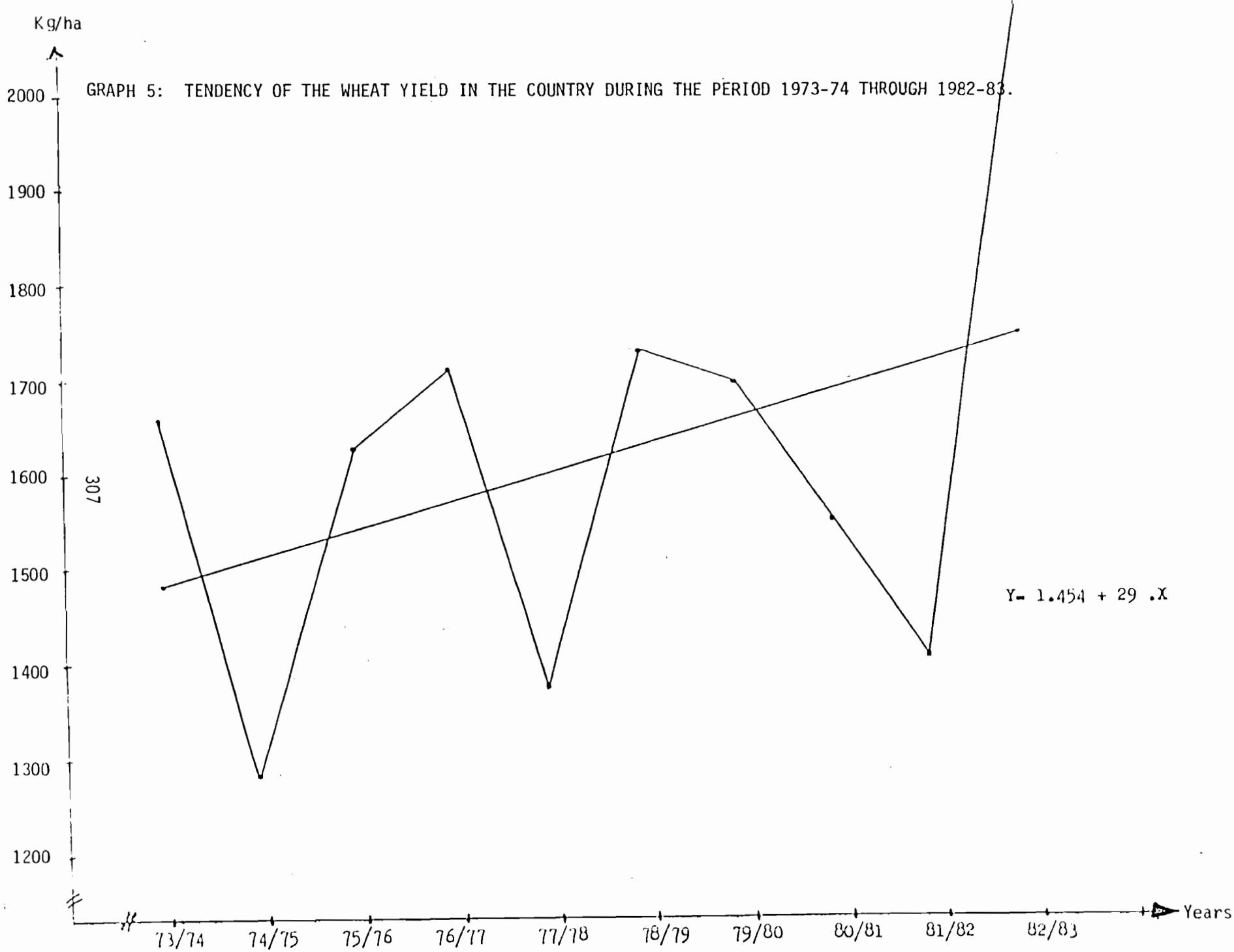


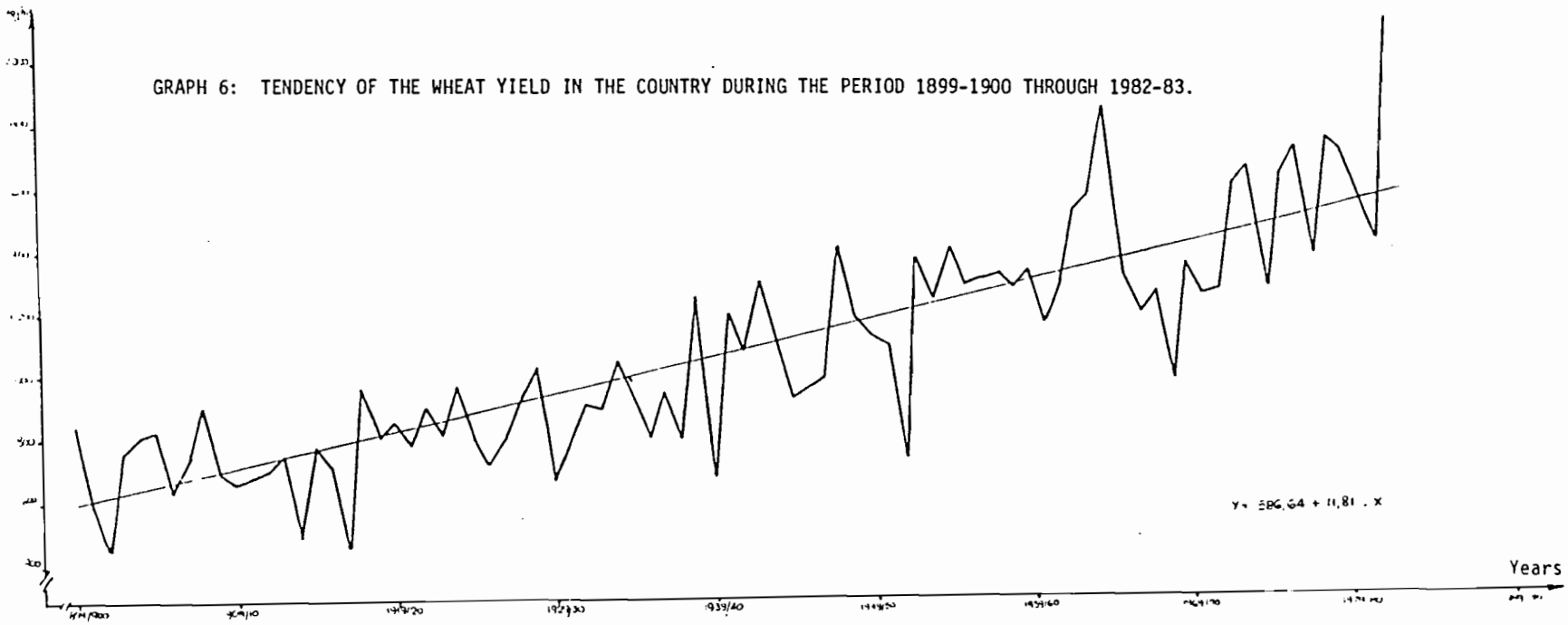
TABLE 4

WHEAT YIELD IN THE MAJOR PRODUCER COUNTRIES

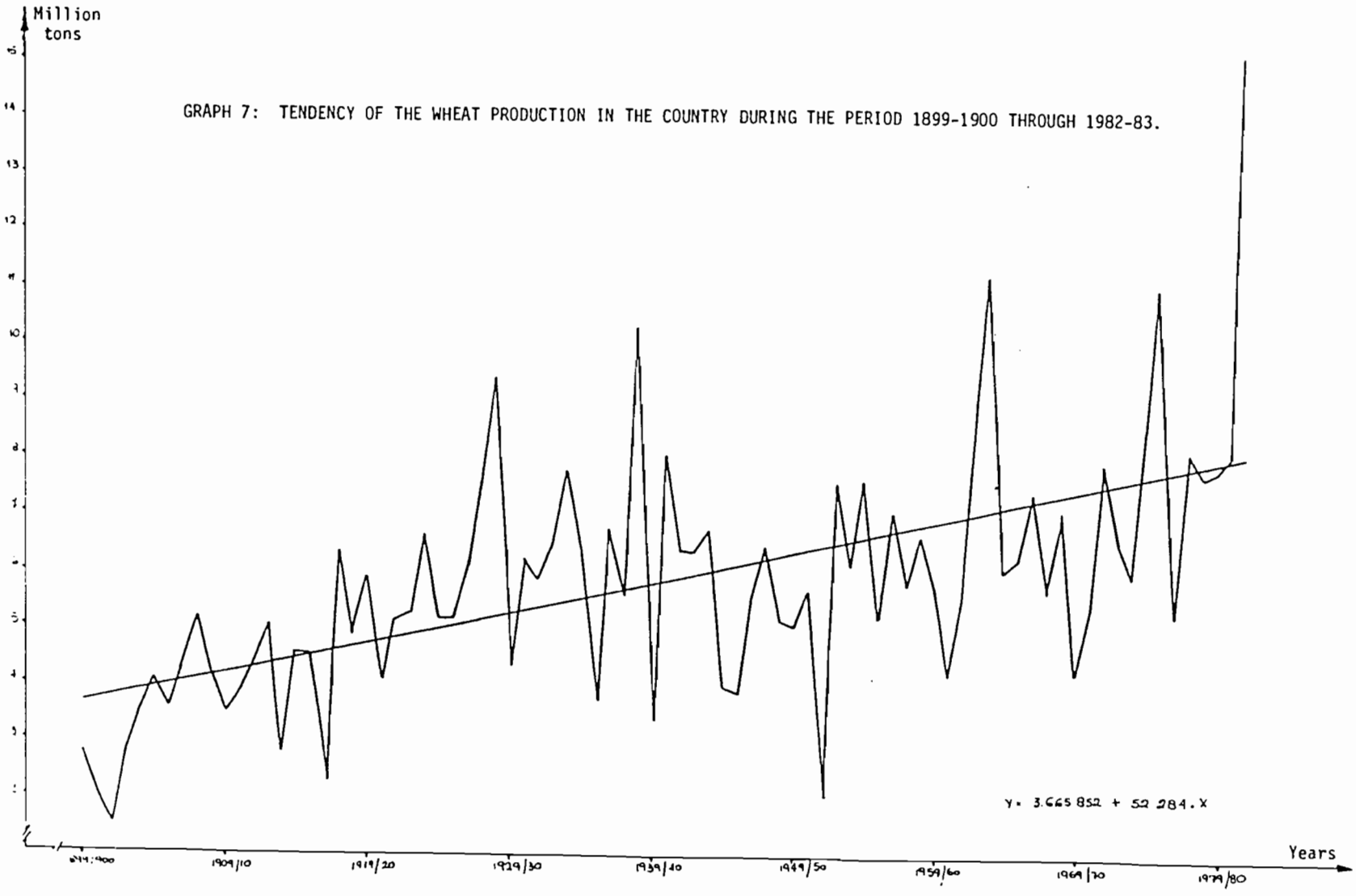
KILOGRAM PER HECTARE

COUNTRY	AVERAGE 1976-80	AVERAGE 1954-58	INCREMENT	
			KG/HA	%
RUSSIA.	1.637	1.010	627	62
U.S.A..	2.152	1.442	710	49
CHINA.	1.751	1.055	696	66
INDIA.	1.456	724	732	101
CANADA.	1.884	1.036	578	44
FRANCE	4.593	2.230	2.363	106
TURKEY	1.816	986	830	84
AUSTRALIA . . .	1.271	1.132	139	12
PAKISTAN. . . .	1.444	782	662	85
ITALY	2.605	1.816	789	43
ARGENTINA. . .	1.627	1.324	303	23
WEST GERMANY .	4.698	2.902	1.796	62
WORLD AVERAGE .	1.830	1.190	640	54

GRAPH 6: TENDENCY OF THE WHEAT YIELD IN THE COUNTRY DURING THE PERIOD 1899-1900 THROUGH 1982-83.



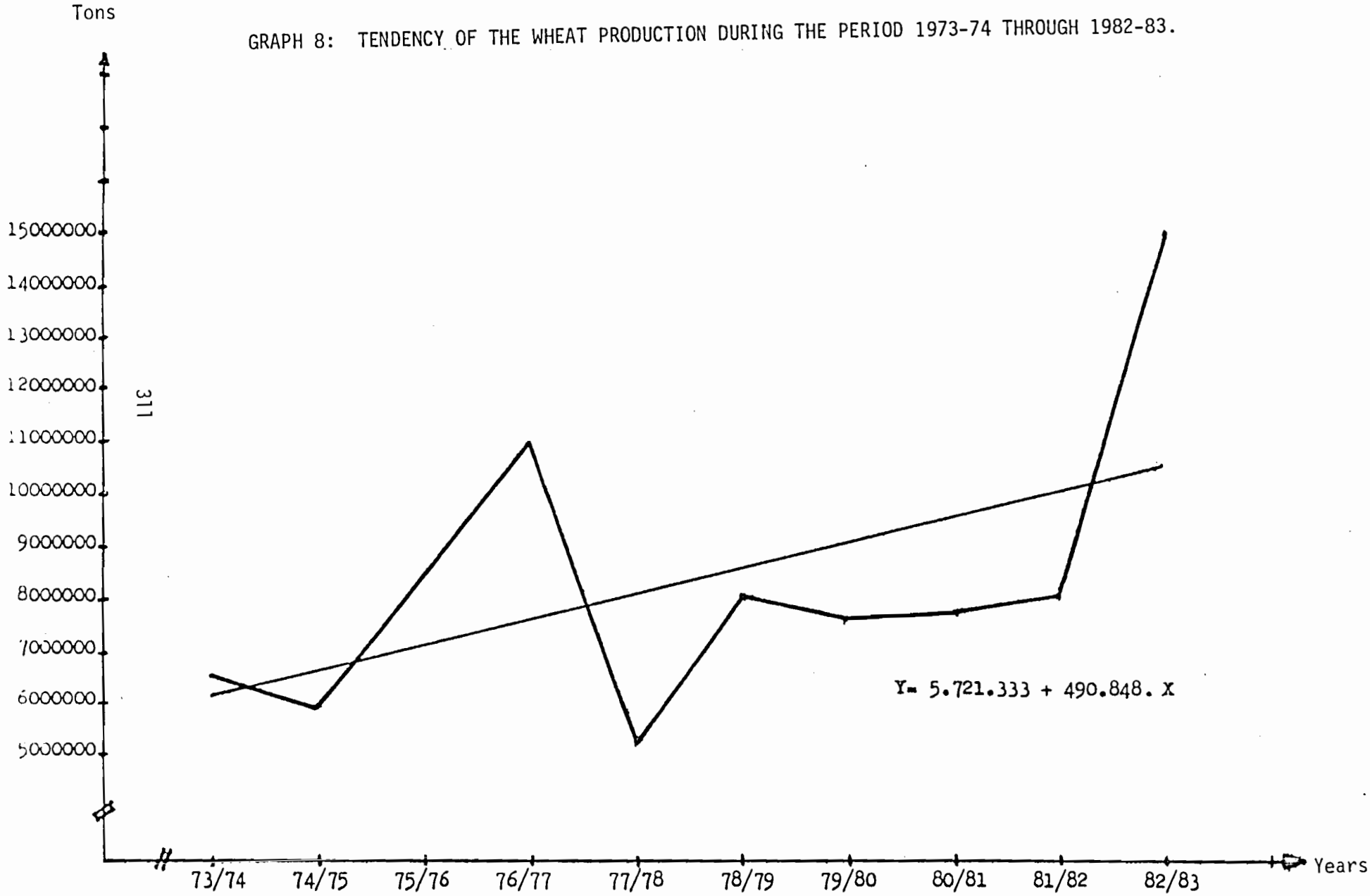
BEST AVAILABLE COPY



GRAPH 7: TENDENCY OF THE WHEAT PRODUCTION IN THE COUNTRY DURING THE PERIOD 1899-1900 THROUGH 1982-83.

BEST AVAILABLE COPY

GRAPH 8: TENDENCY OF THE WHEAT PRODUCTION DURING THE PERIOD 1973-74 THROUGH 1982-83.



THE PRODUCTION OF WHEAT IN OREGON

W. L. McCuistion

The state of Oregon and its neighboring states of Washington and Idaho are referred to as the Pacific Northwest Region. This region is extremely diverse in altitude, annual rainfall, maximum-minimum temperatures, etc. Wheat is widely distributed across the state of Oregon and the Pacific Northwest Region. The primary winter wheat-producing region of Oregon is located in the northern one-third of the state. There are more than 170 agricultural commodities being produced within the state of Oregon, however wheat has by far the highest total area, production and gross sales of all edible crops. The area of harvested wheat, average yield, total production and amount of gross sales for the state of Oregon and the Pacific Northwest are reported in Table 1.

Table 1. Area, Production, and Gross Sales of Wheat in Oregon and the Pacific Northwest - 1982

Area	Area Harvested (ha)	Yield (kg/ha)	Total Production (tons)	Gross Sales (millions$)
Oregon	486,000	3629	1,759,091	$ 254.8
Pacific Northwest	2,243,700	3600	8,127,273	$1,177.1

The extreme western states of the United States have historically produced soft white wheats and Oregon, being north of 42 degrees N latitude, produces predominantly winter wheat. The percentage of each market class and total production in Oregon are presented in Table 2.

Table 2. Wheat Production in Oregon by Market Class - 1982

Wheat Class[1]	% of Total	Total Production (tons)
Common White-Winter	85	1,495,227
White Club - Winter	7	123,136
Hard Red - Winter	2	35,182
White & Red Spring	6	105,546
	100	1,759,091

[1]Classification of wheat quality in the U.S. system is based on textures of the endosperm.

A small percentage of the soft white winter wheat area is devoted to production of club wheats (Triticum compactum). This market class of wheats has good adaptation to the low rainfall region where drought and winter stresses are common. The cultivars that have been developed and grown for many years in this region do not contain high yield potential, however, they do have excellent soft white wheat quality. The end products from these wheats are primarily pastries and some export for Japanese noodles and sponge cakes. To meet the quality standards, the wheat must be developed with low protein and gluten content, high flour yield, good texture, viscosity, and acceptable cookie diameter. There are also small percentages of hard red winter and spring wheats being grown primarily in the lower rainfall regions. These classes must have high protein content, good gluten strength, and balanced milling and baking properties.

Livestock are very prominent in Oregon agriculture thus requiring a large volume of grain and fodder crops. An active breeding program for feed grains, including wheat, barley and triticale, is designed to produce highly palatable vegetation, high grain yield and a high level of protein in the grain. All of the quality standards are closely monitored throughout the varietal development program of the cereal project. Grain protein and hardness values are obtained in our laboratory using an infrared analyzer. Complete quality analyses are provided for the program from the regional quality laboratory.

There are five major types of cereal production regions within the state of Oregon. These are based primarily upon the quantity and distribution of available moisture during the crop season. The three rainfall zones are classified as low, intermediate, and high having <400, 400 to 600 and >600mm respectively. The three ranges of mountains traversing the state in a northerly-southerly direction and the bordering Pacific Ocean are major factors influencing these climatic zones.

There are several irrigated regions within the state either applying water by surface, or sprinkler using mobile wheel lines or large central pivot irrigation systems. The large Columbia River serving as the northern boundary of Oregon provides an abundance of water for irrigated crops and hydroelectric power.

Cropping Systems

The cropping systems for each of the production regions are quite different as shown in Table 3.

Table 3. Cropping Systems in the Major Cereal-Producing Regions in Oregon

Production Region	Crop Rotation
Low Rainfall <400mm	Wheat - Fallow - Wheat
Intermediate Rainfall 400-600mm	Wheat - Beans or Peas
High Rainfall >600mm	Wheat - Grass or other seed crops
Circle Irrigation	Alfalfa - Wheat - Potatoes
Irrigated Valleys	Sugar Beets - Wheat - Onions

The low rainfall region has a specific management system for conserving moisture and cropping once each two years. This will be presented in detail by a colleague in a later paper. The intermediate rainfall zone follows an annual cropping system either rotating wheat with beans and peas or wheat following wheat. The increased incidence of cereal diseases, insects and weeds, especially Bromus tectorum, encourages the grower to rotate crops, when possible. The high rainfall zone lying between the high Cascade mountain range and the Pacific Ocean is ideal for production of seed crops. Various types of grass, vegetable, and other seeds are produced in large quantities and exported throughout the USA and the world. Wheat is rotated with these seed crops and some growers also produce wheat after wheat for several years. There are large reductions in yield of fields growing continuous wheat from take-all root rot (Gaeumannomyces graminis var. tritici Walker).

Large areas of previously uncropped sandy soils in the low rainfall zone of central Oregon and Washington have been developed by installing pivot-sprinkler irrigation systems with water provided from the Columbia river. High yields of alfalfa, wheat, and potatoes can be obtained from these areas, however, there are a number of complex problems of disease incidence and balanced soil minerals that must be resolved to maintain the high yield potential. Several irrigated valleys throughout the state produce row crops such as sugar beets and onions and wheat is grown in rotation. The wheat varieties developed for the irrigated and high rainfall regions must contain strong straw and semi-dwarf height to resist lodging.

Management Practices

Management practices utilized for production of wheat throughout the state vary according to total rainfall, topography, soil type and depth, prevalent diseases, and weed species. In the high rainfall region of western Oregon, soil depth and drainage dictate yield potential ranging from 9500 kg/ha in the deep, well drained soils to 4000 kg/ha on the shallow hill and poorly drained soils. Seed bed preparation is extremely important for good stand establishment, aeration, and water penetration. If the wheat crop enters the winter with a well-developed root system and good vegetative growth, it will provide better protection from excess water erosion, competition for any weed development, and survival from cold temperatures and diseases. Planting date is critical in this region. The growers are encouraged to plant around October 15th with low risk of take-all disease, earlier than this date if soil drainage is a problem and soils are well drained. In addition to late planting, the severity of take-all disease can be reduced by banding an ammonium nitrogen, phosphorus, sulfur, and chloride fertilizer at planting time. Any factor that stresses the plant during the seedling stages of growth or during the winter months increases the disease. Damage from standing water, especially in early seedling growth and after spring growth begins, can be severe. Soils in this region have low pH levels and require applications of lime every two to four years. Liming is required for soils having <pH 5.8 level.

Soil testing is available at federal, state, and private institutions throughout the state and farmers use these services regularly. Fertilizer recommendations are based on soil test values obtained from laboratory analyses. Nitrogen is the plant nutrient most commonly restricting yield

in all wheat-growing regions. The OSU Extension Service provides fertilizer guides for the grower to assist in choosing proper rates of nitrogen, phosphorus, potassium and sulfur for application in the fall or spring. The fertilizer recommendations are based on a) realistic estimates of yield potential, b) a soil test evaluated before time of application, and c) amount and distribution of fall and winter rainfall. An example of normal recommendations of nitrogen fertilizer for wheat following various crops in the high rainfall region can be observed in Table 4.

Table 4. Normal Recommendations for Fall and Spring Application of Nitrogen in the High Rainfall Zone

Crop	Nitrogen Rate Fall	Nitrogen Rate Spring
Wheat after wheat or grass seed	20-40	120-140
Wheat after grain legumes or row crops	None	80-110
Wheat after perennial legumes	None	60-90

Recommendations for fertilizer use in the low rainfall zone will be presented in a later paper. There is a large consumption of Nitrogen and Phosphorus fertilizer by the wheat producers within the state of Oregon.

Cereal Research Activities

There are a large number of agricultural research centers within the state of Oregon; however, cereal research has been restricted to primarily eight experimental stations representing the climatic zones referred to previously. The major experimental sites are Sherman County (north central Oregon 200mm rainfall), Pendleton (northeastern Oregon, 500mm rainfall) and Corvallis (west central Oregon, 1000mm rainfall). There are also secondary centers of cereal research representing pivot-sprinkler irrigation at Hermiston (northeastern region), irrigated valleys at Ontario (extreme east central Oregon), Madras (central Oregon) and Klamath Falls/Medford (extreme south western Oregon).

Major research activities occurring within the public sector are funded by the state of Oregon, Oregon Wheat Commission, USDA (United States Department of Agriculture), USAID (United States Aid for International Development), NSF (National Science Foundation), NIH (National Institutes of Health), NASA (National Aeronautics and Space Administration) and competitive grants.

Plant protection activities in cereal research are very broad and interdisciplinary in scope. Most of the major cereal diseases can be observed within the cereal production areas of the state. There is also a number of weed species that remain difficult to control. Insect pests attack directly and are also interrelated with diseases on the wheat crop. A majority of the research activity in plant protection of wheat involves the wheat breeders, geneticists, soil scientists, cereal pathologists, entomologists, agronomists, and weed control specialists. The goal of breeders and agronomists is to obtain maximum control of crop pests through development of resistant wheat varieties and effective management systems.

Occasionally pesticides are utilized for early developing Septoria species, Cercosporella foot rot, and aphids serving as the vector for Barley Yellow Dwarf Virus. A number of highly effective chemical herbicides are available and applications are commonly practiced as required during both the fall and spring seasons.

Multiplication and Distribution of Seed

Varietal development and multiplication have been maintained within the public sector for many years and there is very little competition by the private sector in the state of Oregon. The wheat breeders are responsible for the development of the initial head rows for breeders seed. There is a Foundation Seed project within the Crop Science Department that manages the further increase from breeders to foundation seed under contract with selected growers. The seed is then advanced to the Crop Improvement Association, within the University, which maintains responsibility for final increase of certified seed for sale to the farmer. Pressure of diseases, especially stripe rust, as they develop ability to attack existing commercial varieties forces varietal change of wheat and barley on an average of 5 to 7 years. The wheat breeding program has been able to release improved varieties to fulfill the needs of the grower. However, there is a desire to combine additional plant characters to reduce the risks possibly faced by the farmers.

Harvest, Storage, Transportation and Distribution

The wheat crop being produced has accumulated considerable costs by the arrival of harvest season. Thus, the harvest must be fast and efficient and good storage facilities provided. The size of the growers wheat crop may range from 100 to 1000 hectares requiring maximum mechanization of harvest and transportation of the grain. A large percentage of the harvested grain is stored on the farm or in large elevators located in the major cereal regions. Approximately 85 percent of the wheat production in Oregon is exported from the United States. Highly organized marketing agencies have been developed for the transportation and distribution of cereal grains within the United States and for foreign markets.

Extension Service

A cereal extension specialist on staff in the Crop Science Department is responsible for coordinating extension activities throughout the cereal growing regions of the state. Extension agents are located within the counties producing cereals and it is their responsibility to interact directly with the producer to keep him informed of present recommendations and new information resulting from research. Wheat growers within the state are very active and strongly support cereal research and extension activities.

IMPROVEMENT OF BREAD WHEAT IN ARGENTINA

Alfredo Calzolari and S. Garbini

INTA Program

Wheat production in Argentina extends over a widely diverse area having different ecological conditions. It is geographically located between 31 and 40 degrees south latitude and 58 and 65 degrees west longitude of Greenwich. It spans approximately 1,000 kilometers from north to south and 500 kilometers from east to west. Annual precipitation ranges from 700 to 900 millimeters in the humid pampean region to 400-700 millimeters in the semi-arid zone.

Within this extensive region, there are variations in weather and soil type that influence the varietal characteristics and agricultural practices of the crop. Because of these factors (size of the area and differences in climate and soil type), the wheat pampean region is divided into seven ecological subregions as follows:

Subregion I
Subregion II North
Subregion II South
Subregion III
Subregion IV
Subregion V North
Subregion V South

Outside the pampean region, wheat is cultivated in a limited area of approximately 54,000 hectares in the northwest and 65,000 hectares in the northeast. The breeding programs for the major species attempt to address the deficiencies in the designated production areas. The major objective should be to achieve stable and economic production of high yields and good quality for the farmer and the consumer.

The breeding activity at the INTA experiment stations has a history dating back to the beginning of the present century. During this 60-year period, the scientists who dedicated their lives to this tremendous task have influenced the process of genetic improvement in not only their own country but the entire world.

Since initiation of wheat in the country, the basic problems being confronted are: production, disease resistance and quality. The latter, quality, was brought about by the demands of the consumer market. In searching for solutions to these problems, the breeders worked first with exotic populations, then with selections of progenies resulting from crosses among these populations. The extensive use of these materials increased genetic variability in comparison to the earlier varieties. Although this system of variability was restricted, the selection of some progenitors brought an important and systematic advance in the general improvement of milling and baking quality. There was also adequate resistance to *Puccinia recondita tritici*. However, there was little variability for resistance to other pathogens (e.g. *P. graminis tritici*). There was also minimal potential for increased yields in this early breeding material (Favret, 1967; Ernie, 1969).

The stagnancy of wheat production in this country was evaluated by INTA in 1961. As a consequence of the discussions, and based on the experience of other countries that had drastically increased yield levels using germplasm of Mexican origin with high productivity characteristics and improved cultural practices, the decision was made to include the official breeding material of Mexican origin. This material was crossed with the best traditional cultivars. Selection in segregating populations was conducted under the conditions of the Argentinian wheat region. Subsequently, the Mexican germplasm was also utilized by private wheat breeding programs. General use of the CIMMYT germplasm can be noted in the number of registered cultivars containing parental materials of that origin.

The varietal improvement program was initiated in 1962 and began to produce results in 1971 with the release of the first varieties with high yield potential into commercial production. The INTA Varietal Wheat Improvement Programs are conducted at the following experiment stations throughout the Argentinian wheat region:

E.E.R.A. Balcarce
Chacra Experiment Station of Barrow
E.E.A. Bordenave
E.E.R.A. Marcos Juarez (program's headquarters)
E.E.R.A. Parana
E.E.R.A. Pergamino
E.E.R.A. Saenz Pena

The Genetics Department of INTA Castelar has been conducting research for many years, in wheat immunology and disease control of the new wheat cultivars from private and official nurseries before and after their release to the farmers.

Each one of the experimental stations that participate in the breeding of varieties is located in an ecological area with specific characteristics. Breeding activities at each station include general objectives relating to the specific problems within each zone.

General objectives of the wheat genetic improvement program of INTA are as follows:

a) High yield potential. Newly developed and released varieties should have the genetic ability to take advantage of high levels of fertility and stored soil moisture. This genetic ability should be translated into significant yield increase per unit area.

b) Good resistance to diseases and insects.

The development of wheat varieties with good levels of resistance to the majority of diseases and insects is another important effort in the program of INTA. The following diseases may cause damage with attacks varying in intensity from year to year.

- *Puccinia graminis tritici*
- *Fusarium graminearum*
- *Puccinia recondita*
- *Septoria nordorum*

- Puccinia striiformis

Other wheat diseases which may appear in the country without causing major loss in production are the following:

- Tilletia spp.
- Ustilago tritici
- Erysiphe graminis tritici

Within the objectives for diseases, it should be mentioned that there is concern among the staff for a better knowledge of the complex virus-plant losses that have been affecting the wheat production in neighboring countries. There are no reports of serious concern for viruses in Argentina at the present time.

c) Commercial and industrial quality. This objective for industrial and commercial quality is to develop new varieties that can satisfy the demands of the consumer markets (internal and external).

d) Agronomic characteristics: The outstanding agronomic characteristics which a variety should display are: good tillering; good vegetative development; resistance to lodging; good vigor; good number of spikes and other characteristics that contribute to increased yields.

e) Adaptability: There is a desire to obtain varieties that have wide adaptation. This means that a given cultivar does well over years and variable locations.

At the present time , the above mentioned objectives are common to all wheat improvement programs at the different experiment stations. Several specific or regional objectives are as follows:

a) Intermediate vegetative cycle (EERA Marcos Juarez): Cultivars are needed for early planting before the winter drought in Subregion I and north of the Subregion II.

b) Late vegetative cycle, resistance to drought, cold, and late frost (EERA Bordenave). This wide region (Subregion V South) has very peculiar ecological characteristics and the vegetative cycle is critical in resisting or avoiding damage from drought, freezing or late frost. The late vegetative cycle is also an objective considered at the Chacra Experiment Station of Barrow.

c) Early vegetative cycle (EERA Pergamino). Early heading and maturing cultivars are important in the area of EERA Pergamino. The cultivation of wheat is an important part of the double annual wheat-soybean crop system .

For better results with such rotation, it is necessary to have early (130-140 days from planting to maturity) lines. We will now consider three essential aspects of conventional breeding methodology as regard self-pollinated varieties of the INTA program. The program involves the production of genetic variability, selection in segregating generations from self-pollination, and evaluation of the advances lines obtained. We will mention certain outstanding characteristics some of which will be common to other programs.

To increase the probability of isolating superior genotypes in a plan of genetic

improvement it is necessary to conveniently increase the genetic divergence of the material to be utilized. It is necessary to consider progenitors of very diverse origin, to study them adequately determining their positive and vegetative characteristics. The best of these can be in a crossing program. These are the basic guidelines followed by the breeders located at different participating experiment stations.

The annual crossing program can be divided into two periods; the first is carried out during the winter season at the respective experiment stations according to their general regional objectives. The second period takes place in the CIMMYT nurseries at CIANO, Sonora, Mexico, during March and April. A group of selected parents of Argentine origin is planted in the same field as the CIMMYT crossing blocks and crosses are made based on a program developed in Argentina. The most promising CIMMYT germplasm is used to make simple crosses which are the basis for the double and top crosses normally carried out in the Argentinian winter. Some three and four way crosses are completed and, in this way, it is possible in one year to obtain segregating material from the combination of several progenitors.

To complete the discussion on developing genetic variability, data on the progenitors are collected and stored. Seed is also increased and stored.

The second program area for discussion is the handling of the segregating material at the experimental stations. The guidelines of the pedigree method are followed at the majority of locations. However, some programs use a combination of the pedigree and bulk methods. As regards breeding methods, it would be interesting to exchange ideas with seminar participants about the characteristics of the pedigree method. These characteristics measure the genotype-environment interaction of different genotypes throughout different years which evaluate the efficiency and the reliability of the method. There may be experimental stations where the pedigree method is not the best suited. The selection process is carried out in the field for the majority of the traits. Industrial quality is evaluated in the laboratory of the EERA Marcos Juarez in early (F_3 seed test: Prldhrnkr) and in advanced generations (complete analysis of commercial, industrial, and baking quality).

The selection process is accelerated by a summer planting in EERA Balcarce which allows two generations per year. It is necessary to analyze the pros and cons of this off-season planting because of very unfavorable environmental conditions. The only advantages of this method are the advancement of generations, the application of good selection pressure for resistance to *P. graminis tritici* and perhaps a higher adaptability of the selected genotypes.

It has generally been concluded that generally the pedigree method alone or combined with the bulk method, provides the best means of identifying genotypes with the greatest number of desired traits while selecting toward homozygosity. The third program area for discussion is related to the methods of evaluation of the advanced segregating populations. These methods permit efficient evaluation of the material. In a breeding program, it is essential to eliminate the undesirable material as soon as possible, avoiding the expenditure of money and resources in work that will not lead to positive results. This is very important to a successful breeding program. Qualitative traits which are influenced by few genes are selected in later generations prior to homozygosity. However, the selection for quantitative traits should preferably be completed in

early generations (F4 and F5) and stabilized in the latter stages.

The majority of the experimental stations participating in the program conduct two types of trials.

a) Preliminary tests: These trials are composed of lines from the breeding program that have not yet been totally stabilized. Because of the low amount of seed available, the trials are generally planted in only one location.

b) Regional tests: The entries in this trial have had outstanding performance in the preliminary tests and are genetically stabilized. The trials are conducted at locations throughout the Argentinian wheat region (this provides information on adaptation).

Precoz Parana INTA, Marcos Juarez INTA, Leones INTA, Calden INTA, Surgentes INTA, Diamante INTA, Balcarceno INTA, Chaqueno INTA, Saira INTA, Victoria INTA, Labrador INTA, San Agustin INTA, Chasico INTA, La Paz INTA, and Las Rosas INTA. Some of these varieties have had excellent acceptance among the farmers which is confirmed by their wide distribution and their influence in production.

In conclusion, and to summarize the program, it may be appropriate to remember how Ing. Godoy defined the program in his speech to the Stock Exchange of Cereals in Buenos Aires in 1979 while receiving the Cereal Stock Exchange Prize.

On this occasion, Ing. Godoy said, "The INTA program is an organized and integral way of approaching the investigation of the wheat crop that has had and will continue to have much importance in the economy of the country."

In a practical sense, the program is interdisciplinary among groups of investigators of the different experimental stations and institutions involving close communication.

From a purely technical point of view, the INTA program consists of a group of research projects addressing production problems that will hopefully be resolved in accordance with planned objectives, considering the requirements of the agriculture of the country as follows:

- "To obtain wheat varieties of high yield potential, good industrial baking quality for direct use in fulfilling the demands of the internal and external market, and adequate disease resistance to stability to production."

- "Regarding the technical support that the program must bring to wheat production, the research effort should produce results that an extensionist can transmit to the farmers as a part of the package of production practices to increase yield/ha."

IMPROVEMENT OF BREAD WHEAT IN THE "BUCK" NURSERY

Lisardo J. Gonzalez

Location:

The "Buck" Nursery is situated Southeast of the province of Buenos Aires, approximately 800km from Marcos Juarez, in La Dulce Partido of Necochea. The location is 72 meters above sea level and 30km from the coast. Its latitude and closeness to the sea provide a mild climate. Seasonally, there is a long winter and a short spring; summer has mild temperatures without marked fluctuations.

The soils are of Brunicen type with textural horizon B and they are placed over "duripanes of Tosca" (carbonate lime in plates) that are found at variable and discontinued depths. Our soils are rich in organic matter with mean values of 5 to 6%. The pH is moderately acid. Another characteristic is the low phosphorus content.

The environment conditions the entire process of selection, especially the period of wheat maturation that progresses slowly, normally lasting more than 50 days from flowering. This type of maturity results in good grain filling but the frequency of strong winds in preharvest during some years causes a marked shattering of the grain. The lines selected from this location normally carry good resistance to this stress.

This climate presents a disadvantage in selection for cold resistance, since the moderating effect of the sea hinders extreme low temperatures. We try to remedy this inconvenience by testing our material in two localities more exposed to lower freezing temperatures.

Average annual precipitation is 750 millimeters with a monthly maximum of 90 millimeters in March and a minimum of 48 millimeters in August. The fall season is generally rainy with relatively dry winters and intermediate springs and summers.

Despite the mentioned disadvantages, the locality of La Dulce is a privileged place from a wheat breeder's point of view. The cultivars selected there normally have good adaptation to Subregions IV and V South where 3,000,000 hectares are normally cultivated with wheat--more than 40% of the total area of the country

History

The history of the "Buck" nursery, which has been involved in wheat breeding for more than 50 years, can best be explained in three different stages based on the cultivars that were obtained in each stage. However, during this entire period of time, a work philosophy was maintained to progressively relate one stage with the other, taking maximum advantage of the favorable characteristics that were accumulated.

The first stage covers the period from foundation of the nursery until 1955. The following three varieties had good acceptance by the farmers of the southeast:

- Buck Quequen released in 1942. Pedigree = Gral/Urquiza-Lin Calel.
- Buck Atlantico released in 1952. Pedigree = Kanred-38MA X Lin Calel/ B. Quequen.
- Buck Pampero released in 1955. Pedigree = Sinvalocho-Cheg 3x9-10/33.

The first two varieties, which were cultivated for 20 years, both reached a wide distribution throughout the wheat region. Buck Pampero was a variety of "semihard" quality with very good adaptation for use as pasture. Its distribution was limited to the subregions of the south of the country.

The second stage (1955-1970) coincides with the inputs into the program of Ing. Carlos Buck, who assumed the technical direction, and the Ing. Kurt Heyle. From this stage, the following cultivars stand out:

- Buck Manantial released in 1965. Pedigree = Rafaele MAG-Buck Quenquen.
- Buck Namuncura released in 1971. Pedigree = Rap-Bar.
- Buck Cimarron released in 1972. Pedigree = Araf-Buck Relen.
- Buck Cencerro released in 1974. Pedigree = Ebom-Araf.

The abbreviated lines in these pedigrees that gave rise to these varieties are as follows:

- Rap: Rafaela MAG-Buck Pompero
- Bar: Baqe - General Roca
- Araf: Buck Araucan - Buck Quequen x Rafaele MAG
- Ebam: (Eureka-B. Quequen x B. Areucano/Buck Bolivar) Buck Manantial

All of these have the common parent Rafaela MAG and, with the exception of Buck Naposta, all contain good resistance to Puccinia recondita. This consistent performance is due to the accumulation of resistance genes over years of selection and the high heritability of these genes transmitted by the mentioned parent (Rafaela MAG).

Buck Manantial, in our judgment, was a landmark among the cultivars of long cycle because of its great yield potential. Even today, more than 18 years after being released for production, it still is cultivated on more than 150,000 hectares in the south of the Province of Buenos Aires in the districts of Villarino and Carmen de Patagones. Its distribution has decreased because of susceptibility to heat.

The cultivar Buck Naposta, derived from traditional germplasm, continues to maintain a wide distribution, especially in the subregion V South. During the last three years, it has surpassed 40% of the cultivated area in the mentioned subregion and 15% in subregion IV. This cultivar maintains high yields, even in soils of very low organic matter content, such as those in the southwest of the Province of Buenos Aires and La Pampa. It also excels because of great elasticity, permitting planting over a long period without reduced yields.

The third stage, beginning in 1970 to date, has been the period since the crosses with the material from CIMMYT were received on a large scale. Also, the introductions of segregating material were initiated. The Buck Nandu cultivar was selected from these first introductions. The material introduced from Mexico had a large group of lines that excelled. However, the major strengths of the material were very similar. In the first place, the major material that

excelled had resistance to shattering. Secondly, the growth cycle of the selected material could be considered as intermediate, not totally indifferent to photoperiod (daylight insensitive). Selection in our environment no doubt conditioned the germplasm that demonstrated good characteristics, making a difference between the lines of our nursery and those of the same origin selected by other institutions.

In 1976, the variety Buck Nandu having the pedigree Inia/Son64 x Tzpp-Y54 (Cm 23451) was released. The acceptance of this cultivar, especially in the IV subregion, was very quick, reaching 45% of the cultivated area by 1980. With this cultivar, the farmers of the southeast achieved yields of more than 6000 kilograms per hectare for the first time . This wheat is only grown in the southeastern region of Buenos Aires Province because of its susceptibility to Puccinia recondita and a fairly specific growth cycle. It is an intermediate wheat with certain requirements for in photo-and thermoperiod and susceptible to low temperatures.

The crosses initiated in 1970 between traditional and CIMMYT germplasm resulted in two new varieties: Buck Pangare having pedigree Buck Relen x Rafaela MAG Buck Pampero/Robur in 1979, and Buck Pucara having pedigree Buck Cimarron "S"/Cal Tob66 x BB-CC in 1980. Buck Pangare is a cultivar of intermediate to short cycle. Its acceptance has been slow but continuous. It has to compete in the southwest region with Buck Nandu, which has higher yield potential and more resistance to shattering. In the regions of the north it is used for earlier plantings than the classic variety Marcos Juarez INTA. Buck Pucara is a cultivar of intermediate to long cycle very high yield potential, determined by a good equilibrium between tillering and spike size. According to private estimates, during this agricultural cycle, this variety reaches almost 900,000 cultivated hectares among the subregions IV and V south.

Work Methodology

The breeding program is handled in two selection localities: La Dulce in subregion IV and Hughes (Sante Fe Province) in the subregion II North. The main program is located in La Dulce and supplies germplasm for the Hughes site. During the selection process genetic materials are kept independent of each other. In the subsequent evaluation stages, the material is tested at both locations.

(a) Breeding program: The crosses are classified into four types as follows:

1. Conventional/Traditional: Ten to twelve lines, chosen from promising material that has completed three years of yield trials, are crossed with all lines completing the second year yield trials. This program has been carried out in the nurseries for the last 30 years.

2. Crosses among early material: The parents selected for early crosses are lines which have had at least some selection at the Hughes experimental site. The major objective is to generate segregating material for the northern program.

3. Top and double crosses: The simple crosses, containing one totally foreign parent, are crossed with pure lines of traditional germplasm, or by other F_1s in which that same background predominates.

4. Backcrossing: Three years ago, a plan of backcrossing was initiated using varieties of wide distribution like Buck Neposte and Buck Nandu as recurrents. Some of these backcrosses were planted this year in a greenhouse and infected artificially with a mixture of Puccinia graminis races. The individuals that demonstrated resistance were transplanted to the field to select plants resistant to Puccinia recondita under natural condtions.

(b) Material selection: F_1: A part of the seed from the simple crosses is sent to a summer planting, to advance one generation and also to indentify those lines that are susceptible to Puccinia graminis. The summer season is the best time for development of this parasite in our region. Those crosses very susceptible are totally eliminated. This year we initiated a combining ability test including a large number of parents that will be evaluated by analyzing the F2 with estimates of genetic variance.

F2: Normally more than 600 of our own crosses of approximately 700 grams each are planted. A plant selection is made from most of them. To have an opportunity for better selection, the best F2 populations based on agronomic and disease data are replanted the following cycle in a bulk population. Following this procedure, a larger quantity of selected plants is obtained from the most outstanding crosses, giving better selection pressure in two different years. For several years, a set S x W F2 populations received from CIMMYT have been planted. We have only been able to select plants from approximately 15% of these F2 crosses. The majority of the material is very susceptible to diseases.

F3: As to the disease frequency, it is very low in La Dulce, even after artificial inoculations, we decided not to select for diseases in the F2 generation. We believe we overcome this inconvenience by selecting a large number of F2 plants, approximately 25,000, and subsequently planting a very large F3 population and increasing the selection pressure. The selection pressure is based on the yield data that we obtain from these small plots. Selection continues in the following generations, F4, F5, F6, in 50% of the plots of each preceding generation. The theoretical sequence would be the following: F3-6000 plots; F4-3000 plots; F5-1500 plots and F6-750 plots. The F6 is reached with a wealth of 300 different families.

(c) Evaluation of the selection material:

Of the homogeneous selected material, 130 lines are of long cycle and the rest of intermediate cycle. The selections are tested in three yield trials with six replications from early planting and two yield trials of intermediate planting. The same material is evaluated in a preliminary trial in another locality approximately 150 kilometers to the west (Laprida). The 200 lines are also evaluated by a greenhouse test available from the CICA using different races of Puccinia recondita and graminis.

The most advanced material totaling 40 lines are composed of 25 long cycle and 15 intermediate to short cycle. These lines are placed in three yield trials and sown in three different planting times in La Dulce. The most outstanding are placed in the tests of ETRE. This group of lines is placed in trials in six locations from south to north, as follows: La Pampa (V South), Laprida and Pieres in the IV, Pla in the II South, Hughes in the II North and Ombues of Lavalle in the Republic of Uruguay. Observation rows are planted of F6, F7 in those same locations and the rest of the advanced materials, a total of 440

rows, to observe their resistance to different plant pathogens.

All of the breeding material is space planted. Starting from the F3 generation, preliminary yield evaluation is used to support visual selection. This is the reason why, in our material, the predominant yield component is tillering. However, with the introduction of material from CIMMYT, we are trying to achieve a greater equilibrium.

(d) Evaluation of other materials:

Since 1970, international trials nurseries from the CIMMYT program have been evaluated. The IBWSN and IDSN have been continuously planted. Also the ISWYN and IDYN have been planted in some years. We have obtained very good lines for use as parents, but not to release from the beginning of this material. In recent years, we have found that the S x W crosses are better adapted for our environment. The Veery CM 33028 and Dover CM 38199 lines have yielded more than 5,000 Kg in several trials, but with very low gluten levels.

Also for the last three years, the IWSWSN from OSU has been evaluated. Some lines from this nursery have demonstrated very good performance such as the crosses: Bez//Cno-Gallo SWM 754493 and Rousalka/Cno-Gallo SWM 754082. The Cno-Gallo line derived from the CIMMYT program has been used heavily in ourbreeding programs because of its high potential and great adaptability. It was even being multiplied with the idea of being released commercially but was not because of its susceptiblity to Fusarium.

In closing, I want to emphasize that the responsibility of the program is shared by Ag. Ing. Fidel Bracers, Lic. Hilde Buck, and Ag. Ing. Ariel Lorenzo who is completing his post-graduate work at OSU in the U.S.A.

EVOLUTION OF THE WHEAT IMPROVEMENT PROGRAM OF KLEIN NURSERY, INC.

Oscar Antonio Klein

The wheat nursery was established 64 years ago in 1919. From then to the present time, 57 wheat cultivars were developed, the most recent one to be commercially released next year.

During this extended period, there have been major changes in the germplasm used in the breeding program, which may be divided into four stages:

First Stage: Cultivars were derived from selections among land races of the River Plate region and from hybridizations among these selections. Good agronomic characteristics and yield levels above those of the local varieties were obtained with soft and semi-soft breadmaking qualities. The varieties Klein Sin Rival and Klein Vencedor were derived from the cross between Barleta 7d x Americano 44d and were later widely used in breeding programs throughout the country.

Second Stage: Germplasm from a wide range of sources was incorporated into the program. The foreign varieties Marquis, Reliance and Hope had excellent breadmaking quality; Apulia and Ardito provided semi-dwarf growth habit and earliness and were derived from Argentine varieties such as Lin Calel, 38 M.A. and Standard F.C.S., which were sources of good agronomic and quality characteristics.

Since this genetic base was added to that of the first stage, very important cultivars were obtained that contributed to commercial quality and were widespread. I will give some examples:

Klein 32 = Ardito-Record	surpassed 13% of dissemination
Klein Acero = Ardito-Vencedor	reached 12% of dissemination
Klein Otto Wulff = Vencedor-Marquis	high quality; important because of its descendants
Klein Cometa = 38 M.A.-Klein Acero	reached 37% of dissemination
Klein 157 = Hope-Lin Calel	utilized as a dual purpose variety

Third Stage: Foreign and national material continued to be incorporated into the program; however, because of causes that are difficult to explain, these crosses did not give origin to any cultivar. The wheats obtained were generally crosses between cultivars from the previous stage or previously unknown lines. Thus, although it was not intended, from the 54 wheat cultivars, only 16 progenitors were common in the pedigrees. Big improvements in quality were realized and the precision of selection that was made oriented to obtain high corrective value. Manitoba type had complete success.

Outstanding cultivars in this stage were:

Klein Rendidor = Cometa "S"-Klein 33 "S" x Sinvalocho M.A.-Klein 33 "S". Reached more than 9% of dissemination.
Klein Atlas = Klein Rendidor x Klein Lucero - Klein 157
Klein Impacto = Klein Lucero - Klein 157 x Klein 157 - Klein Orgullo
Klein Toledo = Klein Atlas "S" x Oitest K-209-45 - Klein Lucero

This third stage was satisfactory until the middle of the 1960s when new strains of Puccinia such as Race 15 (63) of P. graminis tritici and Race 77 NS of P. recondita appeared. With the reduced genetic base that I mentioned earlier, the majority of the lines, many of them in advanced trials for prerelease, were found susceptible to the new races, and it was necessary to eliminate a very large percentage of the material in development. Consequently, the rhythm of appearance of new cultivars slowed down noticeably.

Fourth Stage: After 1970, the introduction of germplasm from CIMMYT began, first in a very small volume and later, after 1973, on a grand scale. These materials came from the following CIMMYT nurseries:

(a) IBWSN
(b) ISEPTON
(c) F_2 DRYLAND
(d) F_2 S x W
(e) Crossing block B.W.
(f) Lines from F_2 to F_8 directly selected by us in CIANO

Crosses with Argentinian varieties, double crosses and top crosses, were immediately initiated to increase the variability of the segregates. From the lines incorporated in more advanced filial generations, some of the promising characteristics were quickly isolated. In 1976, we considered the possibility of soliciting the release of a line from the cross Ciano "S" x Nad 63 - Chr "S"/Son 64 - Kl. Rend. x Bb. It was not subsequently registered because of differences in the analysis.

In 1978, we obtained the release of the Klein Chamaco cultivar derived from a selection in a population of F_4 plants received from CIANO and further selected in Pla. The original cross was carried out by the Ing. Carlos Buck in Mexico using an unknown line from his nursery as the female progenitor and a line from CIMMYT as the male progenitor:

Klein Chamaco = Relen x Bage - Petiso [Bb-8156(12300 x Massaux No. 5 - Gaboto/Jaral "S"]

This cultivar has demonstrated a high yield potential, high spike fertility, good quality and an acceptable level of resistance to diseases, though with increasing levels of infection of P. recondita. In the results of the last triennium of the ROET, Klein Chamaco has been in first place in yield per hectare among the materials of short cycle for all the subregions with the exception of 5 North.

In 1982 and 1983, we distributed seed of the Klein cultivar Atalaya derived from the cross of CIMMYT: No. 66 - Bb 4a x CC - We. As in the case of Klein Chamaco, we obtained the material directly from an F_4 population in CIANO and it was selected in Pla until F_9 before achieving the required homozygosity. Even though this cultivar has been released recently, we know it has a very high yield potential and good resistance to diseases. It consistently displays spotted glumes, apparently caused by brown-necrosis.

In the present year, the newly released cultivar Klein Cartucho, derived from the CIMMYT cross of: Jup 73/Pj 62 - WRT x Quality has been accepted. This

material was received in the F_2 generation and the entire process of selection was completed in Pla. It has very high resistance to P. recondita and to other diseases. Based on the results of trials in the district of Alberti and the district of Necochea, it appears to have a high production capacity despite its rolled flagleaf after heading and lack of uniform height of spikes after heading.

For the immediate future, the breeding program initiated after 1970 is very promising. We have three lines of long cycle which will be presented for release in 1984. Two of them have germplasm from CIMMYT and one is totally traditional. There are a large number of promising lines in yield trials and a good volume of segregating material. The lines of highest yield of last year's trial have been from S x W crosses, for example, SWM 1431 = Kavkaz - Bb II 4 "S". This line has its weakest point in quality and we have made and continue to make crosses with them to try to improve this aspect, preserving its high yield.

To give an idea of the actual size of the program, I will point out that we carry out some 600 annual crosses and the following numbers of plots are sown for each generation:

F_1 546	F_4 2629	
F_2 2743	F_5 1246	
F_3 3767	F_6 1001	132 lines in preliminary tests
	E.C.R. 2758	88 in advanced tests

To this must be added the crossing block, cooperative trials with the Buck nursery, several fertilization and micronutrient trials, durum wheat trials, F_2 S x W, F_2 Dryland, ISEPTON, IBWSN, ROET trials, etc.

Our breeding program is conventional for self-pollinated crops with individual plant selection. We develop the crosses principally within an annually prepared block with some 80 entries considering resistance to diseases, yield, and quality. In the F_5 generation, the selected plots are harvested in bulk and milled for quality analysis which includes gluten strength and alveogram. The remaining seed is used in the yield trials.

At the level of selection in F_5, the percentage of grain or relationship of grain/straw or harvest index is considered quite important. This has been a long standing practice for individual plots. It is considered to be more valuable data than grain yield, since it suffers less modification by environmental conditions, soil fertility or lack of plot stand.

The harvested material in the E.C.R. is also subjected to industrial quality tests. In addition to the analysis mentioned for the F_5 the tests of gasification, farinogram and baking are included for these materials. One of the reasons for the success of our program may also be the geographical location of the experimental site. We are located at 55 meters above sea level, 35 degrees south latitude, 60 degrees west longitude with an average annual precipitation of 960 mm and without excessively prolonged droughts. There is

good assurance for an annual harvest since from 1967 to date we have not lost one nursery.

Since 1974, we have changed the alternate crop on the experimental wheat field from corn (common practice for the majority of the commercial wheat fields in the region) to soybeans. The average yield of the traditional cultivar Klein Toledo without fertilization in the seven years following corn was 1900 kg/Ha and has increased in the following eight years to 2834 kg/Ha following soybeans. Since other techniques of soil preparation were also adjusted, it is difficult to calculate how much of this 49% of yield increase and crop security is from the soybean crop.

This good yield and crop security, added to the fact that for several years we fertilized all of the segregating populations and the E.C.R., allow us to detect the lines with high potential. On the other hand, the tests in Pla appear to be fairly representative of the yield of a cultivar in almost all the wheat subregions, with the exception of subregion IV. We generally identify those varieties from other nurseries with wide adaptability during the first crop year.

In our future program, we must address the following problems:

(a) low levels of quality and protein content associated with many lines of high yield. We are attempting to overcome this problem by combinations with high quality material.

(b) susceptibility to Septoria and Fusarium.

(c) resistance to shattering. This is a problem in the zone next to our nursery and is a problem in other wheat areas of Argentina.

HYBRID WHEAT PROGRAM OF CARGILL IN ARGENTINA

Nestor Machado

Initiation - Available Means

The initiation of a breeding program dedicated to wheat in the Cargill/Argentina, was based on the knowledge of the technical feasibility of "hybrid wheat". A decision was made in 1967 to begin breeding programs in the USA and Argentina. Subsequently, a third program was initiated in France and this year, 1983, a fourth program was added with a private company in Australia. Sixteen years of investigation have resulted in the first commercial hybrid lines in the USA and in two more years hybrid lines may possibly be a reality in our country. Despite the discouraging situation for exporters of wheat worldwide at the present time, the company maintained its interest, and fortunately the corresponding budget for this investigation. There are three breeders in the USA, three in Argentina, one in France, and one in Australia.

In 1970, the wheat experimental site was located in the ecological Subregion IV near the city of Necochea. This location is complemented by the other two sites located in Pergamino (ecologic subregion IIN) and on the 9 de Julio (ecologic subregion IIs). With three experimental sites, each one with its own installation, it was possible to establish a net of trials that encompass the most important production zones of our country.

From the beginning of the program, the mechanization of the research activities was considered and the following equipment was purchased: three experimental planters with OYJORD distributors; two Hege harvesters, and one planter with cones of occlusive design were available. The installation of a greenhouse was necessary to accelerate the backcrossing to obtain sterility.

The milling and baking quality, which is very important for any breeding program in our country, is evaluated in our own laboratory using the determinations of Milling, Ash content, Gluten, Alveograph, Farinograph, and Baking.

To advance some populations of selected material from Pergamino, a planting is made out-of-season during December in Necochea. Irrigation equipment is available to help obtain viable grain by April. The material susceptible to *P. graminis* is then discarded.

General Organization

As we mentioned, the program is orientated toward obtaining hybrid wheat and it is divided into three main work areas as follows:

- obtaining B lines. Conversion to A
- obtaining R lines.
- Production and evaluation of hybrids.

The Company's production sections are in charge of the subsequent field operations.

The usual methods of variety development are followed for development of B lines. In addition, characteristics related to cross pollination are included

in the list of considered traits. Since genetic variability is especially important for hybrid development, new sources of germplasm acquired from CIMMYT, and particularly from other countries where the company has breeding programs, are incorporated. All new introductions are evaluated for their main character strengths before being utilized in crosses.

The process of conversion to sterility is started before the line is stabilized to avoid delays in the development of hybrids. By the time a line is selected for advancement from a trial, a complementary line will have been developed to act as a female.

When enough seed is available, the backcrosses are made in the field permitting an evaluation to determine if a given line has adequate characteristics for its production. Experimental lines having seed set values lower than 60% are discarded, since it is considered possible to obtain 98% of seed set.

A new potential female line is evaluated with different restorer lines. In some cases, the restorer parent may improve the fertilization caused by small differences in the developmental cycles (the female being some 3-5 days earlier). To date, clear differences have been found between lines in their aptitude for cross pollination, which permits efficient orientation of the work. We try to develop hybrids for direct evaluation as soon as possible, since a proven practical and trustworthy method for evaluating combining ability is not available. The selection of restorers is based on the system using the *T. timopheevi* cytoplasm. The difficult task of combining lines with complete restoration and adequate agronomical characteristics is being accomplished by a recurrent process. The first step involves the development of intermediate restoration and adaptation to our conditions, and later these lines are combined among themselves to reach complete restoration.

The selection is first based on the total expression of self-fertility and another extrusion. In advanced generations, an experimental cross with a sterile line is carried out to observe restoration ability in different environments.

Once the restoration ability has been verified in these environmental conditions, a group of crosses are carried out with the new restorer line and diverse sterile females having different growth cycles. It is anticipated that with one of the lines included in the group, the restorer may produce a high percentage of hybrid seed. In those cases where this situation does not occur, the line is eliminated.

The multiplication of new experimental hybrids is located within the area of the experimental field, with an isolation that we know is not sufficient to assure interline purity, however, the produced seed permits an evaluation of hybrids in yield tests.

Ten to 15 isolation plots are established annually, and between 400 and 500 hybrids can be obtained from them. A large number of these are discarded because of deficiencies found in one of the parental lines. The selected hybrids are evaluated either in conventional yield trials or microplots if seed is limited.

When the hybrids are tested for the first time, they are included in two

planting dates. It is at this stage that their growth cycle and character strengths can be best evaluated. Each hybrid constitutes an unknown genetic entity that is observed for the first time in the trials.

All commercial varieties are included as check plots in the trials. Even though all characteristics are considered, the comparative yield is the ultimate factor determining eventual release of a hybrid. Additional advanced lines with known potential for high yield are included for comparison with the hybrids.

Present Situation - Results

The general methodology to be used for development of hybrid wheat had to be developed integrally within the company and the basic scheme was then later was adapted for each country. The results of these last 5 years are certainly favorable, however, several important aspects took additional time for investigation. Our estimation of the maximum distance that the wheat pollen could travel was wrong. This caused us problems because of contamination. We have now established isolations of 1500m for basic seed.

The handling of the restoring mechanism in the beginning led us to the use of non-purified lines that resulted in non-totally restored hybrids. A hybrid with deficient restoration is underestimated in its potential yield.

The evaluation of the experimental hybrids to verify restoration measured in variable environmental conditions can lead to erroneous results. We are using three locations, one being a controlled greenhouse environment in the USA which, provides us with observations before our planting date. These data then are compared to two observations from fields planted during the correct planting date.

Approximately 200 hybrids are included annually in evaluation trials at the present time, achieved yields of the hybrids have been up to 18% superior to the best check varieties. Approximately 10% of the experimental hybrids have demonstrated yields superior to the check varieties. We think we can increase this percentage because the great number of combinations made here allowed us to accumulate important knowledge about the combining ability of the parental lines.

The amount of heterosis of the hybrid line over the highest yielding parent is consistently evaluated in the germplasm. Our efforts are now focused on an extensive evaluation of the most promising wheat materials, as well as in conveniently resolving constraints in production hybrid seed, which are as important as the hybrid itself for its commercial feasibility.

Hybrid wheat in Argentina, when technically and commercially available, will supplement the resources that are presently available for the farmers to increase wheat yields.

REPORT ON THE IMPROVEMENT OF DURUM WHEAT
Part I

Hector Carbajo

The production of durum wheat, initially grown on a modest commercial level in the 1930s in south central Buenos Aires, continued to expand in cultivated areas. Although there were no independent statistics until 1963 and 1964, previous years show an estimated production of more than 300,000 tons. This growth continued until it reached its maximum peak of 750,000 tons in the years 1969 and 1970. This production growth reflected no more than an increase of the cultivated area, since, during this entire period, yields remained at similar levels with the variations resulting from annual climatic fluctuations. Toward the end of the sixties, more than 400,000 hectares of durum wheat were cultivated. Following this period, the cultivated area started to decrease. It was slow in the beginning, but later accelerating to the point that in recent years, only approximately 80,000 hectares were cultivated. Consequently, production has also been drastically reduced. The yield increase obtained since the mid-1970s from the introduction of new cultivars, has not been able to offset the abrupt decrease of the cultivated area. Therefore, production at the present time does not exceed 100,000 tons annually. However, it would be appropriate to point out that in the present agricultural period, a slight recovery is noted because of favorable pricing and support through official measures.

Durum wheat production has been concentrated within ecological zone IV and has not expanded beyond this area, except in limited efforts in crop expansion which, even under the most favorable circumstances, did not prosper because of countless difficulties faced in production.

Argentina is one of the few countries in the world that has an important production of durum wheat in an area of relatively high rainfall, which accounts for the acute problems of diseases and quality. This contrasts greatly with countries where durum wheat production is located in relatively drier or typically arid areas. As we previously mentioned, the durum wheat yields remained at a modest level for an extended period. This reflects a limited technology and limited breeding effort. However, it must be noted that the average yields of durum wheat compared to that of bread wheat did not differ greatly in the same region in the 1960s. Ten years later, the situation changed and bread wheats exceeded durum wheats by one quintal/hectare (18 durum, 19 bread). One of the reasons that may explain this relative loss is the dynamic improvement of the bread wheat varieties developed especially for that zone. The release of these varieties of high productivity and medium to long crop cycles had great impact in regional production. In addition, the production of durum wheat decreased due to incidence of diseases.

This crop was initiated in our country with durum wheat varieties introduced by European immigrants, especially by the Italians. The first commercially pure varieties were obtained by individual breeding and selection of this European material. This material was referred to as "traditional" and was used until the mid 1970s. Some of the resulting varieties are: Fideos CAPA, Candeal Seleccion La Prevision, Candeal Durumbuck, Taganrog Seleccion Buck, Taganrog Vilela Fideos, Taganrog Buck Balcarce and Bonaerense 202.

After this period, the traditional varieties were replaced with new varieties of high yield, shorter height, shorter cycle, and better resistance to diseases. However, they had different industrial quality characteristics from the earlier traditional varieties. Within this group we have Balcarceno INTA, Buck Sudeste, Buck Mechongue, Bonaerense Valverde and Buck Candisur. Although this material has produced a positive impact on yield potential, it has also brought about some new problems of industrial quality and diseases. Perhaps these problems may be a decisive factor in the future of this crop and its location within the Argentinian agricultural geography.

As previously mentioned, the disease resistance of durum cultivars is good in general. If we analyze each one of the principal wheat diseases based on information gathered from the Disease Resistant Territorial Trial, we can say that:

Puccinia graminis tritici: In general, the "Traditional" cultivars have a lower resistance than those of bread wheat of simultaneous distribution. Reactions for the durum wheat material were about the same as those of bread wheat. It appears that the advanced lines presently being tested for distribution have higher levels of resistance than those being grown.

Puccinia recondita: In the case of this disease, the situation has always been more favorable for durum wheat than for bread wheat. Durum wheats are even more favorable with the decline in the general level of resistance to leaf rust in the bread wheats. No problems are anticipated in the future durum genetic material of probable distribution since the level of resistance remains constant.

Septoria tritici: With this parasite, there is a similar situation to that of leaf rust mentioned above. Durum wheat has less infection of Septoria sp. than bread wheats and advanced lines of the different nurseries appear to be slightly improved for resistance over the durum cultivars presently in production.

Fusarium sp.: As regards this disease, the perspective is the reverse of the two parasites mentioned above. The durum wheats have expressed a greater susceptibility than bread wheats. Although the available information is not as extensive and consistent as it is for the already mentioned wheat diseases, the material being evaluated does not reflect an improvement over the cultivars already distributed. It could also be hypothesized that the "Traditional" durum wheat cultivars would have a level of infection somewhat inferior to those cultivars of a potentially high yielding crop.

In summary, there has been no progress in varietal development with respect to this parasite, and the perspective is poor at the moment because of the lack of adequate sources of resistance as well as a lack of an adequate methodology of selection.

REPORT ON THE IMPROVEMENT OF DURUM WHEAT
Part II

L. Goni

The program for the improvement of durum wheat can best be analyzed by evaluating the Regional Yield Trials. These trials are composed of advanced lines and registered varieties being compared under the semi-arid conditions.

The entries included for comparison are different registered varieties and best lines and/or fixed check varieties. These entries are:

Taganrog Seleccion Buck	Bonaerense Valverde
Tangarog Buck Balcarce	Buck Sudeste
Taganrog Vilela Fideos	Buck Mechongue
Candeal Durumbuck	Buck Candisur
Balcarceno INTA	

The first four culitivars were obtained from local germplasm being tall genotypes with low productivity. The remaining five cultivars can be included in the high yielding semi-dwarf group.

The longevity of the nine varieties in the Regional Yield Trial has been variable, oscillating between two (Tageures Vilela Fideos) and twelve years (Taganrog Seleccion Buck and Balcerceno INTA).

Tangarog Seleccion Buck has been used as the continuous check variety since it is an old variety that has been included in the Regional Trial for twelve years. The lines are evaluated for each trait being expressed. The best entries for individual traits are presented in reference to the check variety for each year and locality.

Phenotypically, these lines are early type, derived from selections of material introduced or of hybridizations made in the country. Almost all of them have early parents involved in their geneology.

Based on the averaged data from five localities included up to 1982 in the Regional Trial, three locations were selected. It has been considered that Balcarce, Barrow and Miramar are considered typical locations in the area for the production of durum wheats.

Discussion will include three agronomic variables--grain yield, hectoliter weight and 1000 grain wheat--as well as two industrial quality variables: flour percentage and protein percentage. All comparisons have been made to the check variety, Tangarog Seleccion Buck.

Results

a) Grain yield: In the twelve-year summary of the Regional Trial, the majority of the varieties were better than Taganrog Seleccion Buck, especially Buck Mechongue and Buck Candisur. The best lines yielded 21% higher than the check variety.

b) Hectoliter weight: None of the varieties and lines expressed hectoliter

weights equal to or greater than Tagarog Buck Seleccion.

c) 1000 grain weight: Fifty percent of the varieties, especially Buck Mechongue and Buck Candisur, showed higher weights than Taganrog Seleccion Buck.

d) Flour percentage: Buck Candisur was the only variety with flour yield superior to Taganrog Seleccion Buck. The performance for flour yield of the present lines has improved in the last three years.

e) Protein percentage: None of the varieties were higher in protein content than Taganrog Seleccion Buck. However, the percentages of protein of the best lines were not significantly different from Taganrog Seleccion Buck.

Final Conclusion

This comparative study of durum varieties indicates increased yield of the newer entries over the check variety with a reduction in 1000 grain weight. There were differences for grain size. There were no major differences in the precentage values of flour and protein except Buck Candisur.

In reference to the advanced lines, a yield increase has occurred; however, there was a reduction in grain weight and size compared to the check variety Taganrog Seleccion Buck.

WHEAT BREEDING IN THE SOUTHERN CONE REGION

M. M. Kohli

Introduction

The Southern Cone of South America is comprised of five countries (Argentina, Brazil, Chile, Paraguay and Uruguay), and grows approximately 11 million hectares of wheat between 15 degrees south and 41 degrees south latitudes. This region accounts for more than 95 percent of the wheat area and production in South America. In the last 20 years, average yields in the region have fallen behind the world average; the 1980-82 average for the region is only 74 percent of the world average (Table 1). Yet, a modest increase in productivity coupled with a substantial increase in area during this same period has enabled the region to meet its increasing demand for wheat (Tables 2 and 3).

Because of the high level of production in Argentina, the Southern Cone region was able to produce about 50 percent more wheat than it consumed in 1982. The production capacity of Argentina, coupled with the very high potential of the region for expanding its agricultural frontiers (Table 4), gives some indication of the important role it can play in contributing to world food production.

Extreme fluctuations in various environmental factors throughout the region, as well as complex soil problems in certain locations, necessitate a comprehensive understanding on the part of farmers and researchers of the management techniques required to grow healthy wheat; this understanding must reach a "critical mass" before national breeding programs can significantly improve yield and agronomic characteristics. In addition, while the environmental range of the region (from tropical to temperate) allows the production of spring, facultative and winter wheats, it also widens the range of characters these wheats must possess to successfully adapt to such diversified conditions. Because of these complexities, crop improvement research and agronomy research must go hand in hand to noticeably impact productivity and total production.

Since production systems will be discussed in detail in another session, this paper will concentrate on the problems and achievements of wheat breeding in the Southern Cone.

Early Germplasm Development

Most countries in the Southern Cone began their wheat improvement programs during the first two decades of the 20th century. This early research was based primarily on the collection of and selection from local land races and from varieties carried forward from the colonial era or brought in later by European immigrants. A remarkably thorough and meticulous study of their agronomic characteristics and adaptation led to the release in about 1920 of the first improved wheat varieties in the Southern Cone. These locally selected varieties formed a solid base for hybridization with other introductions, primarily from within the region (Argentina, Brazil and Uruguay) but in some cases from outside sources. The correction of such agronomic defects as lodging, shattering and difficult threshing, as well as the improvement of disease resistance, formed the major selection criteria at that time. In Brazil, however, wheat breeders

were also selecting for tolerance to acid soils and for early maturity ("short cycle" wheats were needed for later sowing dates).

Some wheat scientists have referred to this early period as a "golden era of wheat breeding in the conosur" because of the rapid advances made and the large number of varieties released. These varieties became the building blocks for future work in wheat breeding, not only in the region but also in may other parts of the world.

Introduction of Semidwarf Mexican Germplasm

The relationship between the Southern Cone region and the Office of Special Studies in Mexico (and other countries) began in the early 1950s. As a result of this association, a large number of Mexican wheats were incorporated into national breeding programs. The most important characteristics of these introductions were their high yield potential and improved disease resistance, especially to the rusts. In the early 1960s, the semidwarf character of the Mexican wheats (which was derived from the Norin 10-Brevor cross) was utilized heavily in the national breeding programs.

Mexican germplasm of that era carried a very useful set of characters. Because they were (and still are) grown and selected during two distinct cycles and in two locations each year (the winter cycle is grown in northwest Mexico on the coastal plains and the summer cycle is grown near Mexico City in the highlands), these earlier semidwarf types were photoinsensitive, high yielding under a wide range of environmental conditions, and resistant to a number of economically important diseases. Their adaptation for short growing seasons and irrigated conditions was also excellent. However, they failed to have an impact on areas in the Southern Cone with complex soil problems or where leafspotting and spike diseases are endemic. In these area, crosses between locally adapted materials and Mexican semidwarfs have proven far superior to traditional commercial varieties and they are not being selected against a great number of locals stresses; this research agenda (selection program) defines the current breeding objectives of the national wheat programs in the region Table 5).

Spring x Winter Wheat Crosses

The apparent production advantages conferred by the photoinsensitivity and wide adaptation of the Mexican wheats were, in most cases, limited to those areas requiring early maturing varieties or where environmental conditions permitted later seeding. A widely recognized need for later maturing spring wheats or facultative types led to an intensification of spring x winter wheat crossing programs (e.g., the Oregon State University-CIMMYT Cooperative Project) in the late 1960s. Spring x winter crosses provide considerable diversity in genetic variability (for yield, adaptation, disease resistance, improved root development, bread quality, etc.). These crosses were attempted earlier, but only in small numbers and under controlled conditions. Intensification of research meant that crosses and selections were to be done on large scale under field conditions. Early on, the Chilean national program, a leader in this research, provided germplasm to the OSU-CIMMYT Cooperative Project.

Progenies derived from spring x winter crosses have made a significant impact on

all wheat breeding programs of the Southern Cone. Germplasm with differing maturities and selected under specific environmental conditions demonstrates better adaptation to fluctuations in precipitation under dryland production, as well as fairly high resistance to the disease complexes of the region.

A special contribution of winter wheats carrying the 1B/1R translocation of a single rye chromosome must be highlighted. Advanced lines derived from such parents as Kavkaz, Aurora, Weique and Clement, in crosses with local wheats or Mexican materials, are being selected in the Southern Cone (and elsewhere) in overwhelming numbers. These lines constitute the most outstanding bread wheat germplasm available today. A considerable number of these lines, selected from CIMMYT international nurseries and from local programs, are outyielding older varieties by a significant margin. A few of the widely adapted, high-yielding lines of CIMMYT origin that carry the 1B/1R translocation are: Veery, Bobwhite, Sunbird, Chat, Broadbill and Hoopoe.

Brazilian x Mexican Wheat Crosses

A major factor limiting the adaptation of Mexican germplasm to some of the potentially important wheat production areas of Brazil was the extreme susceptibility of Mexican wheats to the high concentrations of soluble aluminum that are often found in acid soils. Some Brazilian wheat programs did utilize Mexican materials in crosses with aluminum-tolerant local varieties, and as a result a series of more successful semidwarf IAS wheats was released in the mid-sixties.

The commercial production of these varieties had peaked when the Mexican advanced line "Alondra", which was derived from a spring x winter cross and carried the 1B/1R translocation, demonstrated its adaptation to acid soils, especially those in which phosphorus was not limiting. Alondra, a semidwarf wheat with a big spike, also carried resistance to many diseases prevalent in Brazil and was quickly released as a variety. It has also become an important progenitor in numerous crosses with Brazilian wheats.

A bilateral shuttle-breeding program between Brazil and CIMMYT has been showing impressive results. Lines are selected by Brazilian scientists (in Brazil) for their adaptation to acid soils, resistance to diseases and tolerance to specific environmental conditions; CIMMYT scientists select lines (in Mexico) for their high yield potential, desirable agronomic characters and resistance to prevalent diseases. Selection in numerous environments (in both countries) for disease resistance and other characters is resulting in a large number of lines with a trait now termed "green leaf". The green leaf trait is probably a function of combining a high degree of disease resistance with better plant development, which appears to be from improved root systems and enhanced nutritional balance. This in turn seems to inhibit (to varying degrees) pathogens causing leaf-spotting diseases. Some advanced lines from these crosses are not being multiplied for eventual release as commercial varieties in 1984.

Based on results to date, it is anticipated that the Brazil/CIMMYT shuttle-breeding program will be just as rewarding as the cooperative OSU/CIMMYT spring x winter crossing project. These international cooperative activities have provided many national wheat improvement programs in the developing world with an opportunity to select and utilize germplasm having considerable diversity in

its genetic background. Some of the newer varieties released in the Southern Cone that are of CIMMYT origin are presented in Table 6; in Table 7, the proportion of all new releases in the region since 1978 that are of CIMMYT origin is provided. Most national wheat programs in the Southern Cone now have in their crossing programs high-yielding germplasm that is well adapted to local conditions. Because of this, the region is on the threshold of yet another jump in wheat production.

Future Needs

At this juncture, it may be useful to discuss some of the factors essential to the continued success of the national wheat breeding programs in the Southern Cone.

1) The "Component Building" or "Bridging" Approach: Most wheat programs in the region have utilized traditional breeding methodologies, or modified them in various ways to meet individual needs (Table 8). The pedigree selection method is favored for the effective selection of visible characteristics; the bulk or modified bulk system is used when desirable traits are often obscured by unfavorable environmental conditions or other stresses. The backcross method, multilines, varietal mixtures and mutation breeding have been used to varying degrees in the region to solve specific problems.

The major emphasis of national wheat breeding programs in the region, however, has been on the identification and selection of high-yielding varieties, and the common procedure of crossing the best available materials to one another. Since each selected line contains a large number of positive attributes, crossing them to one another helps to build what may be called a "large genetic pyramid", which increases in size each time a new variety is released. Often, however, national breeding programs shun the addition of new germplasm, especially that having poor agronomic type, because of a fear of retrogression in the program and loss of yield potential. This refusal of new sources of genetic variation can quickly lead to the restriction of genetic variability in breeding stocks.

This is where "component building" has a significant role to play. All important characteristics, especially those found in non-usable agronomic types or alien species, need to be improved without concern for the effects of selection on yield or adaptation. Desirable traits should be improved and carried forward in a parallel germplasm development program(s), a process that may be referred to as the building of a "small genetic pyramid". The objective of this approach is to transfer useful characters into usable plant types, which can be done using backcross or polycross techniques, combined with the application of screening pressure for a specific trait or for a group of characters.

When a character is governed by a large number of minor genes, or has low expression or low heritability, probably the best approach is to use recurrent selection. Advances in the development of effective gametocides are making it feasible to establish large numbers of genetic pools for each individual trait, which can be combined subsequently into useful populations. These genetic pools and recurrent selection populations can serve as a "bridge" for tranferring important characters from the "small genetic pyramid" to the "large genetic pyramid", without suffering significant losses in yield or adaptation.

2) Incorporating Disease Resistance: By far the most important objective of all national wheat breeding programs in the Southern Cone is that of enhancing yield stability through effective resistance to a complex of diseases. However, uniform screening procedures and techniques have not been fully implemented; stable disease-screening "hot spots" are lacking in the region, and the extent to which generally accepted artificial inoculation techniques are utilized varies among the national programs. In certain programs, plant pathologists have begun inoculating selected materials, which helps to identify progenitors. Yet large populations of segregating and/or advanced breeding materials are still being selected under variable and uncertain disease pressure. Only uniform artificial inoculation can guarantee the successful screening of germplasm for disease resistance, and this effort needs to be combined with well executed epidemiological studies and careful field testing at disease hot spot locations over a number of years.

The need for effective disease screening in the Southern Cone is exemplified by the recent movement of barley stripe rust race 24. This race was first detected in Colombia in 1975 and by the end of 1978 it covered all of the Andean region countries; it crossed over the high Andean mountain range and entered northern Chile in 1980 (Figure 1). Since then, its movement southward in Chile and entry into southern Argentina in 1982 confirms the complex interrelationship of the region.

Much of the Southern Cone region and lower plains of Bolivia comprise one large epidemiological zone. Accordingly, any narrowly based or specific resistance can last but a very short time. The region requires germplasm with broadly based resistance, identified and screened through an efficient testing system that exposes materials to a large number of virulences of important diseases. In addition, a network of key disease hot shop locations within each country (and the region as a whole) needs to be established so that uniform screening under natural conditions and/or artificial inoculation can provide reliable information on resistance.

The incorporation of specific resistances and broad-spectrum resistance in the same materials can impart some durability of resistance in commercial varieties; if one (or more) of the resistance systems breaks down, the combined resistances can provide a "buffering effect" that may allow sufficient time for a smooth transition to a new, more resistant variety. Building such resistance systems, which are based on a large number of crosses, requires efficient field screening using appropriate artificial inoculation techniques, as well as greenhouse testing under controlled conditions whenever necessary.

3) Stable Yield vs. High Yield: The yields of many unimproved or land race varieties tend to be quite stable, when grown in the environments in which they evolved. This kind of yield stability is a desirable characteristic, especially in subsistance agricultural systems; unfortunately, the yield stability of "traditional" varieties is usually associated with very low yield potential. Now that a large pool of high-yielding germplasm is available, it behooves plant breeders and production scientists alike to stabilize these yields at higher levels. Multilocation testing plays a key role in identifying promising advanced lines with both high and stable yields.

It appears that the development of such material needs to be done in two phases:

a) Select for high genetic yield potential under optimum/maximum production conditions;

b) Look for stability factors while testing these high-yielding materials under optimum production conditions and in stress environments. The important aspect of this phase is the selection of environments and uniformity of screening pressure.

CIMMYT has used this approach successfully in developing advanced lines with high and stable yields over a wide range of production environments. Diseases or other significant stresses are used to screen for germplasm having the highest yield under adverse conditions. Another method is to select alternately in high yield and stress environments. This procedure can result in germplasm that combines these two characteristics, just as it has for the Brazilian x Mexican crosses mentioned earlier.

4) Testing Systems: Most national programs require a thorough examination at local levels of improved germplasm before entering it into national or regional testing systems. While this procedure does confirm the potential value of a line, it also delays commercial release and eventually shortens the effective life of a new variety. In some cases, this system is so strict that no differentiation is made between germplasm destined for irrigated vs. dryland production conditions, i.e., between fairly stable vs. unstable agricultural conditions.

The number of years required for testing could be reduced easily by using information from key testing sites. Assigning weights to each location can further improve and expedite the decision-making process, resulting in the earlier release of high-yielding varieties. In those cases in which multilocation selection and testing from early generations exposes germplasm to a wide range of screening stresses, additional delays in the release of high yielding materials can only cut short their effective life and reduce their ultimate utility.

5) Multiplication Systems and the Use of Certified Seed: The release of new varieties is of little value without effective seed multiplication and distribution systems. In many cases, the quantity of seed available at the time of varietal release is too small to create a significant impact in the short run. This can be remedied by establishing parallel seed multiplication programs, especially during the final stages of testing. The availability of large quantities of seed at the time a new variety is released often favors its easy propagation, adoption and eventual contribution to production. In some instances, a high price tag on certified seed also slows the rate of adoption; a "reasonable" difference between the price of seed wheat and the price of commercial wheat is necessary, though what constitutes a reasonable difference will vary from one situation to the next.

An effective average lifespan of a high-yielding spring wheat variety is between four and five years. this statement does not mean that the variety would be useless after five years; rather, it means that after five years, national breeding programs should have something better available. Such a chain of varietal releases, each better than the preceding one ("better" here refers to

higher and more stable yields, providing greater net gains to farmers), is the only yardstick by which breeding programs can reasonably measure their success while contributing to increased national production.

Table 1. Wheat situation of South America in a global context

	Time period	Area (10^6 ha)		Yield (Q/Ha)		Production (10^6 ton)	
World	1934-38	168.9		9.7		167.5	
South America		8.6	(5.09%)	9.6	(99%)	8.2	(4.90%)
World	1948-52	173.3		9.9		171.2	
South America		6.9	(3.98%)	10.7	(109%)	7.4	(4.32%)
World	1961-65	210.5		12.1		254.4	
South America		7.4	(3.51%)	13.6	(112%)	10.1	(3.97%)
World	1974-76	227.5		16.9		383.4	
South America		9.5	(4.18%)	13.2	(78%)	12.9	(3.36%)
World	1980-82	238.8		19.3		461.7	
South America		9.7	(4.07%)	14.3	(74.1%)	14.0	(3.04%)

Table 2. Wheat production in the Southern Cone region

	Area Harvested (1000 ha)			Yield (kg/ha)			Production (1000 MT)			Consumption (1000 MT)		
	1961-65	1974-76	1982	1961-65	1974-76	1982	1961-65	1974-76	1982	1961-65	1974-76	1982
Argentina	4916	5311	7320	1534	1603	2067	7541	8513	15130	4300	4500	4700*
Brazil	812	2981	2829	707	879	654	574	2621	1849	2731	5200	6074
Chile	753	652	374	1437	1437	1739	1082	936	650	1340	1850	1656
Paraguay	9	30*	70*	814	720	986	7	22	69	90	120	150
Uruguay	453	464	234	1027	1067	1353	465	496	316	285	424	396
Total	6943	9438	10827				9669	12588	18014	8746	12094	12976

* Estimated

Table 3. Population in the Southern Cone region

	Population Estimate mid-1983 (millions)	Natural Increase (Annual %)	Population Projected to 2000 (Millions)	Urban Population (%)
Tropical South America	216.0	2.4	316.0	65
Bolivia	5.9	2.7	9.5	42
Brazil	131.3	2.3	187.7	68
Paraguay	3.5	2.7	5.5	40
Temperate South America	44.0	1.5	53.0	82
Argentina	29.1	1.5	34.5	82
Chile	11.5	1.6	14.7	81
xUruguay	3.0	0.9	3.4	84

Source: 1983 World Population Data Sheet of the Population Reference Bureau, Inc., USA

Table 4. Growth and potential of land for agricultural purposes (in '000 Ha)

	Land in permanent or annual crops 1966	1976	Increase	% Increase	Estimated Ultimate Potential	Potential for Increase	% of world total potential for Increase
World Total	1418210	1491800	73590	5.19	2496000	1004200	100.00
Developed Countries	659461	672857	13396	2.03	854000	181143	18.04
Developing Countries	758743	818943	60200	7.93	1642000	823057	81.96
Latin America	123558	143568	20010	16.19	586000	442432	44.06

BEST AVAILABLE COPY

Table 5. Important wheat breeding characteristics for the Southern Cone region

1. Breeding for high and stable yields, and wide adaptation

2. Breeding for disease resistance:

   a) Leaf-spotting diseases: Septoria, Helminthosporium, rusts, powdery mildew and BYDV

   b) Head diseases: scab and glume blotch

   c) Root diseases: take-all, root-rot and crown rot

3. Breeding for agronomic characteristics:

   a) Semidwarf plant height and stiff straw
   b) Maturity (2/3 pre-heading + 1/3 post-heading cycle division)*
   c) Resistance to shattering

4. Breeding for environmental stresses:

   a) Tolerance to drought
   b) Tolerance to frost
   c) Resistance to pre-harvest sprouting

5. Breeding for soil toxicity and plant nutrition aspects:

   a) Resistance to aluminum toxicity
   b) Resistance to Mn + Fe toxicities
   c) Efficient P extraction system

*The cycle is divided into 2/3 pre-heading and 1/3 post-heading.

Table 6. Wheat varieties with Mexican germplasm recommended in the Southern Cone region, 1978-82

Argentina	1978-79:	Saira INTA, Labrador INTA, San Agustin I Buck Mechonge
	1980	Chasico INTA, Trigal 707, Trigal 708
	1981	Klein Atalaya
	1982	Buck Candisur, Klein Cartucho
	Other commercials: Marcos Juárez INTA, Leones INTA, B ñ	
Brazil	1978-79:	Moncho, Nambu, Pampa
	1980	Alondra 4546, Tucano, El Pato
	1981	Anahuac, Cocoraque
	1982	Candeias, Pavao
	Other commercials: INIA 66, Jupateco 73, Tanori 71	
Chile	1978-79:	Sonka INIA, Trisa INIA, Yecora 70, SNA-3
	1981	Victoria
	1982	Chasqui INIA, Maiten INIA, Millaleu INIA Onda INIA, Sipa INIA
	Other commercials: Marienela, SNA-1, SNA-2	
Paraguay	1978-79:	Itapua-25
	1982	Alondra-1, Cordilleras-3
	Other commercials: Itapua-1, Itapua-5	

Table 7. Number of wheat varieties released in the Southern Cone Region during 1978-82

Country	1978-79	1980	1981	1982
Argentina	8 (5*)	7 (2)	2 (1)	2 (2)
Brazil	10 (3)	11 (3)	7 (2)	6 (2)
Chile	9 (4)	-	4 (1)	8 (5)
Paraguay	2 (1)	1	1	3 (2)
Uruguay	1	-	2	1

* Figures in parenthesis indicate varieties of CIMMYT origin

Table 8. Common breeding methodologies used by wheat programs in the Southern Cone region

1. Pedigree selection

2. Bulk:

   a) Modified selection
   b) Machine selection

3. Backcross method

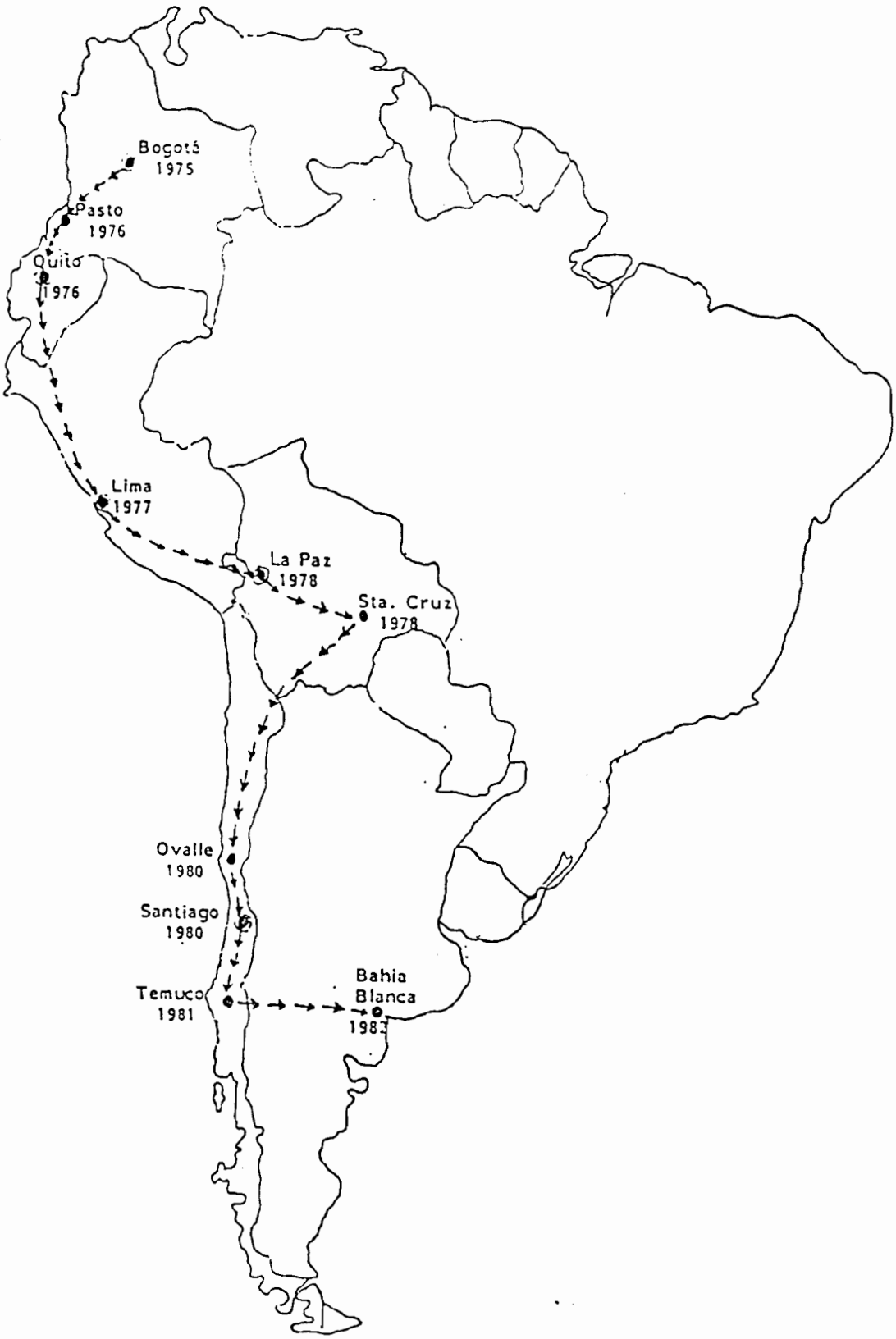
4. Mutation breeding

5. Multiline approach

6. Varietal mixtures

FIGURE 1 - PATHWAY OF BARLEY STRIPE RUST RACE # 24

IN SOUTH AMERICA



BREEDING AND SELECTION TECHNIQUES FOR CEREAL IMPROVEMENT IN THE U.S.A.

W. E. Kronstad

Role of the cereal breeder

Plant physiologists have estimated that under ideal conditions it should be possible to obtain yields of 20 tons per hectare for wheat. Unfortunately, cereals are never grown under ideal conditions with the average yield for the world being less than two tons per hectare for both wheat and barley. Thus, it is apparent that there are many constraints to higher yields including various environmental and biological stresses which stand in the way of achieving maximum grain yields. The plant breeder role is to develop varieties which are resistant or tolerant to such factors which limit production. Some of these environmental and biological constraints include 1) extremes in temperatures, 2) moisture, either limited or excessive and often unpredictable, 3) sprouting in the field when the rains come during the harvest period, 4) infertile and other soil problems, 5) quality and quantity of light, 6) length of the growing season, 7) wind, 8) hail, 9) air pollution, 10) weeds, and 11) many disease and insect pests. These various stresses might also be less or more based on the particular management system employed. To accomplish this task there are four major steps which the plant breeder must follow. The first involves creating useable genetic variability. This is followed by applying appropriate selection pressures so that the desired progeny can be identified in segregating populations. Once such progeny are isolated, the step is to evaluate the selections. The final step involves the multiplication and distribution of the new cultivars. It should be emphasized that it is only when new varieties are multiplied and disseminated to the farmer that the plant breeder has made a contribution.

Major decisions

Breeders of cereal grains are faced with two major decisions. The first involves the identification of the most promising parental combinations to hybridize thereby creating the highest frequency of useable genetic variation. Secondly, the breeder must develop effective selection pressures and techniques to identify the agronomically superior progeny in segregating populations. For both wheat and barley, the number of potential hybrid combinations is almost infinite. Perhaps here more than any other phase of the breeding program, the breeder must have a knowledge of the genetic background of potential parents and their combining ability. This frequently only comes with years of experience. For simply inherited traits, such as certain types of disease resistance, maturity and plant height, the decision as to which parents to cross is obvious; however, for quantitatively inherited traits, like grain yield and various quality factors, the decision is difficult. It has also been found that to obtain the highest frequency of desired segregates in subsequent populations, the use of three- and four-way crosses is very beneficial. Generally in three-way crosses, the third parent would represent a variety or selection with 1) proven combining ability, 2) adaptability to the area, and 3) exhibit most of the desired traits to the highest degree.

After deciding which crosses to make, the plant breeder must make the second major decision and that is what selection procedure to follow. Selection

approach depends on a number of factors. These include 1) amount of useable genetic variability, 2) the nature of this genetic variability, 3) whether the trait is qualitatively or quantitatively inherited, 4) the number of traits to be improved, 5) the management system employed (multiple, inter- or annual cropping or summer fallowing), and 6) based on the plant breeder's philosophy, to develop varieties with wide or narrow adaptation.

Selection

As to whether a plant breeder can select in early generations (F_2 and F_3) or must delay selection until later generations depends on whether the trait is qualitatively or quantitatively inherited and the nature of the gene action influencing a particular trait. Those traits which are influenced by few genes and are not greatly modified by the environment such as seed color, plant height or perhaps maturity, are easily selected in early generations because one can easily identify the desired genotypes. Early selection in the F_2 or F_3 generations can be effective as plants either have or do not have the trait. However, on occasion, even with simply inherited traits, it becomes necessary to employ special techniques to identify the desired segregates. One such example would be in the work in developing aluminum tolerant plants. In many countries around the world acid soils are a problem limiting cereal production. Research at Oregon State University with acid soils found that aluminum was the limiting factor. As a consequence, a method was developed which is referred to as the nutrient solution seedling technique. Potential parental varieties or segregating populations are germinated in a complete nutrient solution for 36 hours. This material is then transferred to a buffered solution which contains specific concentrations of aluminum. After being exposed to this stress environment for approximately 72 hours, they are then transferred back to a happy or nutrient solution again. After 36 hours the seedlings are evaluated based on their ability to reinitiate root growth. It is easy then to identify those which are tolerant from those that are susceptible. The tolerant types are subsequently transplanted into the field where selection for other desired traits can be carried out. Tolerance to aluminum toxicity has been reported as being quantitatively inherited in the literature; however, using this nutrient solution technique, it has been found that the genetic control of the tolerance is simply inherited with one to three genes being involved. Such a technique may be employed for a number of other traits where there is a large environmental x genotype interaction making it difficult for the plant breeder to identify the desired types especially under field conditions.

Grain yield is a quantitatively inherited trait where the variation is continuous and influenced by many genetic and environment factors. Here it is more difficult to identify the most promising parental combinations which will have the highest frequency of desired segregates. Furthermore, it is more difficult to identify the highest yielding plants in subsequent early segregating populations. Thus a different strategy must be developed in breeding and selecting for maximum grain yield. Frequently selection must be delayed until the F5 or F6 when replicated trials can be established to assess the role of the environment.

One approach to breeding for maximum yield has been to look at the components of yield, such as kernel weight, kernel number per spike, tiller number per plant and even plant height. It has been thought that perhaps the uniculm plant might represent a desired plant type; however, others feel that the ability of the

wheat or barley plant to tiller is an adaptive mechanism which is very useful particularly under stress environments. Certainly the development of semi-dwarf wheats has been a major factor in increasing yield productivity. Many breeders feel that perhaps the spike is the key to increasing productivity , both in terms of a more fertile spike which means more kernels per spikelet or more kernels per spike and kernel weight. One of the disadvantages in looking at the components of yield is that when using a stepwise regression such as a pathcoefficient analysis, negative indirect associations may be observed between some components such as kernel number and kernel weight. This means as the breeder selects for kernel number, kernel weight might be reduced thus making zero progress in terms of increasing grain yield.

Another area that the breeder must be concerned with involves the development of different types of genetic resistance to various pathogens. It has been suggested that when many different physiological races of a particular disease are present there is a need for horizontal or generalized or more durable type resistance. Historically the breeder has been concerned with major gene sources of resistance which are generally termed as being vertical or qualitatively inherited. One of the difficulties in utilizing generalized resistance is the difficulty in selecting the desired types of segregating populations. Another approach in developing tolerance to disease involves nongenetic approaches. In the case of Take-all (Gaeumannomyces Ophibolus gramini) where no known sources of genetic resistance has been identified, it has been found that the chloride ion does give the plant tolerance to this disease. This tolerance appears to be associated with a better uptake of moisture and maintaining the desired balance between NH_4^+ and NO_3^-. Similarly, with this same disease there is the term Take-all decline. This decline has been associated with the build-up of certain bacteria which appear to reduce the inoculum of the fungus. It has been suggested that perhaps in the future it will be possible to pre-inoculate wheat seed with the desired strain of bacteria thus reducing the amount of inoculum of a particular harmful plant pathogen. This, of course, is a very exciting and intriguing approach to biological disease control.

Combining ability

Still another approach using both the components of yield as well as grain yield per se, has been the use of various biometrical models in an effort to determine the nature of the genetic variability controlling a particular trait. Here the nature of the genetic variation can be partitioned into genes which are additive and those which behave in a non-additive manner for a specific trait. Since the breeder of self-pollinating species can only utilize the additive portion of the total genetic variance in selection, it is important to know what proportion of the total genetic variation is from additive type gene action for a specific trait. There are many different biometrical models available for the breeder to utilize in partitioning of genetic variances. However, one which will be suggested here involves the use of combining ability analysis. With this method one is able to partition the genetic variation for a particular trait into either the General Combining Ability (GCA) or Specific Combining Ability (SCA). It is generally regarded that GCA is a measure of additive genetic variances, whereas the SCA reflects more those genetic factors which behave in a nonadditive manner. Since the breeder of self-pollinating species is mainly concerned with the additive portion, estimates of GCA are the most meaningful. With the GCA, it is not only possible to partition the genetic variances into the additive or nonadditive portion for the specific trait, but one can also

identify the relative contributions of each parental line in terms of its contribution to the GCA and SCA effect for a particular trait. Generally a diallel cross is utilized in this approach. Since it does take a great deal of time to develop diallel crosses, one can also use testers which have been shown to have good GCA, thus avoiding having to make as many crosses. It has been found that in single and three- and four-way crosses, that the use of GCA is a way of identifying parents when crosses in appropriate combination give rise to a high proportion of desired segregates. For example, when two parents which both have high GCA effects are crossed, subsequent generations will have a higher proportion of high yielding progeny than when two parents have medium or low GCA effects. Likewise, when making three-way crosses, it has been found that the third parent when crossed with the F1 should have the highest GCA effect. Therefore, it would appear that GCA may also be a very useful means of both identifying the most promising parental lines for quantitatively inherited traits like grain yield.

Breeding methods

Several methods of handling segregating populations are being employed by breeders in the U.S.A. Perhaps the pedigree method or some modification of it is still the most popular. However some programs have gone to the single seed descent system where a seed is taken from each plant until near homozygosity is reached in the F5 or F6. Then progeny from individual plants are multiplied and put into yield trials. Selection for quantitatively inherited traits where early generation selection is difficult might be facilitated by this system. However, with all methods there are advantages and disadvantages. A method used for handling segregating populations in the barley program at OSU involves what is termed the modified bulk system. Here a spike(s) is selected from individual plants with desired phenotypes in the F2 generations. The individual spikes are head rowed in the F3. At harvest time, agronomically superior head rows are bulked on an individual basis and are referred to as elite lines. Other head rows which appear promising and have similar phenotypes are bulked together to form modified bulk lines. Thus by the F4 these populations are in yield trials. The F5 and F6 replicated yield trials can be conducted across locations to obtain an evaluation of the genotype x environment interaction. Those populations appearing to be superior can be head rowed again to provide a more uniform phenotype and be further evaluated. This procedure allows the breeder to employ many crosses and to handle large population sizes with limited resources.

The method a breeder employs, be it the pedigree, bulk, backcross or some modification, depends on the objectives of the program, the resources available, and the method the breeder has confidence in.

Other approaches

One of the concerns that has been raised is if there is sufficient genetic variability present in wheat or barley to make further increases in grain yield or have yield plateaus been reached. Several approaches are being investigated to increase the amount of useable genetic variability. One involves the systematic crossing of wheat x spring wheats. This program involving the International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT) and Oregon State University (OSU) directs its efforts in probing the gene pool between spring and winter wheats in a very systematic manner. In CIMMYT/Mexico the initial winter

x spring crosses are made and subsequent F1s crossed back to the spring type wheats thereby transferring the good genetic factors from the winter wheats into the spring background. The same F1 populations are grown also in Oregon and are crossed back to winter type wheats. Here they are evaluated for those traits desired for varieties produced under winter or facultative conditions. After the most promising materials have been identified, they are sent to various cooperators through the distribution of international nurseries. Thus, spring germplasm is disseminated by CIMMYT and winter and facultative material by OSU.

Another approach which is being utilized is the development of Facilitated Recurrence Selection populations using both dominant and recessive male sterile genes. Using this technique, it is now possible to develop a high degree of outcrossing within normally self-pollinating species. By utilizing these male sterile genes and using a recurrent selection approach, the opportunity to accumulate more favorable genetic factors through recombination is possible.

Still another approach to take advantage of the genetic variability has been the development of hybrid wheats. Unfortunately, since the discovery in 1960 of the restoring mechanism, hybrid wheat still has not been a major factor in wheat production. In part, this has been because of the restoring gene or genes not providing adequate fertility under different environmental conditions and the progress made in developing high yielding cultivars through conventional methods. Recently it has been found that two additional sources of cytoplasm, namely *Aegilops kotschyi* and *Aegilops variabilis* cytoplasm, are less specific in terms of the restoring gene than *Triticum timopheevii* cytoplasm which has been extensively used. Thus it would appear that there may be renewed interest in the development of hybrid wheat based on these cytoplasms; however, again other problems appear to be present. A private seed company, Cargill, does have hybrid wheat in commercial production which do look promising in some areas of the Midwest in the United States. Also, there is a great deal of interest in the development of chemical gametocides which would enable the breeder to avoid having to develop cytoplasmic male sterile and restoring lines. Whether hybrid wheat will be a reality or not still has not been determined. It would allow the breeder of self-pollinating species to utilize both the additive as well as the nonadditive portions of the total genetic variance if successful hybrids could be developed. Also if chemical gametocides prove satisfactory, they will be valuable tools when used in recurrent selection programs.

Biotechnology

Other approaches which may be available to the breeders include 1) anther culture, 2) somatic hybridization, 3) tissue culture, and 4) DNA recombination.

Plant breeding is a game of numbers and probability. All productive programs make many crosses and grow large segregating populations. One approach has been to use pollen culture or anther culture; however, despite substantial efforts using this technique of doubling the pollen grain and reaching homozygosity immediately, very few examples can be cited where the method has proven satisfactory. In the case of somatic hybridization the cell walls are removed exposing the protoplasm so that the nuclei from genetically different diverse species can be fused. Unfortunately, it is often found in subsequent generations that chromosomes may be lost making it difficult to stabilize such material. Tissue culture is also receiving a great deal of attention. In our

laboratory we have been able to regenerate wheat and barley plants obtained from callus scutellar tissue. The callus tissue is grown on a nutrient solution in the presence of a hormone like 2,4-D. When the 2,4-D is removed, differentiation takes place with the roots and shoots developing. Of interest has been the amount of genetic variation that appears when callus tissue is obtained from a previously homozygous variety. Cytological analysis of the pollen mother cells have identified that in some instances a number of chromosome aberrations have been induced as a result of the treatment. This does appear promising in terms of being able again to subject large numbers of individual cells to possible environmental stresses or other limiting factors. For example, it may be possible to grow callus tissue on media deficiencies for lysine and identify those cells which are able to produce lysine. One can identify a number of other factors where selection pressure might be applied in the media such as is now being done with microorganisms. However, it must be recognized when one talks about such things as drought or herbicide tolerance that there are many other factors required by a new cultivar so perhaps such a technique might be limited to specific attributes.

There is a great deal of excitement now in DNA recombinant work. Several advantages have been cited where it could be used in plant breeding. One is the incorporation of a new gene without having segregation for other desired traits already fixed in the genotype. Secondly, only one generation would be required to fix the desired genotype. Thirdly, one could easily develop isogenic lines in a very short period of time. Finally, such a technique might be very suitable for genetic studies. For example, one might identify a species which does have resistance to Take-all root rot disease which was previously identified where no genetic resistance has been found in wheat. Utilizing specific enzymes, it would be possible then to cleave and isolate that portion of the DNA or gene which does convey this resistance from the foreign host species. Then to transfer this gene for resistance into some form of vector, for example, a bacteria plasmid. Bacterium then could be used to infect the wheat plant which result in, say, some form of a tumor or crown gall where the gene for resistance would become attached to the chromosome within the cells of the gall. Then one can isolate callus from this gall formation and using tissue culture to regenerate whole plants. All the cells would now carry the gene for resistance. This system has been found to work in the case of dicots, in particular the tomato, when the *Agrobacterium tumefaciens* has been utilized as the vector. Unfortunately, in the case of the grasses, no such mechanism yet exists; however, there are a number of approaches being tried. Plant breeders must evaluate these new methods; however, increases in food production in the near future will result from conventional breeding programs and improved management practices and this will continue to be true. New technology such as recombinant DNA will just provide another tool for the breeder.

When it is realized that each year, 70 million more people join us for breakfast, it is imperative then that the plant breeder utilize all the tools at his command. The challenge to the plant breeder and all agriculturalists is very clearly identified. We have an obligation to meet this challenge as the alternatives are unacceptable if there is ever to be world peace.

INDUSTRIAL AND COMMERCIAL QUALITY OF THE MATERIAL OF INTA BREEDING PROGRAMS AND ITS RELATIONSHIP WITH THE INTERNAL AND EXTERNAL MARKETS

Evito E. Tombetta

Introduction

The present report has been prepared to give a general overview of the quality of Argentinian wheat to our friends from abroad that visit us today.

We will begin with a short history of the quality of wheat based on papers published by Ing. Agr. Enrique Klein, Ing. Agr. Jose Buck, Ing. Agr. Rodolfo Caffera, Dr. Juan Haertlein and others who dedicated a great part of their lives to the improvement and the industry of this cereal.

Secondly, we will review some aspects of the quality of the varieties obtained by INTA and of the breeding material of the National Improvement Program of INTA facing the demand of the internal and external markets.

Finally, we will consider certain practices that complement the breeding activities to improve the quality of our wheat production such as nitrogen fertilization, handling and storage of the crop, etc.

Evolution of the Quality of Argentinian Wheat and of the Consumer Markets

The quality level of the Argentinian wheat has been quite variable throughout the period of breeding activity over a century of production in our country.

Since the introduction of new populations at the end of the last century to the present time, the quality was of intermediate type. It was possible to export this wheat to Europe without inconvenience. Subsequently, the breeding activity has produced important modifications in the quality of our wheat production (Graph 1).

At the initiation of varietal improvement, the principal objective was to increase yields--the quality was neglected, and in 1920 the new cultivars endangered our exports, also creating complaints in the internal market.

In the mid-1920s, the breeding programs were oriented toward obtaining hard wheats. Some foreign varieties, such as Marquis, were introduced into the breeding programs. In 1935, the "Grain Law" was created, emphasizing and giving preferance to quality. It was decided in 1950 that extra payments (bonuses) would be given for the hard type wheats. From this time, there was an uninterrupted period of improvement in quality. This effort culminated at the end of the 1960s, after having developed good quality varieties that would meet the requirements of the European market.

With the introduction of the Mexican and winter wheat germplasm into the breeding programs of the country, the level of quality decreased; however, the new varieties have acceptable quality for the consumer market, especially externally.

In the past, the developed countries, especially those of the EEC, were strong importers of high quality wheat such as the spring wheats of the United States, Canada, and Argentina. Today the requirement for additional wheat in these countries is limited and they only need high quality for blending to improve their locally produced wheats which are inferior to our own.

The main markets of Europe have ceased being important buyers from our country. The bulk of our production--more than 80%--is exported to socialist countries or developing countries such as Latin America where the quality demands are very different. The majority of these consumers only require wheats of intermediate quality, which means bread wheats with protein levels of 11.0 to 11.5% (Table 2).

Table 2. Quality Demands in the Principal Wheat Markets

Country	pH	Humidity %	Foreign Bodies %	Proteins %	Broken and Others %
USSR	78	14.0	2	11.0	--
China	78	13.5	1	11.5	--
Iran	78	13.0	0.6	11.5	1.5
Iraq	--	14.0	--	11.0	--
Algeria	77	12.0	0.3	11.0	1.3
Brazil*	78	13.0	1.0	11.0	4.0
EEC	--	--	--	13.5	--
Japan	--	--	--	13.0	--
Argentina (int.)	76	14.0	--	12.5	--

J.N.G and private sector export
*Latin America

The internal market in recent years has absorbed more than 60% of the national production and is at present the most demanding with respect to quality. Thus, targeting the varietal selection to satisfy local requirements provides a quality level that easily covers the external market's demand. It should also be mentioned that the international wheat market evolves constantly, moving from demands for high protein wheats for blending to well-balanced bread quality wheats and more recently there have been more requests for soft type wheats, reaching approximately 25% of total export. Canada, which has strongly defended the high quality of its wheats for more than a century, has just approved varieties of semi-hard type for commercial production. This is their way of adapting to the evolution of external markets.

Quality of Wheat Varieties and Advanced Lines Originating From the Improvement Programs of INTA

First we will consider the varieties obtained in the last decade which contain the new germplasm of Mexican origin and recently those with parents of winter wheat. The breeding programs have been oriented to provide new varieties which satisfy the interests of the Argentinian milling industry as well as the demands

of external markets. The quality level of varieties presently in production is slightly inferior to the traditional cultivars. A comparison is presented in Table 1 of the commercial and industrial quality of a group of "traditional" cultivars and the "new" varieties with Mexican germplasm developed by INTA, some of them of notable diffusion in the last 20 years. From the mentioned table, it can be concluded that, based on a maximum quality of 100, the recently distributed varieties would be within an approximate value of 70. This level of quality satisfies the demand of both internal and external markets and it would not presently be necessary to produce blending or high quality wheats with values of 90, as were required a decade ago. The present objective, based on the data in Table 1, is to maintain the existing quality level in future varieties. Graphs 2, 3, 4, 5, and Tables 3 and 4 present data that reflect the level of industrial and commercial quality of advanced lines in preliminary trials as well as those close to registration included in the regional trials that are conducted on different experimental stations. In general, all entries are compared to the most representative check variety of desired quality, such as Marcos Juarez INTA.

Yield values have been added to the histograms and above mentioned tables for a better interpretation of the quality. Several advanced lines that will soon be registered as varieties, LAP 878, LAJ 2532, LAJ 2486 (of short cycle) and LAJ 2514 (of intermediate cycle), have very favorable yield potential and it can be seen that the quality values are also very satisfactory (Table 3).

Perspectives on the Quality of Future Varieties and of the Argentinian Wheat Production

The present breeding programs continue their selection of new varieties based on the general rules established by the National Board of Grain. This board determines the type of wheat our country should produce in accordance with the internal and external demand.

The development of new varieties is slow; thus, the breeders need to anticipate the evolution of the demands of the international markets. A decision was made in the early 1960s to orient the improvement program which was incorporating the Mexican germplasm toward yield rather than quality. This effort has resulted in development of new varieties which today, in commercial production, widely respond to the present demand of the new markets. The objective during this period was to increase production and maintain the achieved quality levels; however, the results were more favorable toward the yield of the new cultivars. Nevertheless, it should be emphasized that the average crop quality of the last decade (12.5% protein), where more than 80% of the parental lines were of Mexican extraction, was notably surpassing the demands of the external markets (11.0-11.5%).

The public and private breeding programs continue to orient their varietal improvement toward yield with emphasis on better adaptation and longer growth cycle, which results from crosses with germplasm of winter wheats which are, in general, somewhat inferior in quality compared to spring wheats.

In the new revision of the Argentinian improvement program, in addition to readjusting the agronomic characteristics mentioned for the new varieties, the changing demand of the international markets should be carefully considered. In the near future, also, our country should consider handling the harvested

product based on the classification of the protein content, as is presently done in those countries that are strong competitors in export.

At official and private levels, the present norms of typification are being revised. This should encourage better classification of quality in our crops which should also satisfy the requirements of the different markets. Of course, this will require a greater storage capacity in the future. In addition, the National Grain Board has proposed the commercial type toward which our wheat production should be oriented. Now, the country's total production is all 100% of the hard wheat type. It has been proposed that a "unique" baking type be established, excluding the semi-hard type that is almost non-existent.

We must remember that at present the internal market is the most demanding for quality. We must maintain adequate quality to compete in the export market with balanced bread baking quality. On the other hand, we must consider other means of maintaining an adequate quality level in our country in addition to breeding. The practice of nitrogen and phosphorous fertilization has evolved very slowly in our cultivation of wheat. While extensive zones of the wheat-growing area have poor crop yields because of the monoculture, few measures have been taken for change. This results in a gradual decrease of the industrial quality of our crops which are accentuated even more with increasing yield.

Considering the main wheat-producing and exporting countries that also have extensive areas of cultivation like ours, we observe that the consumption of fertilizer per cultivated hectare is much higher. The United States annually consumes more than 100 kg/hectare, Canada almost 40, Australia near 25 and Argentina scarcely 2 kg/hectare.

Application of nitrogen fertilization in normal climatic conditions improves crop yield and in very favorable years, the new varieties provide high crop yields and improved quality. The wheat crop of 1976/77, and to a greater degree that of 1982/83, lacked adequate soil fertility to compensate the nitrogen requirement of the increased production of grain, thus markedly reducing the protein content. In the latter crop year, almost 50% of the production did not reach 11.0% protein, which was the minimum value base of commercialization (Graphs 7 and 8).

In the Marcos Juarez Experimental Station and others of INTA, trials are being conducted with split applications of nitrogen during the tillering and heading stages. These trials are similar to those conducted in the west of the U.S.A. and Australia.

Another problem of accurate quality determination is related to the way the wheat is handled. The genetic stocks containing adequate quality levels are often affected through the process of artificial drying of the grain with excessive temperatures that destroy the gluten properties. The commercial quality factors delimited in the standards of typification do not always adequately cover the requirements of the mills. Some modification in the methods of drying and storage of the grain is being analyzed.

In the regions of the double wheat-soybean system, there is a tendency to anticipate the harvest of the first crop so the second crop can be planted early. Recent data from the J.N.G. indicate that more than 30% of the wheat production of last year's crop has been passed through dryers, reaching 50%

grain damage in some zones.

Conclusions

The quality level of the Argentinian wheat has had marked variation throughout its history. Since the introduction of the first populations at the end of the last century to the beginning of the present century, the quality was of intermediate type, providing wheat that was exported to Europe without inconvenience.

In 1935, the "Grain Law" was established and the breeding objective was to obtain hard wheats. This began an uninterrupted period of improvement of quality that culminated in the late 1960s with varieties testing high in quality.

With the introduction of the germplasm of Mexican origin, of high yield potential and lately with the introduction of winter wheats, the quality has decreased from that of traditional varieties, although at controllable and acceptable levels for the present consumer market.

The breeding programs, official as well as private, continue to emphasize yield in development of new cultivars. We cannot neglect the requirements of the different markets for quality, despite the existence of valuable new productive material.

Finally, there is the necessity of complementing the breeding activities with the increase of soil nitrogen fertilization to improve the quality levels. The classification of the production by protein content, and strict control of the handling, drying, and storage methods of the crops will avoid unnecessary waste of the crops.

Bibliography

Coscia, Adolfo. 1983. Economy of wheat. (Printed in EERA Pergamino).

Dussel, F.G., R.N. Maneiro, and E.E. Tombetta. 1981. Gathering and exchange of information about the production of wheat among technicians of the MAG, JNG and INTA. SEA and GN. INTA.

Haertlein, Juan. 1958. Evolution of the commercial, milling and baking quality of the Argentinian wheats before the demands of the internal and international market. From the "Revista Argentina de Agronomia", Volume 25, No. 3, p. 115.

Tombetta, E.E., E. Tosi, M. Moro, L. Colomar, and M. Regunaga. 1983. Technical gathering about the quality of wheat. Rergamino Association of Agricultural Engineers.

Tombetta, E.E., J.A. Viale, M.C. de Redondo, P. Novello, J. Bonel, A. Legasa, and J.C. Senigagliesi. 1983. Influence of the fertilization in the commercial and industrial quality of the wheat. (In print: Rosario's Commerce Stock Exchange).

Wheat Symposium. 1969. National Academy of Agronomy, Buenos Aires.

Graph 1. Evolution of wheat production quality during the last century

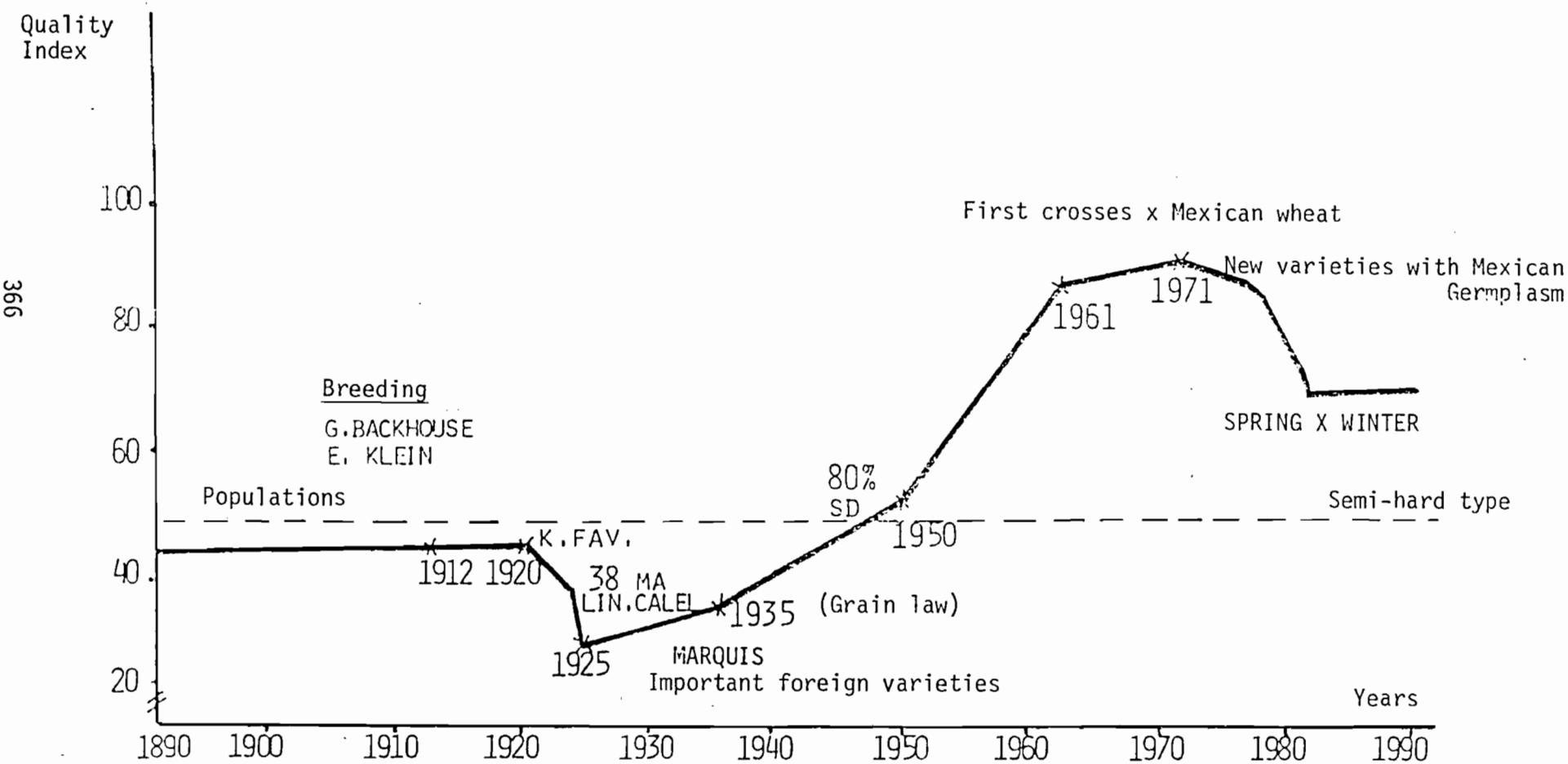


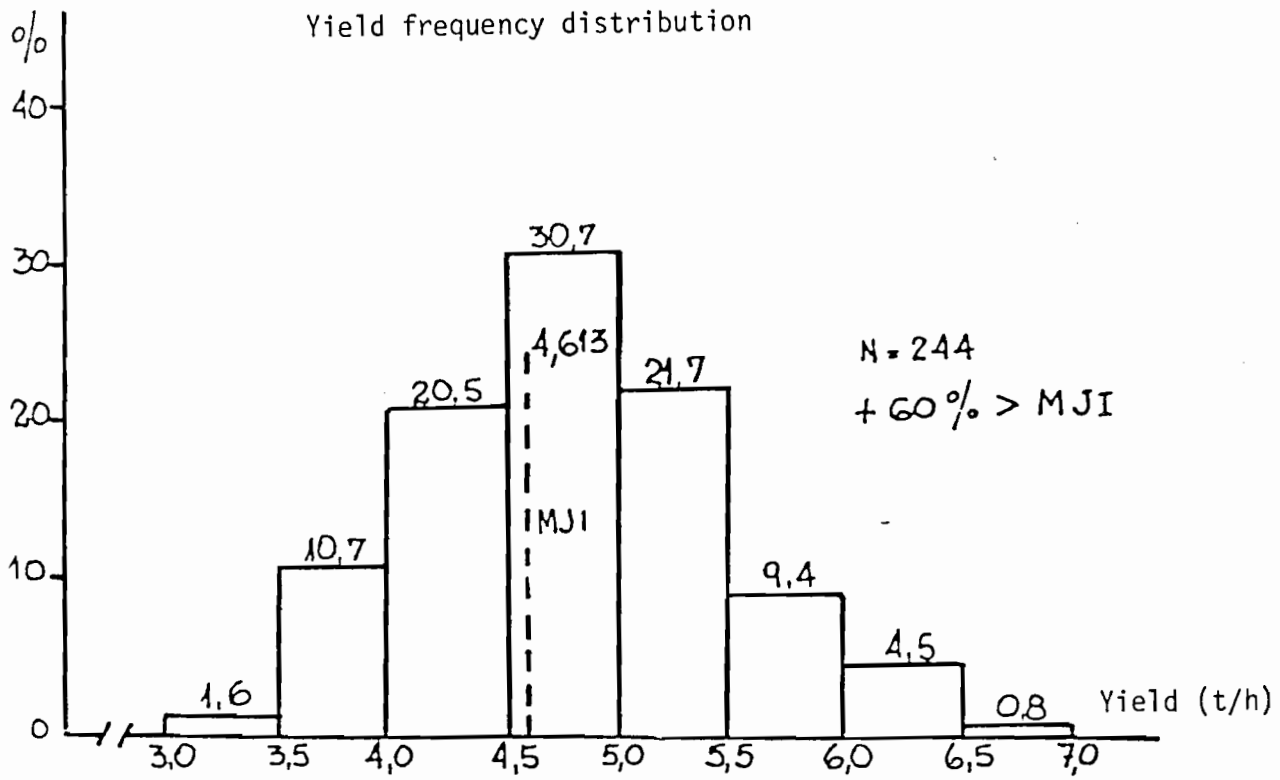
Table 1. Quality: Tentative ranking of bread wheat

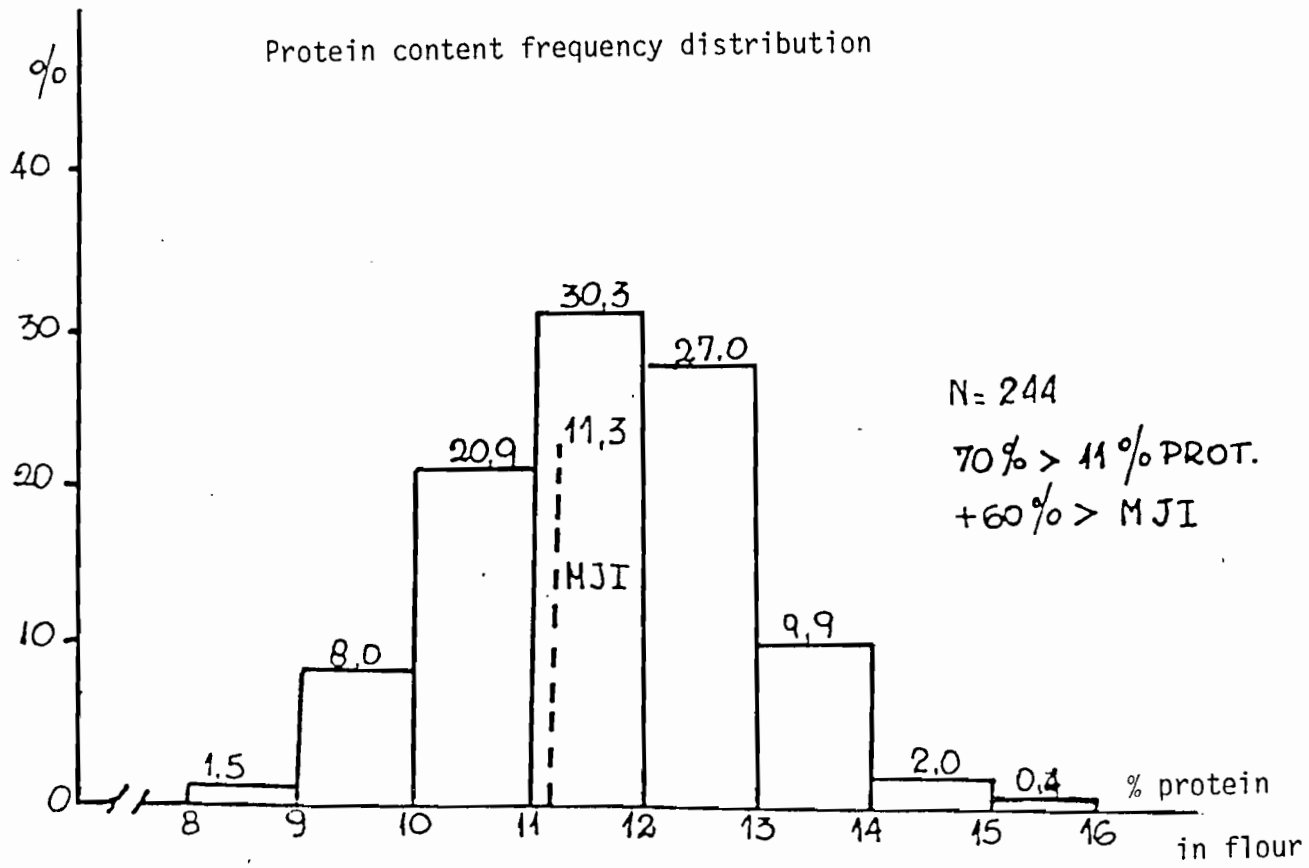
VARIETIES	VARIETY	QUALITY INDEX EVALUATION
	STRONG GLUTEN:	
TRADITIONAL	KLEIN TOLEDO	A, 90
(OFFICIAL AND PRIVATE PROGRAM)	BORDENAVE PUAN	A, 90
	VILELA MAR	A, 90
	EL GAUCHO F.A.	A, 90
	MASSAUX № 5	A, 90
	KLEIN ATLAS	A, 85
	PIAMONTES INTA	A, 85
NEW	SAIRA INTA	B, 80
(WITH MEXICAN GERMPLASM)	SAN AGUSTIN INTA	B, 80
	CALDEN INTA	B, 80
	• VICTORIA INTA	B, 80
	• DIAMANTE INTA	B, 75
(INTA PROGRAM)	• MARCOS JUAREZ INTA	B, 70
	LAS ROSAS INTA	B, 65
	• LEONES INTA	B, 65
	SURGENTES INTA	B, 60
	CHASICO INTA	B, 60
	CHAQUEÑO INTA	B, 60
	SEMI-STRONG GLUTEN:	
	P. PARANA INTA	B, 80

*TENTATIVE SCALE ASSIGNING A VALUE OF 100 TO THE IDEAL VARIETY IN RELATION TO COMMERCIAL AND INDUSTRIAL QUALITY.

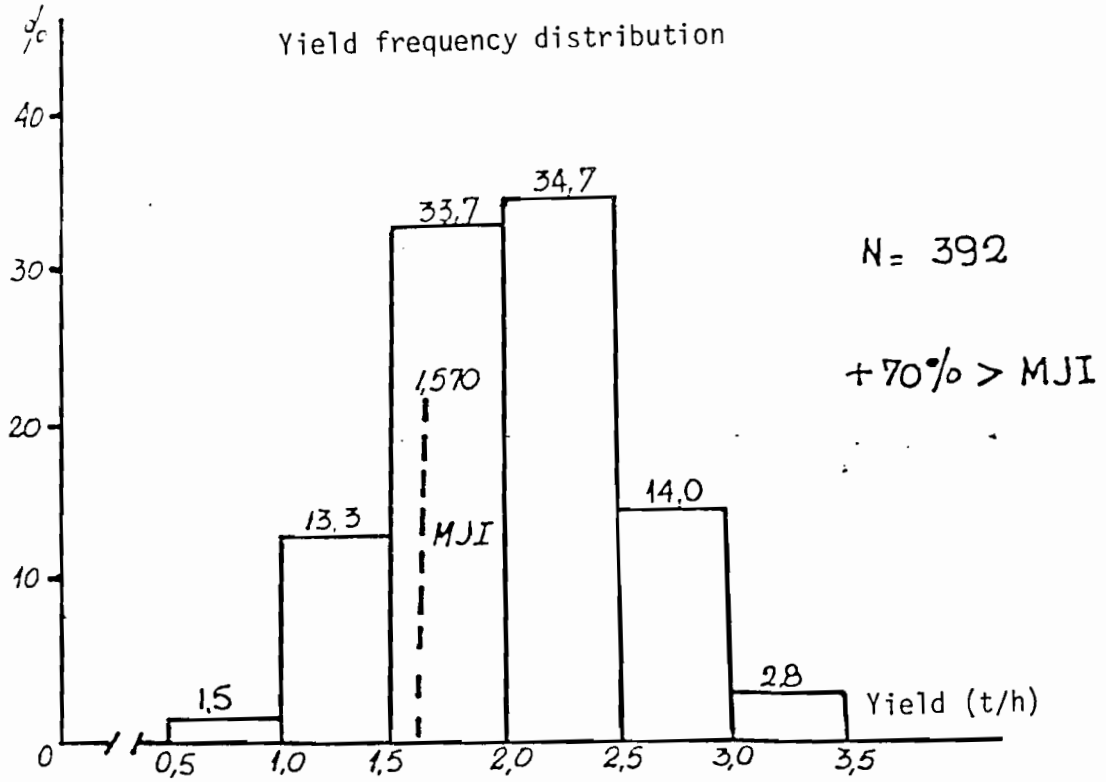
BEST AVAILABLE COPY

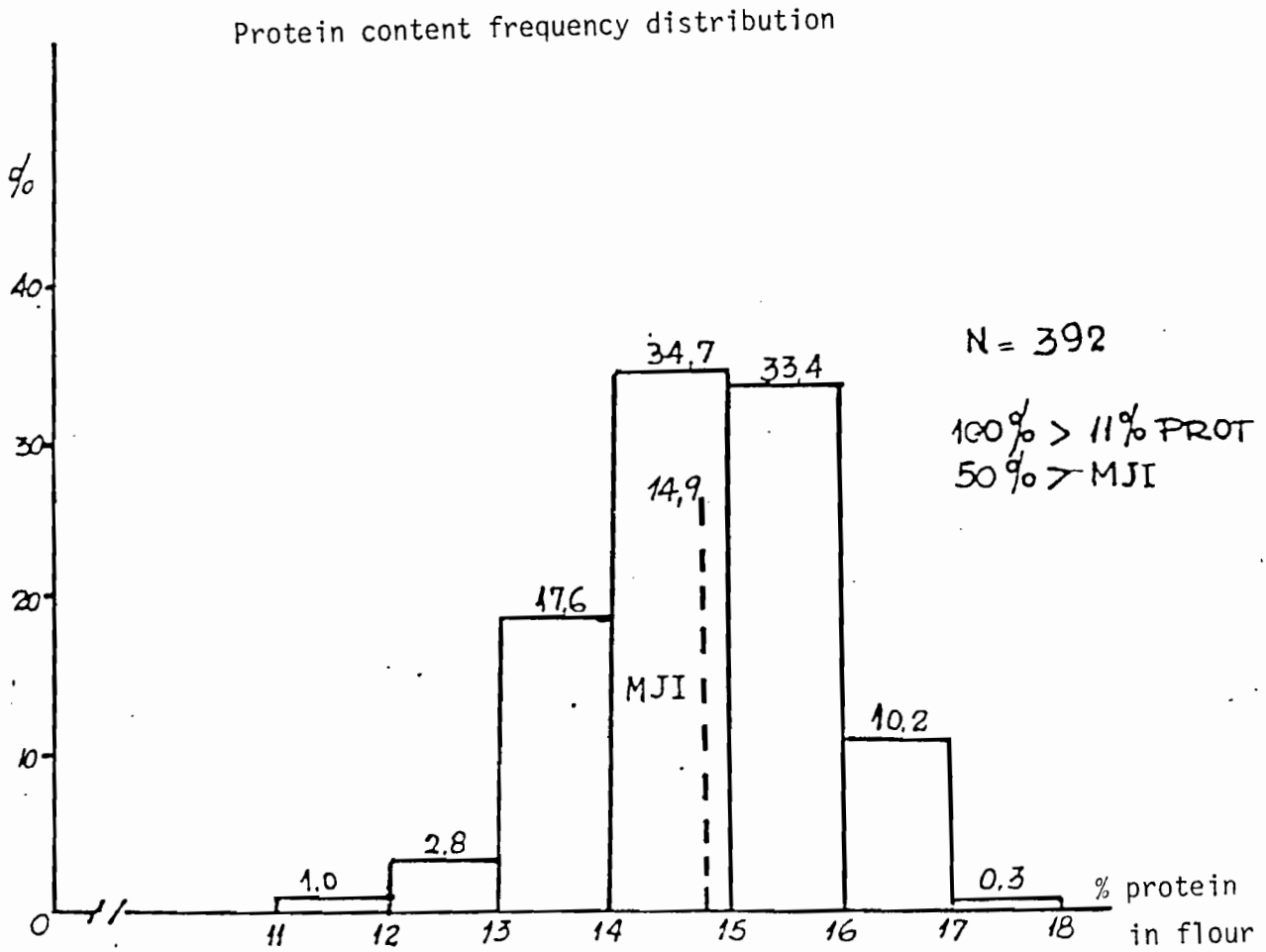
Graph 2. Preliminary yield trials in Pergamino - 82/83



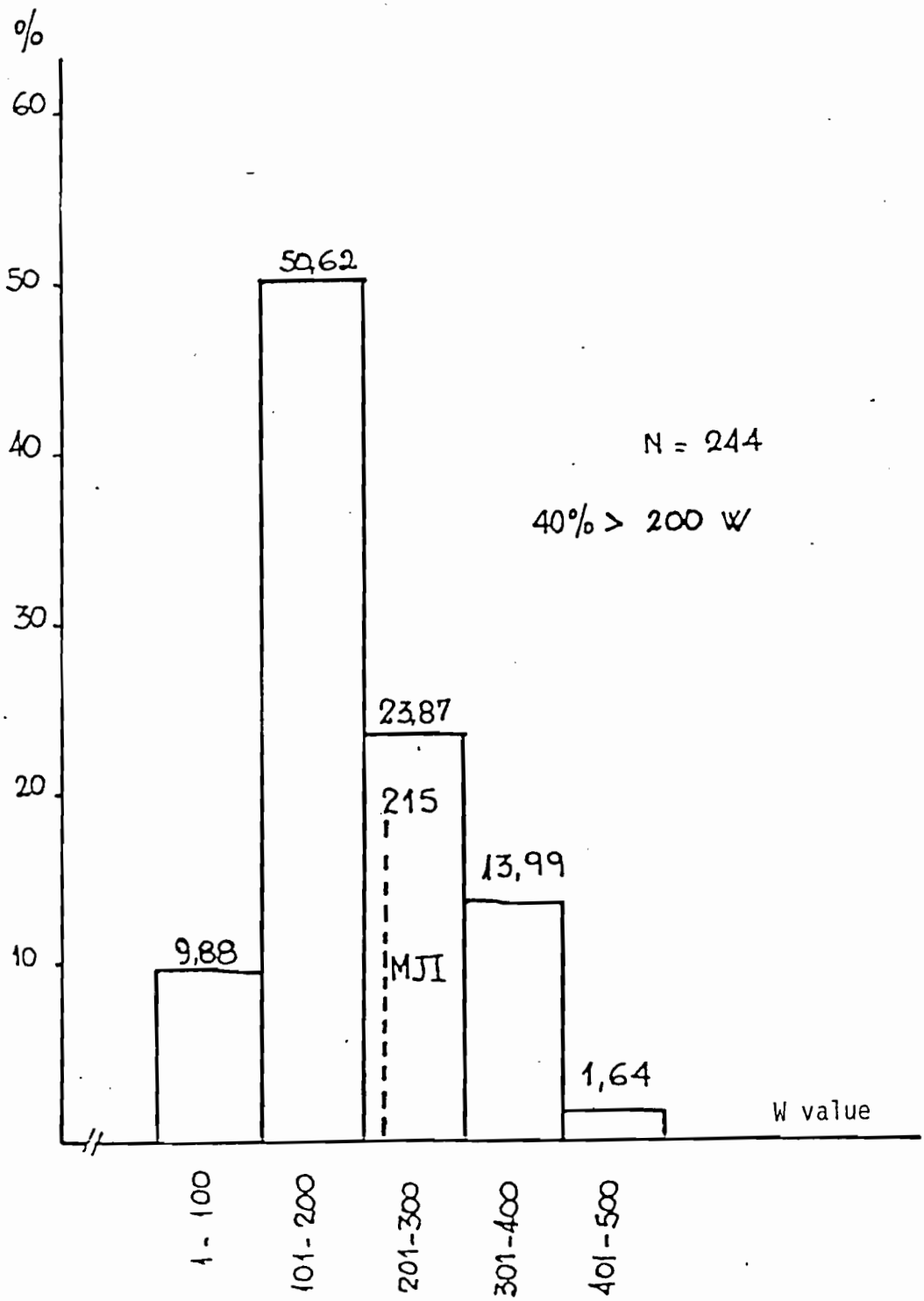


Graph 3. Preliminary yield trials in Marcos Juarez - 82/83





Graph 4. Preliminary yield trial in Pergamino - 82/83
"W" value frequency distribution



Graph 5. Preliminary yield trial in Marcos Juarez - 82/83
"W" value frequency distribution

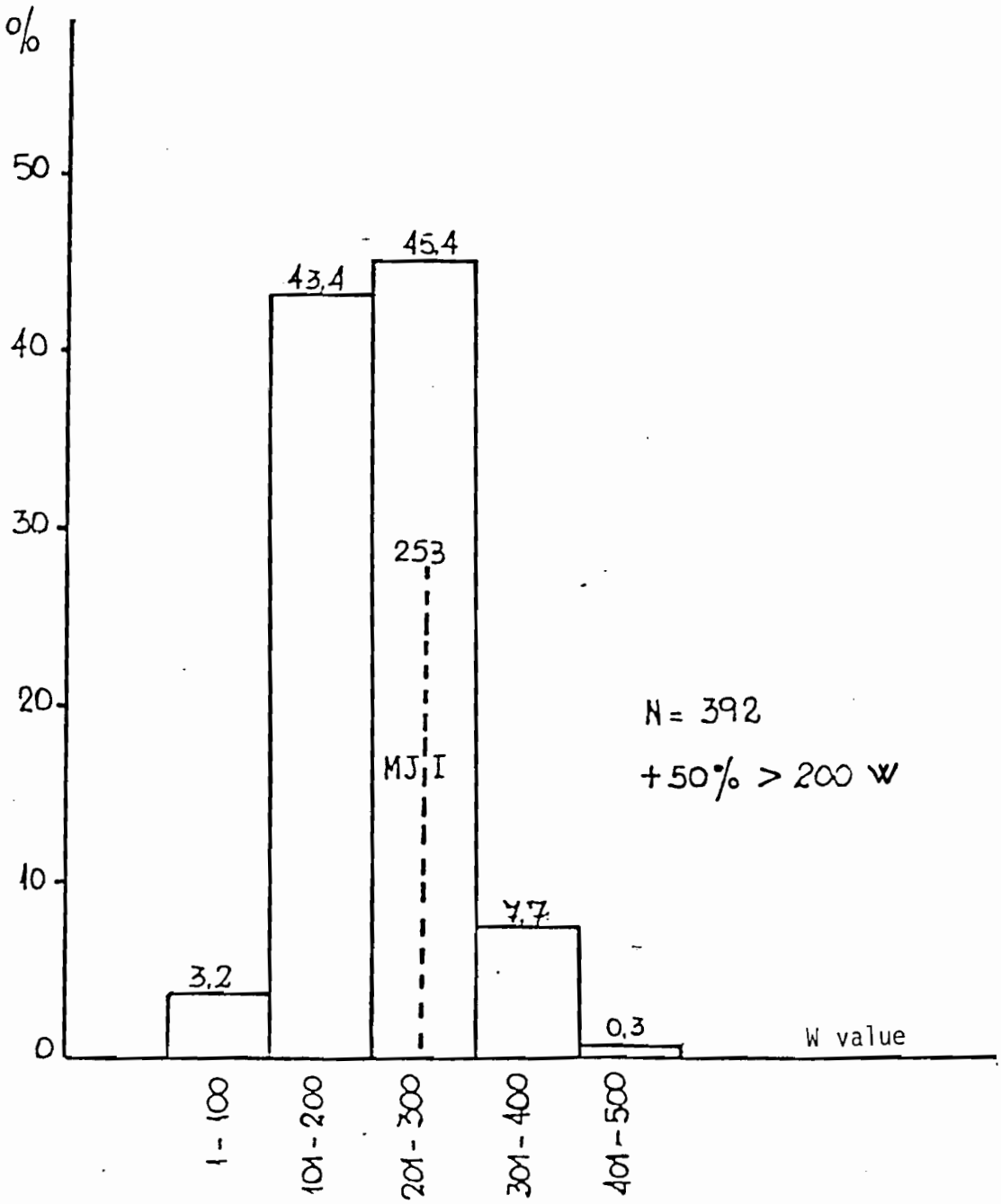


Table 3. Quality of advanced lines to be released and check varieties

	Yield KG/HA	Test Weight	100kern Weight	Flour Prot.	Wet Gluten	Alveogram W	Alveogram P/G	Panification VOL.	Panification V.P.
EERA PERGAMINO									
REG I - 1A.EPOCA 1982/83									
LAJ 2514	5.730	79.70	39.80	12.9	33.1	281	4.4	730	98
MARCOS JUAREZ INTA	4.055	77.70	41.20	11.5	30.3	288	3.8	775	102
CHAQUEÑO INTA	3.240	77.90	30.00	12.5	31.4	300	2.7	775	101
REG I - 2A.EPOCA 1982/83									
LAJ 2514	5.405	78.80	36.40	12.6	31.6	288	3.4	750	99
MARCOS JUAREZ INTA	4.210	78.60	38.20	10.8	28.7	230	3.2	700	97
CHAQUEÑO INTA	3.010	77.25	27.80	11.8	33.3	384	2.4	775	101
REG III - 2A.EPOCA 1982/83									
LAJ 2532	6.875	82.40	38.60	10.3	26.4	226	4.7	740	99
LAJ 2486	4.925	79.25	31.60	12.3	33.5	284	4.5	800	102
MARCOS JUAREZ INTA	4.315	79.90	38.60	11.1	28.6	356	4.4	825	104
REG II - 2A.EPOCA 1980/81									
LAP 878	5.050	79.90	35.20	12.2	31.5	398	4.4	750	98
MARCOS JUAREZ INTA	4.400	79.45	42.50	12.1	32.7	235	4.5	810	103

V.P. Breadmaking value

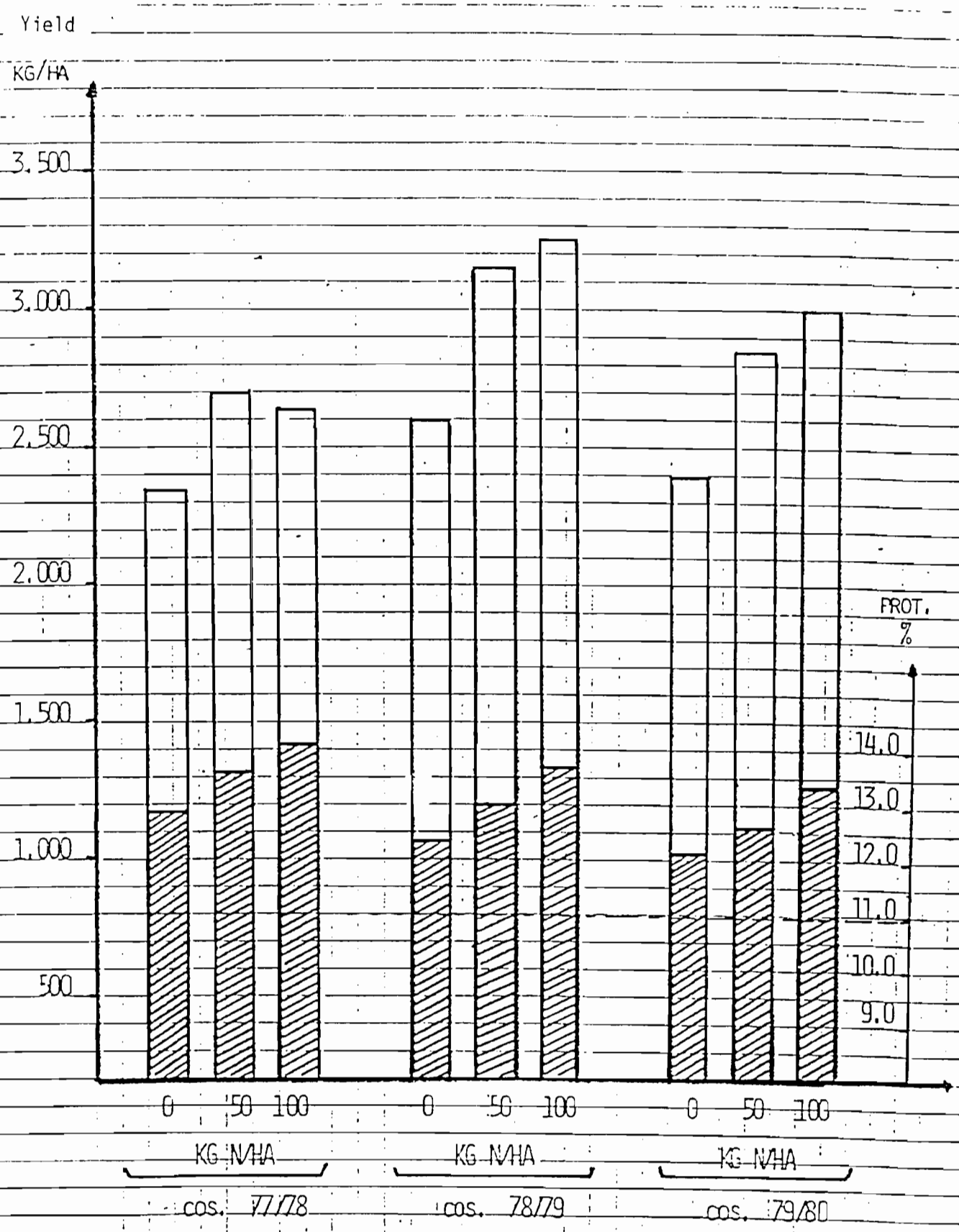
Table 4. Quality of advanced lines to be released and check varieties

	Yield KG/HA	Test Weight	100 kern. Weight	Flour Prot.	Wet Gluten	ALVEOGRAMA		PANIFICACION	
						W	P/G	VOL.	V.P.
EERA MARCOS JUAREZ									
REG I - 1A.EPOCA 1982/83									
LAJ 2514	2.872	81.70	35.00	14.4	36.2	291	3.8	680	95
MARCOS JUAREZ INTA	1.975	82.40	34.40	14.6	38.0	262	3.4	665	94
CHAQUEÑO INTA	2.677	79.00	28.60	14.7	40.2	317	2.6	695	96
REG VII - 2A.EPOCA 1982/83									
LAJ 2532	2.930	83.95	37.40	13.5	37.8	374	3.3	675	96
MARCOS JUAREZ INTA	2.080	81.70	32.60	13.9	37.0	300	4.1	615	93
REG VII - 3A.EPOCA 1982/83									
LAJ 2532	2.860	80.60	38.20	13.0	32.7	320	4.1	760	100
MARCOS JUAREZ INTA	2.020	77.25	38.20	12.9	35.6	325	7.5	810	103

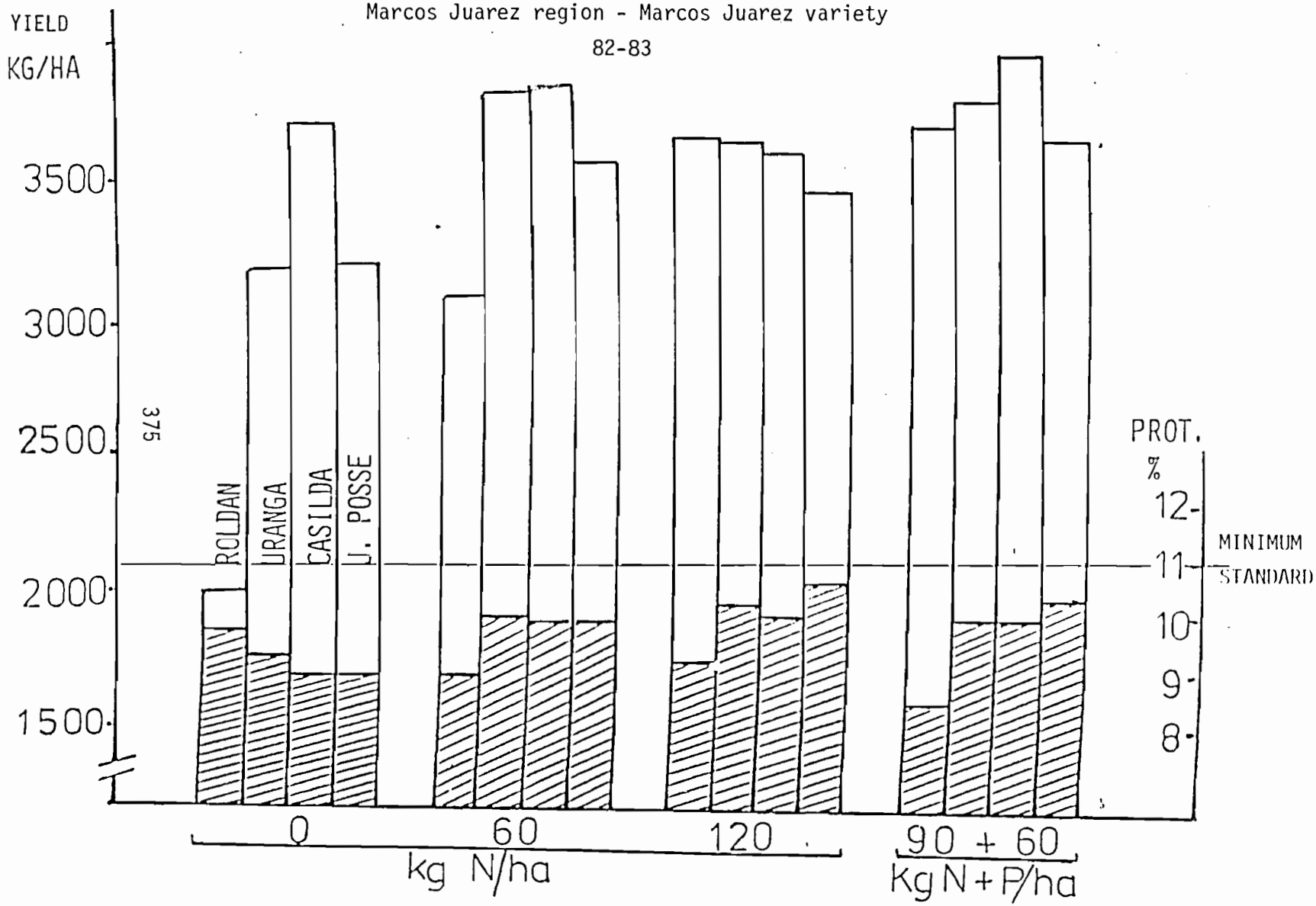
V.P. Breadmaking value

BEST AVAILABLE COPY

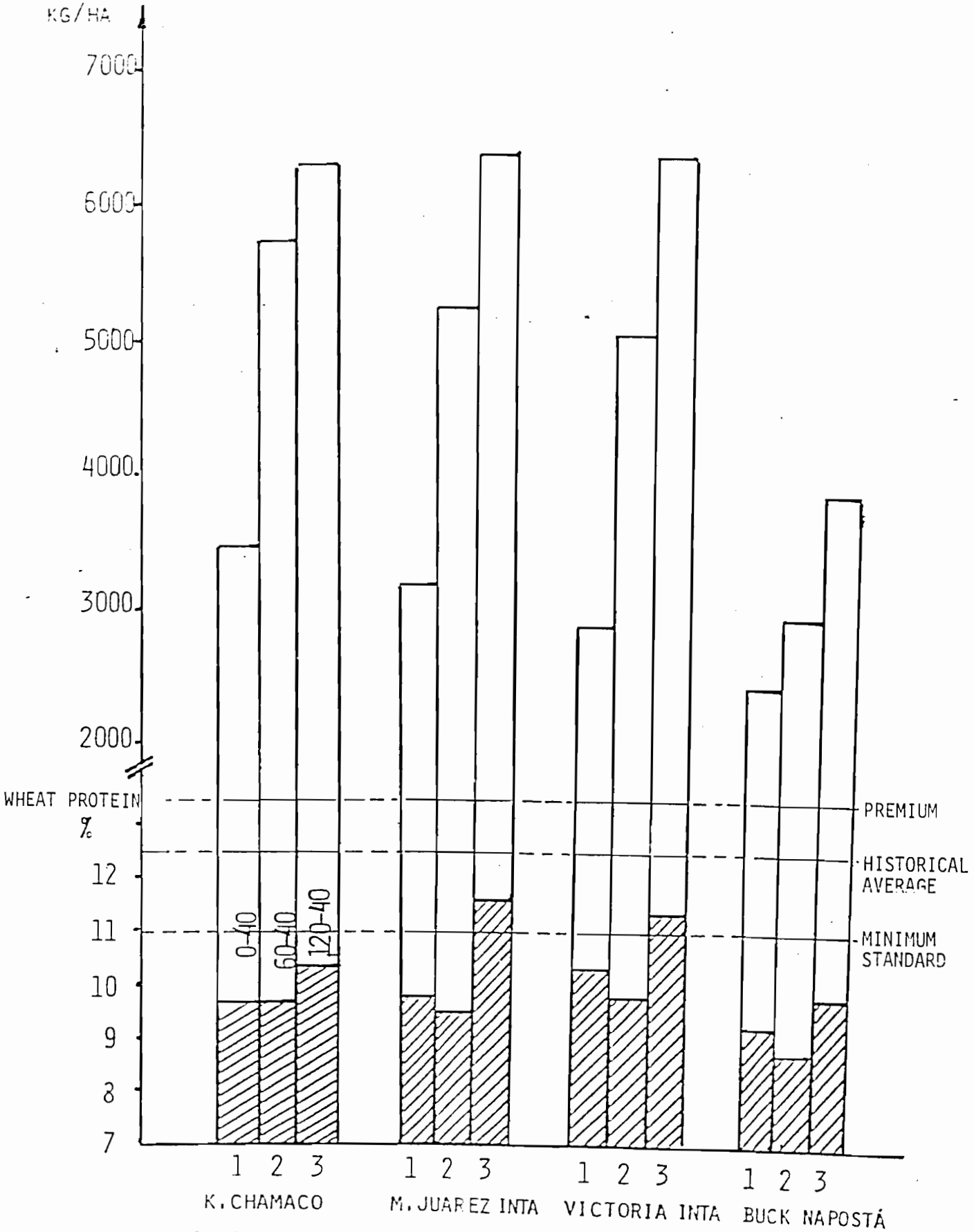
Graph 6. Yield and protein content - Marcos Juarez region



Graph 7. Yield and protein content in fertilizer trials
Marcos Juarez region - Marcos Juarez variety
82-83



Graph 8. Yield and protein content in fertilizer trials



1: 0-40 N & P/HA, 2: 60-40, 3: 120-40

PRINCIPAL PATHOGENS AFFECTING WHEAT PRODUCTION IN ARGENTINA

E. F. Antonelli

In Argentina, the wheat crop faces constraints of differing nature which threaten production. Among these constraints, the diseases caused by plant pathogenic microorganisms occupy an important role.

Constraints to wheat are attributable to host-pathogen-environment interaction. In relation to the environment, the great extension of wheat area places the crop under diverse and quite variable ecological conditions. This environmental diversity determines the modality of these constraints and thus the susceptibility of the crop.

Considering the host, the experience obtained in Argentina is similar to that found by other countries. When a variety has reached wide dissemination in production because of its outstanding agronomic qualities, and when there are also conditions favoring the development of pathogenic factors, the variety become vulnerable.

For the particular case of diseases, the great diversity of plant pathogen organisms, and their respective genetic variability resulting from biological processes, should be mentioned. However, the development of epidemics has not occurred as frequently as in other countries. The wheat diseases are generally similar in all countries of the Southern Cone. However, in our country, the order of their importance greatly differs from other neighboring countries such as Brazil and Paraguay where Septoria, Fusarium, Helminthosporium, and mildew are more important than, or equal to, the rusts. The Argentine situation is similar to Uruguay where leaf rust and Septoria of the leaf are considered the main pathogens because they appear regularly each year in variable intensities. Even though stem rust and Fusarium (scald) appear sporadically, they represent a potential danger for Argentine wheat production because of their destructive effect under favorable conditions. Other diseases are less important. They appear in an erratic manner and their intensities are relatively low. However, it is important not to neglect breeding activities that avoid the dissemination of very susceptible cultivars, as well as the use of plant protection treatments in those cases in which the application is feasible. Each of the major diseases will be discussed individually:

Leaf Rust (Puccinia recondita tritici)

Leaf rust generally appears in most of the wheat subregions of the country every year (the exception is subregion VS where, because of its semi-arid conditions, diseases are not very important). There is a tendency to underestimate the effects of leaf rust because its pustules are not so conspicuous and severe as those produced by epidemics of P. graminis and P. striiformis. However, it has been estimated that over time in Argentina, the economic effect of this rust is greater than the other rusts.

Varietal performance has depended on the classic fluctuations of pathogens through the years. These fluctuations arise from the pressure produced on the pathogen population by genes for specific resistance that were present in most of the traditional cultivars and in those disseminated at the beginning of the

1970s. The latter cultivars were produced as a consequence of the introduction of CIMMYT materials (beginning in 1962) in the official breeding programs. These wheats of high yield potential are known as "Mexican wheats" or "wheat of Mexican origin". However, wheats of different origin, including Argentine wheats, were used in their development. We prefer to use the term "non-traditional" when we refer to this type of wheat.

Next, the contributions of resistance genes to P. recondita from both wheat types, a) traditional and b) non-traditional will be analyzed.

a) Traditional germplasm: The traditional cultivars have wide genetic variability. The sources of variability come essentially from selections of the population Barleta (Americano 25E, Barleta 7D, Lin Calel M.A.), awnless wild (Criollos) wheats (Klein 49 and Pelon 33, this last one referred to as Klein Favorito); introduced varieties such as Ardito (=Wilhelmina-Rieti x Akagomughi) developed by Professor Nazareno Strampelli, and selections Bague from (Fronteira x Mentana) by Dr. Beckman from Brazil.

One can get an idea of the specific resistance genes involved by studying the heritability of resistance in different environments. Also, the different reaction types observed when genotypes are inoculated with different isolates of the pathogen may be compared to reaction types observed on "testers" which possess known resistance genes.

Table 1 shows the reaction in seedling of these materials to 23 P. recondita isolates in Argentina during the last 30 years. The same table also includes the isogenic lines having the genes Lr 3 and Lr 17. Their spectrum of reaction coincides with the ones found in the wheat selection Klein 49a and Pelon 33c (=Klein Favorito), respectively.

The gene Lr 17, present in Pelon 33c, was first isolated from the Argentine variety Klein Lucero and introduced into the isogenic line Thatcher 6 x Klein Lucero RL 6008. However, Klein Lucero has additional resistance to isolates 3395, 365, 1834, 1634, 909, 3815, and 3376 (Table 1). This resistance was conferred by an additional gene, Lr 7d, which comes from one of the parents, Barleta 7D. The complementary reactions present in Barleta 7D and Thatcher 6-Klein Lucero (=Pelon 33c) are the same as those of Klein Lucero. The pedigree of the cultivar Klein Lucero is listed in Table 2.

The wheat line Klein 49a, selected in 1932 from a population of awnless criollo wheat from Alberti county of the province of Buenos Aires reacts in the same way as the isogenic lines having the gene L3 and the cultivar Sinvalocho M.A. (Table 1). This latter wheat cultivar was widely grown from 1940 to 1945, and later was used extensively as a parent in the development of new cultivars. However, the performance of these wheats, having the same resistance gene, differs greatly (Table 3). The adult plant resistance of Sinvalocho has been well known many years, and it has been passed, totally or partially, to several of its descendants (Pergamino Gaboto MAG, Oncativo INTA, Magnif 40 INTA, Tacuari INTA and Vanguardia INTA).

The genes present in Americano 25e, Ardito Sel. Klein, Americano 26n, Americano 44d and Bague would be a contribution to the presently identified genetic pool for resistance to P. recondita. The spectrum of reaction of these varieties to the different components of the local pathogen population does not match those

BEST AVAILABLE COPY

mentioned previously (together or separated) by the 23 isogenic lines tested up to the present time.

The genes of these old wheats still remain in wheat production not only in 100% traditional cultivars such as Bordenave Puan SAG, Buck Cencerro, Buck Cimarron, Buck Namuncura, Buck Naposta and Cooperacion Bahia, but also in combinations with non-traditional lines such as the cultivars Buck Pangare, Buck Pucara, Chasico INTA, Klein Chamaco, Cooperacion Cabildo and Buck Patacon.

b) Non-traditional Germplasm: A large number of parents, directly or indirectly related to the CIMMYT material, which has been used by the official or private breeders since the 1960s, were tested at the seedling stage for their resistance to P. recondita. This analysis gave an indication of the genetic pool for resistance in this material. The following wheats have been shown to have sources of resistance: Agent, Chinese-Aegilops umbellulata, Frocor, Kenya 324, Knott 2, Gabo, Lerma Rojo, Lerma Rojo 64, Lerma Rojo 64A, Maria Escobar, Nadadores 63, Nainari 60, Narino 59, Newthatch, Penjamo 62, Pitic 62, Sonora 64, Timstein, Tobari 66, Tezanos Pinto Precoz, Yaqui 50, Yaqui 54, Yaktana 54, and Yaktana 54 x Norin 10-Brevor.

Since a complete table with all the reaction of this material would be very difficult to present, Table 4 shows only a few of the varieties. They are the most interesting for breeders because they are present in the pedigree of modern Argentine cultivars.

According to actual knowledge, the gene Lr 10 is found in the varieties Exchange, Gabo, Timstein and some lines derived from them (Selkirk, Lee, Mayo 54, etc.) (McIntosh, 1973). Gabo and Timstein, of same origin, are in the pedigree of Nainari 60 and Nadodores 63 wheats, respectively (Table 5). The reaction of these last four varieties is close to the reaction of the isogenic lines having the gene Lr 10. There are some differences that could be attributed to the presence of additional or modifying factors (Table 4).

The crosses Sonora 64 and Tezanos Pinto Precoz-Nainari 60, known as "Jaral", have produced the cultivars Leones INTA and Surgentes INTA. From combinations of these cultivars with other lines, the following cultivars have been developed: Labrador INTA, Diamante INTA, Victoria INTA, Saira INTA, San Agustin INTA, Chaqueno INTA, La Paz INTA, Klein Chamaco, Cooperacion Cabildo, Trigal 700, Trigal 706, Trigal 707, and Trigal 708.

Most of these cultivars are presently very susceptible to P. recondita because of the selection and distribution of pathogen isolates having virulence combinations that made the action of the gene Lr 10 ineffective. This is a new example of how the intensive use of a genotype could bring problems of genetic vulnerability.

The variety Tezanos Pinto Precoz (=Frontana x Thatcher-Sinvalocho M.A.) has the partial effects of the genes (named here LrF) of Sinvalocho and Frontana combined (Table 4). When these varieties are used in crosses, there is the risk of tranferring only one of the genes. This seems to have happened in the development of the genotype Jaral which was susceptible to some of the isolates of P. recondita. These same isolates are non-virulent for Tezanos Pinto Precoz.

It has been mentioned (McIntosh, 1973) that Sonora 64 has the gene Lr1.

Comparing the reaction of Sonara 64 with the reaction of the respective isogenic line, it is observed that Sonora 64 has an additional factor responsible for its increased resistance to the isolates 365, 1834 and 3815. This factor is found in the line Yaktana 54 x Norin 10-Brevor which is in the background of Sonora 64 (Table 4).

Genes from wild species are present in the varietal pool used in the country. One of them is the Lr9 gene from Aegilops umbellulata which is in the pedigree of the cultivars Precoz Parana INTA and La Paz INTA (Table 6). Precoz Parana INTA was the first non-traditional cultivar widely grown in Argentina. From its release in 1971 until it left production in 1980, it was resistant to all the races of P. recondita found in this country. However, its descendant, La Paz INTA, started to show leaf rust infestations in its first year of production, 1982. The isolate of the pathogen which is virulent on this cultivar has already been identified. It also attacks other cultivars such as Precoz Parana INTA, Transfer, Knott No.2, Chinese x Aegilops umbellulata, and other lines carrying the gene Lr9.

The other gene from wild material present in germplasm currently used is the gene Lr 24 from Agropyrum elongatum. This gene is in the cultivar Trigal 800, released in 1980, which rapidly reached a wide distribution in Subregion II North. However, the following year, light to moderate infection levels of P. recondita were observed in some locations of that wheat area. By 1982, infection levels were more severe, alarming the farmers. When the samples collected in 1981 were analyzed, three virulent races of the pathogen were detected which had not been found previously. Possible errors in sampling does not preclude the possibility of their existence in previous years.

The combination of the partial effects of several genes can offer an advantage compared to the use of one gene of wide action as was the case with the genes Lr9 and Lr24. For example, a hypothetical cultivar having the genes Lr1, LrF, Lr4 and Lr10 would have a reaction to each of the components of the local pathogen population of P. recondita that would guarantee the appropriate control of the fungus. There is no known race of the pathogen which is virulent on these four genes (Table 7).

Following are the cultivars of commercial bread type presently available to the farmer which should be outstanding for their resistance: Buck Cimarron, Buck Namuncura, Trigal 708, Norkinpan 70, Buck Cencerro, Chasico INTA and most recently released Klein Cartucho, Cooperacion Bahia and Buck Patacon. This group of cultivars has shown average infection levels of P. recondita lower than 10% during the period 1977-82 in the Territorial Trials of Disease Resistance which are conducted by the Genetic Department of Castelar (Rodriguez Amieva et al., 1977-1982). The rest of the cultivars frequently show high levels of infection with P. recondita under experimental field conditions as well as under production.

Stem Rust (Puccinia graminis tritici)

The initial variability for resistance to P. graminis was limited in the populations or varieties from which the traditional cultivars arose. The variability was essentially represented by the resistance genes found in Kanred (gene Sr5) and its descendant Reliance (parent of Klein Aniversario); in Mentana (gene Sr8) and its descendant Frontana; in some selections from the populations

Barleta Americano 25e, Barleta 7D; in some awnless wheats such as Pelon 33c and 49a; and also in Ardito and 38 M.A. (Table 8).

The dissemination of the pathogenic race 15 (63) which started in 1963 determined the susceptibility (to a high or low degree) of all the varieties grown up to that time. However, since the epidemic of 1950, which affected the cultivar Benvenuto Inca of wide distribution at that time, there has not been any similar infestation. The reason for this may be because of more efficient breeding, more complete disease trials and more control in the release of new varieties. Cultivars as highly susceptible as Benvenuto Inca have not been released. Other factors could have been the lack of favorable environmental conditions such as the low fertility of the soils where wheat is grown.

The increased use of non-traditional germplasm which started in 1962 brought considerable improvement in varietal performance. The genetic variability contributed by the new material is very wide. From the information available on the genetic background of the parental lines, at least the following genes would be present: 6, 7a, 9a, 9b, and 11. The variety Sonora 64 combines several of these genes and is in the pedigree, either directly or indirectly, of most of the bread wheat cultivars with non-traditional germplasm that have been registered in the country. Most of these cultivars have been very resistant to P. graminis such as Precoz Parana INTA, Dekalb Urunday, Dekalb Lapacho, Diamante INTA, Lemes INTA, Marcos Juarez INTA, Surgentes, Dekalb Tala, Buck Nandu, Trigal 705, and other cultivars released in recent years. With the variety Trigal 800, the SR24 gene has also been introduced into the cultivated germplasm. This gene, closely related to the LR24 gene previously mentioned, is also present in the variety Agent.

This research has allowed genetic control of P. graminis up to now. However, another cycle of susceptibility to this pathogen may begin. The determination of a race of P. graminis in samples from several locations of the cereal region (including Chaco) can raise a very serious disease problem if the basic conditions for an epidemic occur, i.e., favorable environment conditions and a compatible host-pathogen interaction during a period of time. This race combines virulence to the genes SR5, 6, 7a, 11 among others, and it also attacks Sonora 64.

In preliminary trials at the seedling stage in which an isolate of this race named 11 SOS (from Sonora Susceptible) was used, it was found that from 35 cultivars listed in the Official Register and presently available to the farmers, 22 (including several of wide distribution) were susceptible. They showed infection types MS and S (moderate susceptible to susceptible) (Table 9).

The situation seems better regarding the material that the private or public breeders have included in the Territorial Trial of Disease Resistance-1982. From 201 advanced lines evaluated in the greenhouse, 113 (56.2%) have been classified as R or MR to the mentioned isolate.

The reaction of the Sr genes to several isolates of the race 11 SOS is as follows:

Resistant: Sr93, 27.
Moderately Resistant (MR to Moderately Resistant-Moderately Susceptible (MR-MS): SR8, 22, 24, 25, 26.

BEST AVAILABLE COPY

Susceptible: SR5, 6, 7a, 9a, 9b, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19.
Not evaluated yet: Sr29, 30, 31, 32, WDR, Tt1, Tt2.

Stripe Rust (Puccinia striiformis)

The beginning of this disease in our country is related to the distribution of the variety Klein Record in 1929, especially in the Buenos Aires province. In the following three years, it appeared as an epidemic causing great damage to that variety. Consequently, this variety was no longer grown.

In our cereal region, favorable environmental conditions for stripe rust do not occur as frequently as in colder areas. The attacks show diverse intensities in different years in the wheat subregions. This is also the reason why epidemics of a specific severity occur sporadically in spite of the endemic characteristic of this pathogen in all the wheat region.

Generally, for the Argentine conditions, this disease is important in the central south area of the cereal region. However, in some years, attacks of certain intensity have been observed in the north of Buenos Aires province, Entre Rios and east of Cordoba, areas from the traditionally affected area. This may be the result of favorable weather conditions (cool, humid springs) associated probably with the distribution of very susceptible material.

Because of the previously mentioned reasons, the breeding projects have given priority to stem and leaf rust. However, special care has been taken to avoid the dissemination of very susceptible material to P. striiformis. It should be mentioned that the multiplication and planting of the cultivar Surgentes INTA should have been discouraged. This cultivar has been registered in the "temporary" category because of the high infestation shown in the northcentral part of the wheat region.

The determination of genetic factors of resistance has been essentially based on field observations. The trials conducted by the Breeding Institute (Instituto de Fitotecnia) which started in 1944 in the El Bolson valley, Rio Negro province, have been very useful. In that area, the environmental conditions cause intense stripe rust attacks each year. Vallega and Cenoz (1961), who conducted the research, found high resistance on some lines or varieties such as Chino 166, Chino 166 x Lin Calel, Frontana, Guatrache Hucal Mag, Heines Kolben x 38 MA, Magnif MG, etc. Some of these are in the pedigree of some traditional varieties. They also observed excellent performance of many varieties from different origin, particularly Europe.

Some information regarding the characteristic of the pathogen population of P. striiformis in Argentina and in other Latin American countries comes from sample analysis done in the International Survey of Virulence Factors in Wageningen, Holland. From a practical point of view, this information is of relatively little value since the differential hosts used have little or no relation to the material utilized in the pedigrees of the Argentine commercial cultivars. It would be advisable to repeat these analyses in our country. However, they should be related to the eventual resistance mechanisms that can be present in the germplasm that is being utilized. Due to the particular environmental requirement of P. striiformis, it is necessary to have suitable facilities (growth chambers, etc.).

The Septoria Complex (Septoria tritici and S. nodorum)

There have been epidemics of both species in Argentina causing important damage. Whereas Septoria tritici normally appears every year, Septoria nodorum appears sporadically, but its effects are more drastic. However, the problem is far from reaching the magnitude that it has in other countries (Brazil and Paraguay) where Septoria can be a limiting factor in crop production.

There is no resistance in the cultivars presently used; however, differences have been observed between the traditional and non-traditional wheats, the latter being more susceptible. When these varieties began to be distributed in the country, it was suggested that they could magnify the problem as has happened in other countries where the native cultivars were gradually replaced by imported cultivars from Mexico. However, environmental conditions and plant breeding have reduced infection levels on the first Argentine non-traditional cultivars. The new cultivars which combine traditional and non-traditional germplasm have moderate levels of susceptibility which up to now have not threatened production.

Loose Smut (Ustilago tritici)

In 1960-63, this disease reached some importance because of the wide distribution of very susceptible cultivars. It occurred in the Rosafe area where the closely related wheat varieties Klein Colon, Klein Petiso and Klein Rendidor were being grown. It also should be mentioned that the importance of this disease in wheat depends on the infection level of the seed, which varies annually according to environmental conditions during the flowering time.

The search for resistance to Ustilago tritici has never been a major part of most breeding programs. This is easy to understand because of the nature of this disease. There are other methods of control; therefore, the breeder prefers to concentrate his efforts on other characteristics. The resistance of some commercial varieties resulted from the fact that some parental lines selected for quality, yield, etc., were also resistant to U. tritici. This was the case for some descendant cultivars of 38 MA and Sinvalocho MA.

All durum varieties that have been grown in the country have been resistant to loose smut. Among the resistant bread wheat varieties, there are a group of wheats that should be mentioned. These include: Pergamino Gaboto MAG, Agrolit Vigliano, Olaeta Artillero, Buck Manantial, Klein Puma, Oncativo INTA, Tacuari INTA and Magnif 41 INTA. These wheats which are no longer grown commercially but could be very useful for study of resistance to this parasite.

Some of the new cultivars are very susceptible to Ustilago, i.e., Las Rosas INTA, Marcos Juarez INTA, Saira INTA, and San Agustin INTA.

Scab or Fusarium Head Blight (Fusarium spp.)

Even though this disease appears sporadically, it can cause heavy losses when conditions of high humidity and temperature occur at heading time. Such conditions are very favorable for the development and dissemination of the parasite.

During 1976, scab caused important but irregular damage to durum wheat in the

Balcarce area. In 1978, the incidence of the disease was more noticeable in wheat areas of Entre Rios, Cordoba, south of Santa Fe and north of Buenos Aires. Estimated losses reached 30% of the yield in some areas of the Subregion II N. Therefore, this disease should be considered in breeding programs, at least to the point of discarding the very susceptible material. Selection against this disease is difficult because of the inconsistency of the attacks under field conditions. A correct evaluation requires several years of observation. Consequently, conditions for efficient selection involve the development of infection methods that insure severe attacks annually under field conditions as well as the development of techniques to better evaluate the different levels of susceptibility or resistance of the experimental material. The evaluation should not be based only on visual methods.

During the severe attacks of 1978, differential reaction to the pathogen was observed among the material of the Breeding Cooperative Program of INTA as well as among the commercial cultivars. Klein Atlas and Pergamino Gaboto MAG were cultivars showing a very low level of infection.

This more resistant material formed a base for more intense selection for resistance to Fusarium. In 1979, the researchers Maria T.V. de Galich and Angel Galich from the Experimental Station of Marcos Juarez tested this material and new resistant Brazilian material in the greenhouse with artificial infestations. The work continued during 1980 and 1981 allowing detection of a group of wheats that have good resistance to the pathogen as well as good adaptation and yield. These materials include (Galich and Galich, 1983): a) material developed in Argentina: Klein Atlas, Vilela Sol, Las Rosas INTA, Oncativo INTA, LAJ 1409, LAJ 2079, LAJ 2316, LAJ 2514 and b) material from Brazil: C 7919, Pel. 73101, Pel. 73081, PAT 19, PF 7815, NHU Pora, Toropi, Encruzilhada, Nobeoka Bozu, Nyubai, Pekin 8.

The next stage was the development of a breeding project to gradually increase the resistance level of the material mentioned above. The information available concerning the heredity of resistance to the pathogen is scarce because of to the lack of appropriate resistance sources to control the disease. It is known only that Nobeoka Bozu has resistance conditioned by three recessive genes of epistatic effect. Poligenic heredity could also be involved (Nakagawa, 1955). For these reasons, a recurrent selection method to develop resistance was chosen. Using this method, the resistance level is slowly increased by crosses between lines or varieties of good performance, followed by selection of the F2 populations in the greenhouse. Yield and/or agronomic characteristics are not lost by this method. This project began in 1982 with 59 crosses.

Stinking Smut or Bunt (Tilletia caries and T. foetida)

The control of this disease, important in the deterioration of the commercial quality of wheat production, has been based essentially on chemical seed treatment. In some years, the problem was increased because of fungicide failures, deficient applications and very susceptible varieties.

As with loose smut, genetic control of the disease has not been investigated. However, there are suitable sources of resistance available. There are considerable differences among the presently grown commercial cultivars. The artificial infestation trials conducted annually on the experimental farm of the Genetic Department in Castelar have determined lower levels of average infection

(to 5% of affected heads) in the following cultivars for the period 1977-1982 (Rodriquez Amieva, 1983): Trigal 800 (0.2%), Balcarceno INTA (0.4), Bonaerense Valverde (0.4), Cooperacion Bahia (0.8), Buck Namuncura (0.9), Chasico INTA (1.4), Buck Mechongue (1.6), Diamante INTA (2.6), Buck Pucara (3.0), Buck Candisur (3.8), and Buck Cencerro (5.0). The most susceptible cultivars (more than 40% of affected heads) were: Klein Cartucho (42.5), Tuc Norteno (47.4), Klein Atalaya (49.2), Norkinpan 70 (49.6), Klein Chamaco (49.7), and Victoria INTA (66.7).

The durum wheats have been traditionally resistant to smut in Argentina. The four cultivars presently distributed (Balcarceno INTA, Bonaerense Valverde, Buck Mechongue, and Buck Candisur) are among the most resistant wheats. Some years ago, the presence of Tilletia controversa in the country was suspected. Because of the etiologic characteristic of this smut, chemical control is difficult. Even though some forms with morphology similar to Tilletia controversa have been found in samples, their physiological behavior was very different and more similar to T. caries or T. foetida (Mujica, 1969).

Wheat viruses

Studies concerning wheat virus began intensively in 1977 by researchers of the Plant Pathology Department of INTA, Castelar. Major projects concentrated on Barley Yellow Dwarf Virus which is the most widely distributed virus and one causing the most damage to wheat.

Barley Yellow Dwarf Virus (BYDV)

The presence of BYDV in cereals in Argentina was confirmed in 1978. In addition to Metopolophium dirhudum, the following species were also found as vectors of this virus: Schizaphis graminum, Ropalosiphum padi and R. rufibdominalis.

The evolution of this virus was followed in field crops of Buenos Aires province for 6 years. A generalized distribution of the virus was found in all the evaluated area. The levels of incidence fluctuated depending upon years and geographic area.

When the populations of greenbug and yellow aphid (Metopolophium dirhudum), the two most widely distributed vectors decreased, a decrease in the incidence of BYDV was also observed. In 1981, two exceptions to this decrease were in very localized areas of Castelar and Balcarce. In Castelar the attacks were very intense and there were usually high populations of yellow aphids (Metopolophium dirhudum).

The distribution pattern of the virus in Buenos Aires province from 6 years observation follows: The most affected areas are the Guaimini Partido County and neighboring counties in the west, and Balcarce county in the southeast. It is suspected that the sandy soils and low fertility favor the expression of the BYDV symptoms. In Balcarce and Castelar the weather seems to help the survival of the yellow aphid. It is important to note that every time that a regular or high yellow aphid population appeared, the incidence of virus infection was high. In other studied areas evaluations were made sporadically. In the Experimental Station of Anguil (La Pampa), severe symptoms in oats, barley, and triticale were observed in 1981. In the experimental station of Pergamino (Buenos Aires), and Parana (Entre Rios) there were less severe attacks in wheat.

There were no symptoms observed in Marcos Juarez (Cordoba) in 1977 and 1981.

The level of infection registered could have been underestimated since only plants with clearly evident symptoms were recorded. The possibility of infected plants without symptoms was not considered; however this situation does appear under infection. The possibility of using the enzyme-linked immunosorbent assay test (ELISA) to detect virus in the future would allow completion of the information regarding the distribution and incidence of the virus in the entire Argentine wheat region.

Cultivar Evaluation

During 1981, a severe infestation of yellow aphid and consequently of virus infection was recorded in Castelar. This allowed evaluation of the resistance of cultivars of wheat, oats and barley to BYDV in a trial patterned after trials of the IICA-Cono Sur/BID Program, Wheat Project. The cultivars Anza, CNT9, Londrina, San Agustin INTA, Tucunduva, V23 and Yecora had outstanding resistance. The most susceptible cultivars were Buck Nandu, Klein Toledo, Labrador INTA, LE 1787, Nobre and Trigal 800.

Quantitative differences observed by measuring a yield factor (weight of 1000 kernels) were caused not only bythe virus infection but also by the heavy attack of aphids.

Other Viruses

Other viruses have been detected in our crops such as the Wheat-Soilborne Mosaic (WSBMV) which was observed by Slykhuis in 1980. This virus has been a serious problem in Nebraska since 1970 and intense research has been carried on to find a control method.

From trials conducted in Brazil during 1982 the effect of WSBMV on Argentine cultivars was observed. The most susceptible cultivars were Saira INTA, Marcos Juarez INTA, Diamante INTA, and Leones INTA. Less susceptible cultivars were Labrador INTA, San Agustin INTA, Victoria INTA, Trigal 800 and especially, Buck Nandu and Klein Toledo.

A virus of baciliform particles was found in wheat plants in the greenhouse at Balcarce. According to Slykhuis, it could be related to the North American Wheat Striate Mosaic Virus. A study of the possible vectors of this virus found the following species of Delfacidos (Homopteros Auquenorrincos) possibly responsible for the transmission: *Delphacodes Kuscheli*, *D. haywardii*, *D. argentinensis*, *D. Sitarea*, *D. elongatus* and *D. balbosa*.

A member of the Delfacidos family is also vector of the virus disease called Espiga Branca de Trigo, from Brazil. The symptoms are very easy to spot in individual plants in the field or in the selection material in experimental fields. They show white or chlorotic longitudinal stripes on the leaves. Stems and spikes are totally white. Another approach to its identification is the presence of transparent, needle-shaped or beadlike inclusion bodies in the epidermal cells.

The vector of this virus corresponds to the genus Sogatella and to the species, *S. kolophon*, found in this country. The breeding and management of this insect

present particular problems and the solutions are being studied in research concerning the virus disease "Mal de Rio Cuatro del Maiz" transmitted by an insect from the same family. The mite Aceria tulipae has been found in garlic in our country. This is the vector of the most destructive wheat virus called Wheat Streak Mosaic Virus (WSMV) that has ruined wide areas of the wheat crop in the Great Plains region of the United States and Canada. It is not known why the vector has not yet been found in wheat in Argentina. However, its presence, and the fact that it can be transmitted by mechanical means, merit close scrutiny on possible future problems.

McKinney and Greeley (1965) have isolated several races of the BSMV with different virulences from barley seed samples in Argentina. This virus is seed transmitted and wheat and barley are its only hosts. At the present time, there is not much information about its distribution and economic importance in the country.

Finally, we do not have enough information on wheat virus diseases and levels of incidence to consider them as important as the other wheat diseases.

Table 1. Reaction of Wheat Varieties of Traditional Origin and Some Isogenic Differential Lines to Twenty-Three Clones of *Puccinia recondita tritici* Isolated in Argentina

Varieties \ Clones	1636	1605	2908	1608	4765	4206	2883	3395	2947	4488	2982	2841	2902	3298	365	1834	1634	1476	909	1839	4485-S	3815	3376
AMERICANO 25 e	○	○	•	⊖	•	•	•	⊖	•	•	•	•	•	•	:	•	•	•	•	•	•	:	⊖
AMERICANO 26 n (= KLEIN UNIVERSAL)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	⊖	●	⊖	○	⊖	⊖	⊖	●
AMERICANO 44 d (= KLEIN UNIVERSAL II)	●	●	○	●	○	○	○	●	○	●	○	●	○	●	●	●	●	●	○	○	●	○	●
ARDITO SELECCION KLEIN	○	○	○	○	•	•	:	⊖	•	•	•	•	•	•	●	:	•	•	•	●	●	●	●
PARLETA 7D	:	●	●	●	:	:	●	○	:	:	:	:	:	:	:	•	•	●	•	●	●	•	○
PELON 33 c (= KLEIN FAVORITO)	:	:	●	●	:	:	:	●	:	:	:	:	:	:	●	●	●	●	●	●	●	●	●
SEL. KLEIN 49 a	●	●	●	●	•	•	●	●	•	•	•	•	•	•	●	•	•	•	•	●	●	●	●
BAGE	○	⊙	:	●	•	•	⊙	●	•	•	•	•	•	•	●	•	•	•	•	•	•	●	●
SIN VALOCHO M.A. TH.[6] - DEMOCRAT (Lr3) W.CH.[8] - DEMOCRAT (Lr3)	●	●	●	●	•	•	●	●	•	•	•	•	•	•	●	•	•	•	•	●	●	●	●
TLAICHER[6] - K. LUCERO (Lr17)	:	:	○	●	:	:	:	●	:	:	:	:	:	:	●	●	●	●	●	●	●	●	●
KLEIN LUCERO (Lr17 + Lr7D)	:	:	●	●	:	:	:	○	:	:	:	:	:	:	:	•	•	●	•	●	●	•	○

References: • R : R a MR ○ MR ⊙ MR a MS ⊖ MS ● S

BEST AVAILABLE COPY

Table 2. Pedigree of the variety Klein Lucero

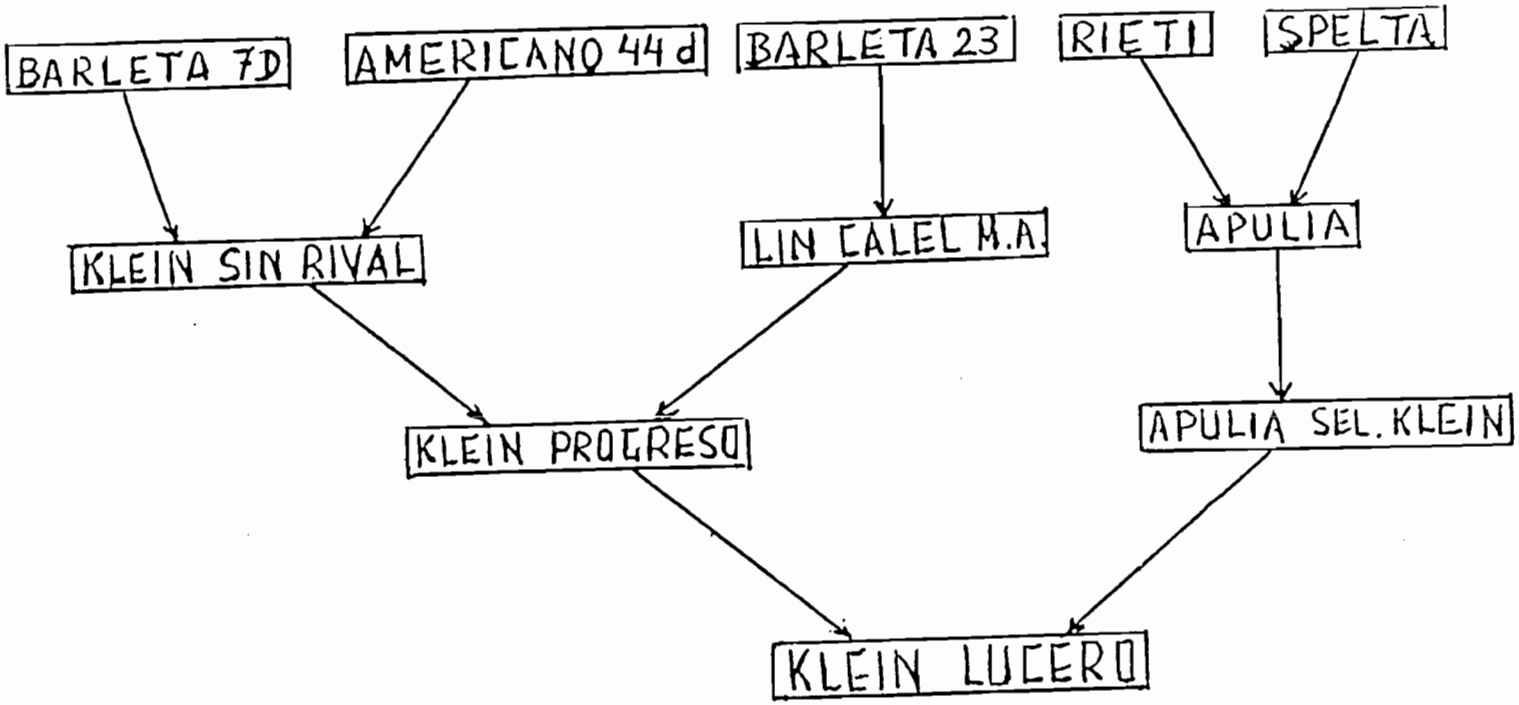


Table 3. Field Reaction of Isogenic Lines and Varieties Having the Lr 3 GEN to *Puccinia recondita* (expressed in % of infection)

	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981			1982	
	Cast.	Cast.	Cast.	Cast.	Cast.	Cast.	Cast.	Oliv.	Par.	Cast.	Cast.	Raf.
SINVALOCHO M.A.	0	T	0	5	5	T	T	T	T	T	10	0
SEL. KLEIN 49 a	60	80	70	-	90	-	-	-	-	-	60	-
THATCHER[6] - DEMOCRAT (Lr 3)	-	99	90	99	90	99	70	90	80	60	90	80
WICHITA[8] - DEMOCRAT (Lr 3)	-	-	90	-	-	99	90	-	-	-	-	-
WICHITA[7] - MEDITERRANEAN (Lr 3)	-	-	90	-	-	99	-	-	-	-	-	-

REFERENCES:

Cast. = Castelar, Prov. of Buenos Aires
Par. = Paraná, Prov. of Entre Ríos
Oliv. = Oliveros, Prov. of Santa Fe
Raf. = Rafaela, Prov. of Santa Fe

BEST AVAILABLE COPY

Table 4. Reactions of Some Wheats that are used in the Formation of Non-Traditional Cultivars to *Puccinia recondita* and of some Isogenic Differential Lines

	1605	1608	2908	4206	2883	3956	3395	4488	2982	2841	2902	3298	4515	365	3471	1834	1634	1476	909	4483-r	1839	4485-s	1888	3815	3376
NADADORES 63	•	○	•	●	•	⊙	•	•	●	⊖	•	○	●	•	●	•	•	•	●	○	•	•	—	•	•
NAINARI 60	:	○	•	●	•	⊙	•	•	○	○	•	⊖	○	•	—	•	•	•	○	○	•	•	⊥	•	•
GABO ; TIMSTEIN	•	⊙	•	○	:	⊙	•	•	○	●	•	○	○	•	○	•	•	:	○	•	•	•	○	•	•
THATCH.^{6}-EXCHANGE (Lr10)	:	●	:	●	:	●	:	:	●	●	○	●	●	○	●	:	:	:	○	○	:	:	○	:	:
T.PINTO PRECOZ(Lr3+LrF)	○	○	○	•	○	○	⊙	•	•	•	•	•	•	○	○	•	•	•	•	•	○	○	○	—	⊖
FRONTANA (Lr F)	○	○	○	●	○	○	○	●	●	○	●	●	●	○	○	⊖	⊖	○	⊙	⊙	○	○	○	●	●
SINVALOCHO M.A. (Lr 3)	●	●	●	•	●	●	●	•	•	•	•	•	•	●	●	•	•	•	•	•	○	○	●	●	●
TH.^{6}-CENTENARIO (Lr 1)	•	•	•	●	●	●	●	•	•	•	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
SONORA 64 (Lr 1 + Lr 7)	•	•	•	●	●	●	●	•	—	•	●	●	●	○	●	○	●	●	●	●	●	●	●	○	●
YAKT.54 x NORIN 10-BREV	:	•	—	●	●	●	●	•	—	•	●	●	●	○	●	○	●	●	●	●	●	⊖	●	○	●
AGENT (Lr 24)	•	•	•	•	•	•	•	●	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	●	•	●	•	•	•
THATCH.^{6}-TRANSFER KNOTT Nº 2 PRECOZ PARANA INTA } Lr9	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

References: • R : R A MR ○ MR ⊙ MR a MS ⊖ MS ● S — Without Information

Table 5. Pedigree of the Wheats "Nainari 60" and "Nadadores 63" that are used in the Formation of Non-Traditional Argentine Cultivars

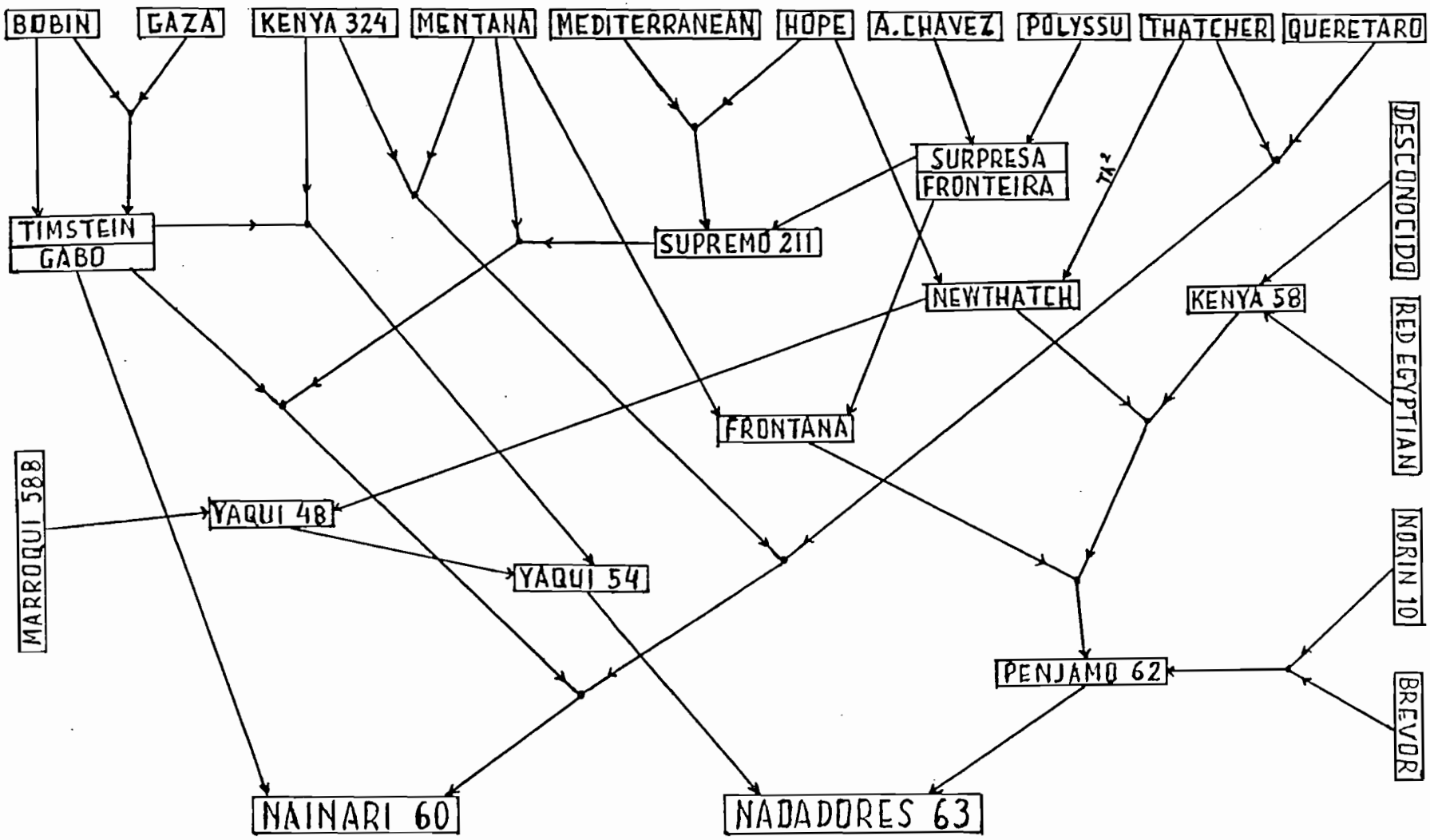
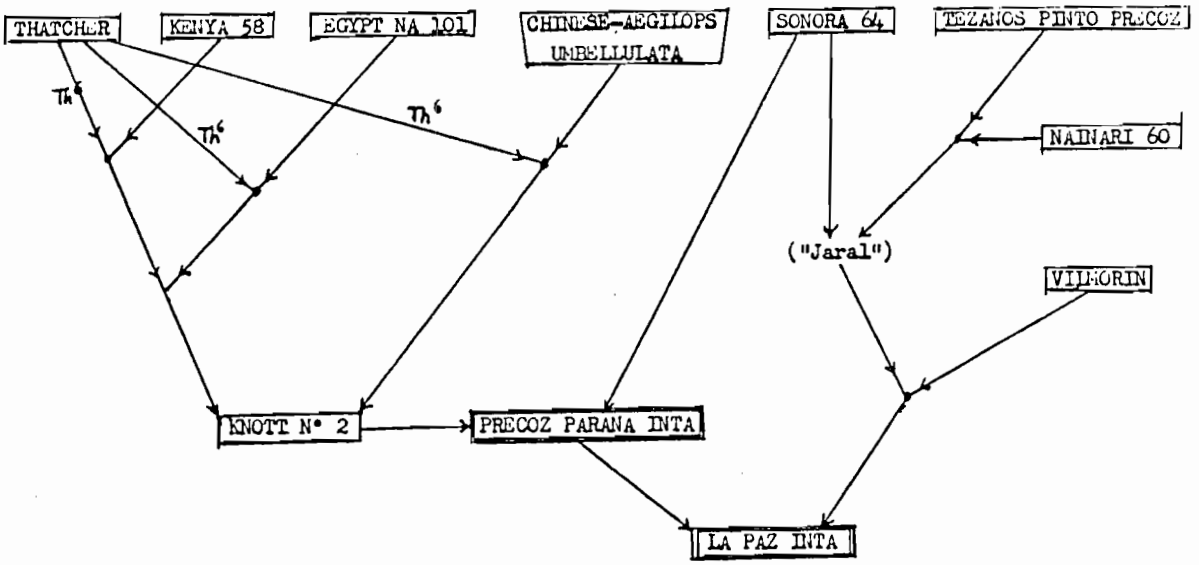


Table 6. Pedigree of the Argentine Commercial Cultivars "Precoz Parana INTA", "La Paz INTA", and "Trigal 800"



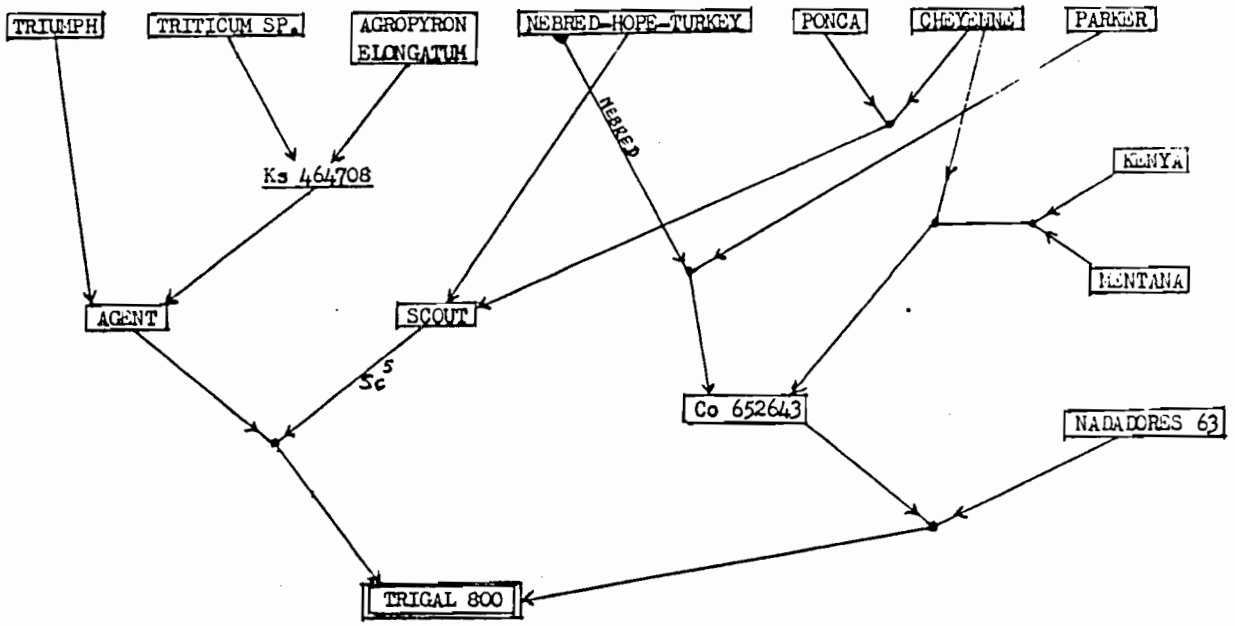


Table 7. Final Reaction of a Hypothetical Cultivar Possessing the Lr 1, Lr 3, Lr F and Lr 10 Genes to each of the Indicated *P. recondita* Clones

		1605 2908	1608	4206 3298 4515	2883 3395 1839 4485 -S	3956 3471 1888	4488	2982	2841	2902	365	1834 1634	1476	909 4483 -T	3815 3376
CULTIVAR X	Lr 1	•	•	●	●	●	•	•	•	●	●	●	●	●	●
	Lr 3	●	●	•	●	●	•	•	•	•	●	•	•	•	●
	Lr F	○	○	●	○	○	●	●	○	●	○	◒	○	○	●
	Lr 10	⁝	●	●	⁝	●	⁝	●	●	○	○	⁝	⁝	●	⁝
Final Reaction		•	•	•	⁝	○	•	•	•	•	○	•	•	•	⁝

References: • R ⁝ R a M R ○ M R ◒ M S ● S

Table 8. Reactions of Traditional Wheat Varieties to Six Clones of *Puccinia graminis tritici* Isolated in Argentina

VARIETIES \ CLONES	15 (120)	15(63) (848)	15(77) (3797)	11 MER (3357)	(3358)	(3267)
AMERICANO 25 e	⊙	●	●	○	●	●
AMERICANO 26 n (= K. UNIVERSAL)	●	●	●	●	●	●
AMERICANO 44 d (= K. UNIVERSAL II)	●	●	●	●	●	●
ARDITO SELECCCION KLEIN	⊙	●	●	●	●	—
BARLETA 7 D	●	●	●	○	●	●
PELON 33 c (= KLEIN FAVORITO)	⊙	●	●	●	●	●
SELECCION KLEIN 49 a	●	●	●	●	●	⊙
MENTANA ; FRONTANA	○	●	●	○	●	●
38 M.A.(= Barleta 77 x Chino 466)	●	●	●	●	⊙	⊙

REFERENCES: ○ MR ⊙ MR a MS ● S — Without information

Table 9. Types of reactions presented at the seedling stage of 35 Argentine commercial cultivars to the *Puccinia graminis* clone number 4734

REACTION	CULTIVARS
RESISTANT	KLEIN ATALAYA, BUCK PUCARA.
MODERATELY RESISTANT	BUCK CIMARRON, BUCK ÑANDU, BUCK PANGARE, KLEIN TOLEDO, LA PAZ INTA, TRIGAL 800.
MODERATELY RESISTANT TO MODERATELY SUSCEPTIBLE	BALCARCEÑO INTA, BUCK PATACON, KLEIN CARTUCHO.
MODERATELY SUSCEPTIBLE	COOPERACION BAHIA, DIAMANTE INTA, LAS ROSAS INTA, LEONES INTA, NORKINPAN 70, SAIRA INTA, TUC NORTEÑO
SUSCEPTIBLE	BORDENAVE PUAN SAG, BUCK CANDISUR, BUCK CENCERRO, BUCK NAMUNCURA, BUCK NAPOSTA, CHAQUENO INTA, CHASICO INTA, KLEIN CHAMACO, MARCOS JUAREZ INTA, NORKIN T-82, LABRADOR INTA, TRIGAL 706, TRIGAL 707 TRIGAL 708, VICTORIA INTA.
SEGREGANT	BONAERENSE VALVERDE (MR/S) SAN AGUSTIN INTA (S/R)

NEW APPROACHES IN BREEDING FOR DISEASE RESISTANCE

E. A. Favret, H. A. Saione, P. M. Franzone

Previously, when breeding for disease resistance, it was believed that resistance was a characteristic controlled by simple genes and that this resistance would be durable when tested in field conditions. However, the released resistant varieties generally succumb to the pathogen after different short periods of time.

This situation made the breeders doubt the efficiency of using oligogenes in breeding for resistance to plant pathogens.

It is presently known that the pathogen populations are very variable. Even in cases such as Argentina, in which the sexual reproduction of some pathogens is unknown, new virulence alelles or genes appear with high frequency.

With the methods presently used to study the pathogen potential of parasitic populations it is possible to determine the new virulence genes only when they have been spread in the production.

It would be interesting to review the present concepts available to estimate and to measure the structural changes of the pathogen populations with enough time to allow the breeder to change his program.

This paper discusses the new approaches utilized at the Genetic Department, Castelar, during the last years. These approaches are oriented to fulfill the previously mentioned objectives as well as to avoid the allelic erosion during the breeding process.

Present Concepts about Reaction to Diseases

To date, several concepts have been used to define the reaction to diseases. Persistence is the newest one and it is related to the longevity of the effect of the gene once they are introduced in a cultivar. There is a tendency, in general, to relate the horizontal alternatives with non specificity, poligenic inheritance and long lasting-effect, as it was defined by Van der Plank (1968). On the other hand, vertical resistance is related to specific genes, oligogenic inheritance and non-lasting effect.

Today, there is enough information available, however, to believe that these concepts are not complete, real or sufficient, and that other combinations of alternatives can be mentioned.

A good example is the gene MI-O for reaction to *Erysiphe graminis* in barley (Favret, 1965,1971) that until the present time has conferred resistance to all the isolates of the pathogen. This case is considered a non-specific reaction in which the trait is under the influence of only one pair of genes. On the other hand, the presence of poligenic systems has not been totally confirmed yet and persistence is a relative value.

It would be preferable to separate the four methods included in Table 1, since all of them may contribute to the practical breeding activities, even though

doubts arise from the logical value of the definitions.

Structural Changes of the Pathogen Populations

The methods presently used by the immunologists determine only a small frequency of virulence genes. The less frequent forms of the parasite go unnoticed.

For example, analyzing 200 samples per year, we would have a maximum probability of determining one alelle of virulence only if it appears in the population with an average frequency of at least 0.005. This frequency is very low considering the great variability of forms that may exist in an area. Therefore, knowledge of the new appearing biotypes of the pathogen able to attack varieties or advanced lines is usually too late to be of use to the breeder.

Several changes of pathogen populations have been recorded in Argentina though the years. Figure 1 shows one of those changes. During 1965, some varieties of parental pedigree produced in Criadero Klein showed a progressive increase of Puccinia recondita tritici. These varieties, Klein Impacto among them, had good resistance to Puccinia recondita tritici in commercial production. After two years, this average of infection was as high as the average of susceptible material.

Another important variation in the Puccinia recondita population was observed soon after the introduction of the so called "Mexican wheats". Early in 1970, these wheats, derived form the Norin 10 variety, revolutionized the world wheat structure. During 1976, these wheats were grown in 40% of the wheat area of Argentina.

Today, the average growing area of those wheats is estimated at about 70% of the total area. This sudden change in the host population brought alterations in the population structure of the pathogen, as was expected. Varieties such as Marcos Juarez INTA, Dekalb Lapacho and Leones INTA, showed high level of resistance until 1975 when these varieties suddenly became susceptible, showing by 1976 infection levels as high as the susceptible test variety (Figure 2).

Finally, the variety Trigal 800 which had one resistance gene, rarely present in our wheats, changed from very resistant to completely susceptible in a period of two years.

At the same time, a considerable increase in the level of infection caused by Septoria tritici was observed. This was because of the higher susceptibility of the Mexican germplasm to the pathogen (Rodriguez M. Amieva, et al., 1980) (Figure 3).

A similar situation was also found when the infection averages for Puccinia glumarum were analyzed.

An interesting example about the structural changes of a pathogen population is presented in Figure 4. Sinvalocho M.A., a variety released before 1940 which has not been cultivated since 1965 and was only used as a parent in the traditional varieties, has shown good resistance to Puccinia recondita for 26 years. Its average level of infection has a steady or ever-decreasing tendency. In contrast, one induced mutant of Sinvalocho, Gamal R was more resistant in the beginning but became susceptible after 1975 when the pathogen population

changed. It is important to mention that this is a case of isogenic lines.

The variation in the performance of the varieties depend, of course, on the change of the pathogen population. However, this one is also motivated by the varietal changes.

It is interesting to point out that varieties such as Sinvalocho, the varieties Pergamino Gaboto, El Gaucho, Buck Manantial, Buck Cimarron, Buck Sudeste, Buck Nandu, Buck Cencerro, Buck Naposta, Buck Namuncura and Precoz Parana INTA, are genotypes which have not shown variation in their resistance to P. recondita through the years, even though some of them were used highly in commercial production. In each case mentioned, we are talking about specific resistance genes.

The analysis of the previous examples allows us to make some general conclusions. First, it can be observed that sudden changes in the pathogen population generally occur if a variety or group of varieties growing in an area of considerable size are suddenly substituted by others.

The greater the number of genes of known reaction changed for unknown genes, the greater the number of pathogen populations that will undergo structural changes. This fact was observed in 1975 when changes were found in P. recondita and also in P. glumarum and S. tritici.

Therefore, it is not recommended to change suddenly the host genes but to (slowly) introduce the new genes, adding them to the already present ones.

New Approaches to Study the Pathogen Populations

Considering the limitations of the techniques presently used to study the evolution of the pathogen population, it is necessary to develop new concepts to allow the breeder to:

a) foresee the changes occurring in the pathogen population at an earlier time than at present.

b) keep track of the desirable genes present in the initial crosses so that they are still present in the material being advanced to avoid erosion).

The following are some methods proposed to obtain information about these important breeding aspects.

1) Mobile Nurseries

The useful life of a cultivar in relation to diseases will depend on the persistance of its genes. To know the persistance of its gene or genes, one must be able to determine the corresponding virulence alelles which should be in a very low frequency. For the cultivar to become susceptible those alelles must increase their frequency.

In addition, when a compatible reaction (susceptible host) is manifested, it indicates that all the corresponding virulence genes of the pathogen must be present simultaneously. Some virulence genes can be hidden in the genotype. Also, in the case of incompatibility (resistant host), the number of genes

participating in the reaction is not known.

The mobile nurseries are a suitable method to determine virulence alelles present in the populations at a rate of 5-10% or lower (frequency). This method which can be carried out under very simple conditions had been tested for the first time in Israel by Eyal et al. (1973) who studied the mildew:barley system. In the Genetics Department, INTA Castelar, the nursery is done by seeding the host in a hydroponic medium according to the Myhill and Konzak method (1967). The seeds are placed between two pieces of absorbent paper stapled together. The resulting "sandwiches" are placed in plastic grooved support. The whole set is submerged in a container filled with water.

For the system wheat:Puccinia, the plants are allowed to grow in the greenhouse until their first leaf develops, then the nurseries are placed in the field for one night for inoculation. Subsequently, they are moved again to the greenhouse and placed into a humidity chamber for 24 hours. After 15 days, the type of infection on the different hosts is analyzed.

These nurseries are very light and easy to move long distances. If the nurseries are placed in fields at long distances from where the analyses will take place, the humidity chamber treatment should be done during the trip, avoiding dessication of the inoculum.

Each nursery includes a certain number of hosts selected according to the information needed by the breeder. A variety that has high acceptibility to rust in different conditions is also included. It is convenient to point out even though there are no ways to know if a genotype is susceptible to all the pathogen isolates, often there are genotypes susceptible to most of the pathogen present in the area to be sampled.

The analysis of the samples includes two sequential tests, a test of frequency and a test of heterogenity. The first test determines the relative initial frequency of spores containing virulence genes capable of attacking each genotype. The average number of pustules per leaf is calculated and compared to the number obtained from the check variety (Table 2). The test of heterogeneity utilizes the spores harvested from each variety which are used to inoculate one or a group of genotypes of the varieties used.

Table 3 represents the results obtained from 20 samples taken in three dates in the experimental field of Castelar. Gama 1R is a mutant induced in Sinvalocho. Its A_1 locus resulted from a transposition of gene A_0 from the mother plant to another chromosome. The line Gama Precoz has both genes.

Purple straw, the check variety, is very susceptible to P. recondita population in our cereal region. The test of frequency determines the performance of the hosts in the presence of a pathogen population. The data show that Gama Precoz, which has both genes, has fewer pustules than Gama 1R or the parent line. The difference has been analyzed by the sign test (nonparametric statistics) confirming the results from Gama Precoz and Sinrolocho or Gama 1R in each sample. The difference was highly significant ($P<0.004$).

The continuous sampling of an area allows one to easily follow the fluctuation of the relative frequencies of the virulence genes throughout time.

Table 4 shows a test of heterogeneity including the traditional variety Klein Impacto and the variety Surgentes INTA with germplasm of Mexican origin. The data show the average percentage of infection from eight artificial infections. From the spores collected from Surgentes INTA, only 22% of them were virulent on Klein Impacto. Reciprocally, only 15% of the spores from Klein Impactos were virulent on Surgentes INTA. In both cases, the lack of pustules was significant ($P<0.01$).

The dot line shows a cross reaction which determines a specific reaction at the frequency level (Favret, 1971). These results show that the virulence patterns on Surgentes INTA and non virulence on Klein Impacto are negatively associated with those virulence forms on Klein Impacto and non virulence patterns on Surgentes INTA. Thus, it can be predicted that any change which favors the pathogen isolates on Surgentes INTA will decrease the patterns that attack Klein Impacto.

From the above, it can be concluded that the information to determine quality and quantity of a pathogen population can be obtained from a simple method such as mobile nurseries.

2) Segregating Families

Another method that because of its simplicity can be used by the breeder in those areas where natural infection of the pathogen exists, is the use of segregating families of crosses in the program.

This method involves the evaluation of the descendants of F2 plants. They are exposed to the pathogen along the breeding process and are compared with the subsequent generations during the years necessary to improve them.

Then, considering that an F2 plant can provide 200 seeds, it would be possible to compare them until the F8 generation, using 40 seeds each year. These seeds can be planted in the field or in a mobile nursery on one or two planting dates, controlling in this way the possible variations of the pathogen population.

The virulence alelles will be observed immediately in the segregating descendants of the F2 generation regardless of the number of the initial resistant genes in both parents, or their loss will be verified during the selection process of the host.

When it is desirable to transmit more than one pair of resistance genes, it is often possible to lose one of them because of limited sampling arising from high selection indices. The advanced lines or new varieties consequently have a shorter life than the resistant parent variety. Some examples of this is the use of the flax variety of Alcorta INTA (Antonelli, 1983) and the barley varieties of Magnif 102, 104 and 132 (Antonelli, 1976).

It is possible for the breeder to keep himself informed about the evolution of the pathogen population in his area by studying the performance of the resistance genes in the parental varieties with the segregating family method.

3) Homozygote or Heterozygote Condition of the Pathogen

In those systems in which the pathogen is diploid or dikaryotic, changes from

dominant to recessive of the specific interaction could provide information about the possible presence of new biotypes of the pathogen.

Analysis of a gene of the wheat variety Transfer Sambrosky (1963) found that when the gene was in the heterozygote condition it behaved as dominant or recessive depending on the homozygote or heterozygote condition of the no virulence alelle of the pathogen. Sambrosky worked with Puccinia recondita.

Our results from work done with isogenic lines of wheat and P. recondita (Franzone and Favret, 1982); Suarez and Favret, 1984) showed that a host gene will be dominant or recessive depending on the genetic of the pathogen. This fact confirms that the increase in virulence alelles can proceed gradually (in a stepwise fashion).

Consequently, the reaction of heterozygote forms of the host would help determine the increment of the virulence alelle frequency (as Watson and Luig, 1968, pointed out; Watson, 1970).

Final Comments

The new methods of plant immunology which have been proposed during the last years (such as the one from Wolfe and Schworzback (1975) and ours) tend to study the dynamics of pathogen populations to try to predict its evolution.

In this way, using more informaiton, the breeder could predict the potential value of his achievement in the field of genetic resistance of cultivated plants to diseases.

FIGURE 1

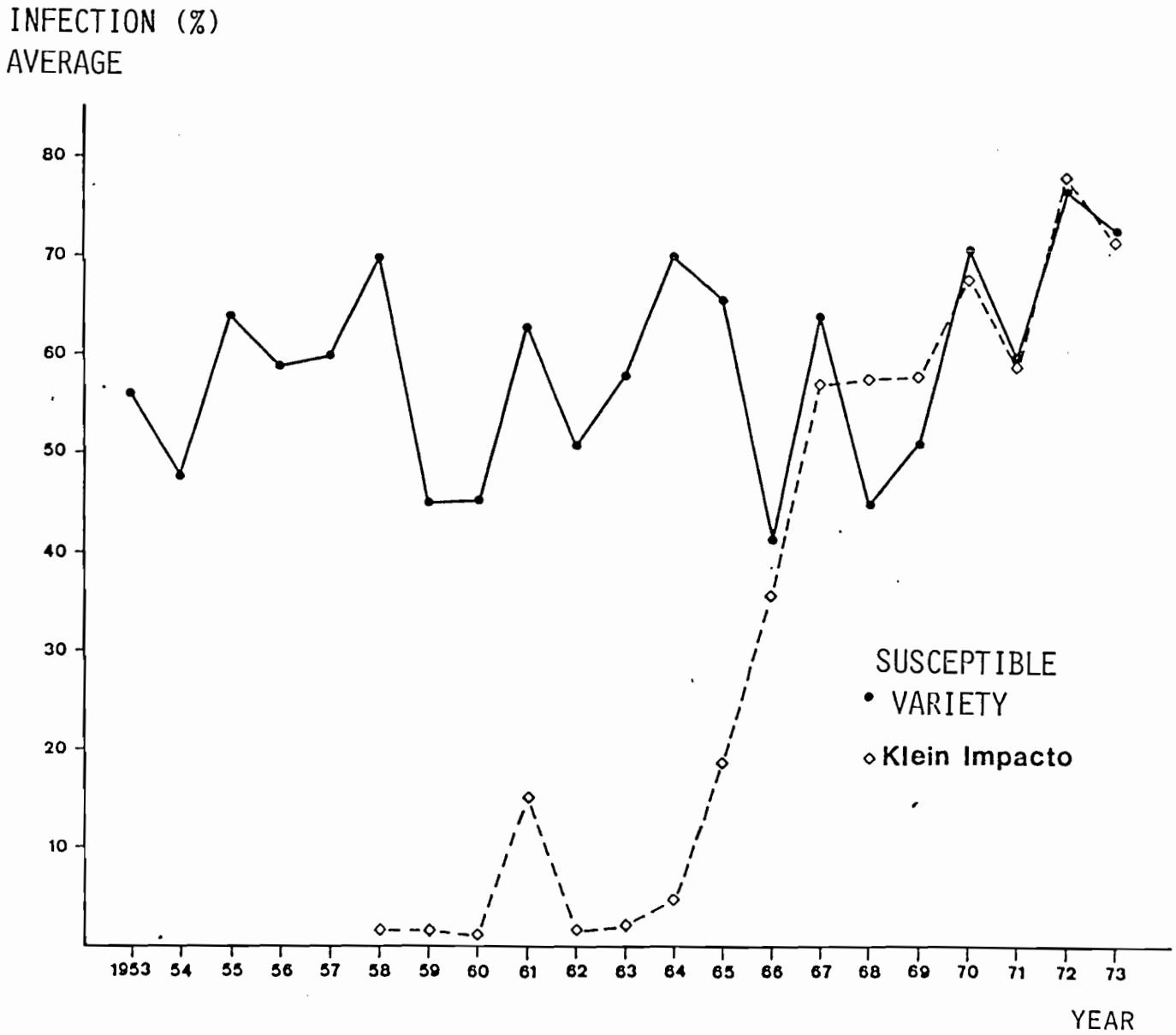

INFECTION (%)
AVERAGE
80
70
60
50
40
30
20
10
1953
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
YEAR
SUSCEPTIBLE
• VARIETY
◇ Klein Impacto

FIGURE 2

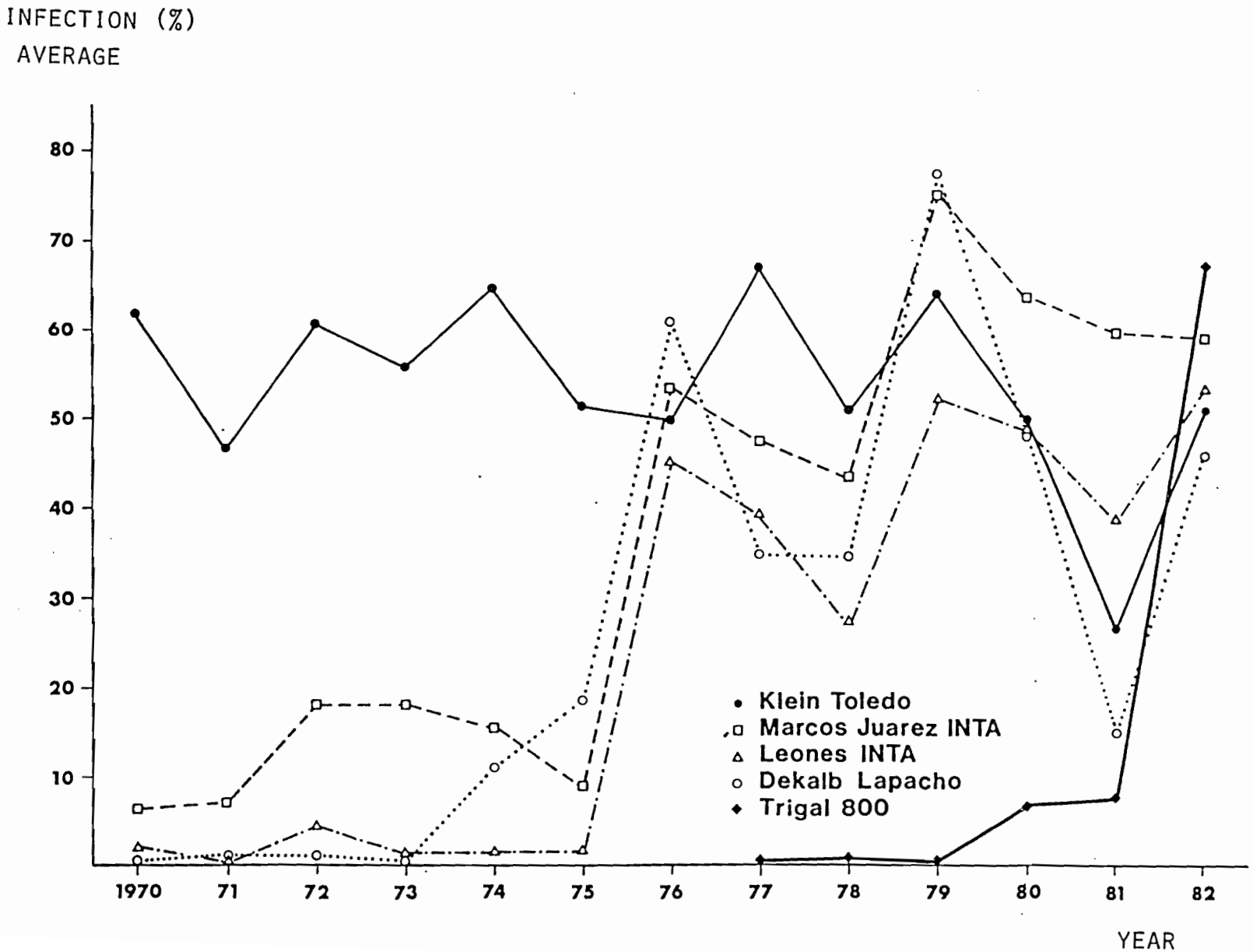
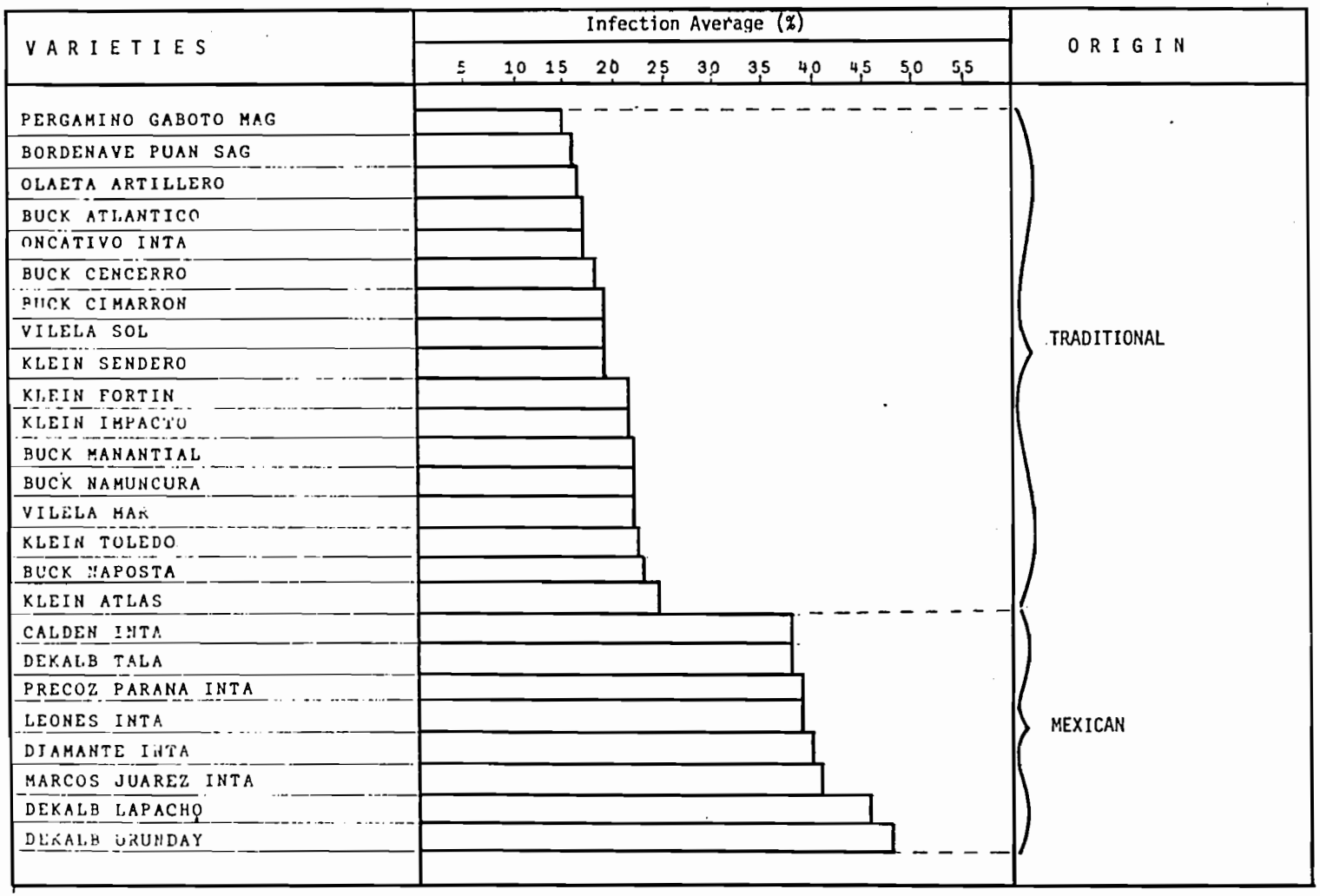

INFECTION (%)
AVERAGE
80
70
60
50
40
30
20
10
1970
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
YEAR
Klein Toledo
Marcos Juarez INTA
Leones INTA
Dekalb Lapacho
Trigal 800

FIGURE 3: VARIETIES GROUPED (CLASSIFIED) IN ORDER ACCORDING TO INCREASING SENSIBILITY TO SEPTORIA INCLUDING THEIR TRADITIONAL OR MEXICAN ORIGIN. DATA FROM E.T.R.E. 1979



BEST AVAILABLE COPY

FIGURE 4

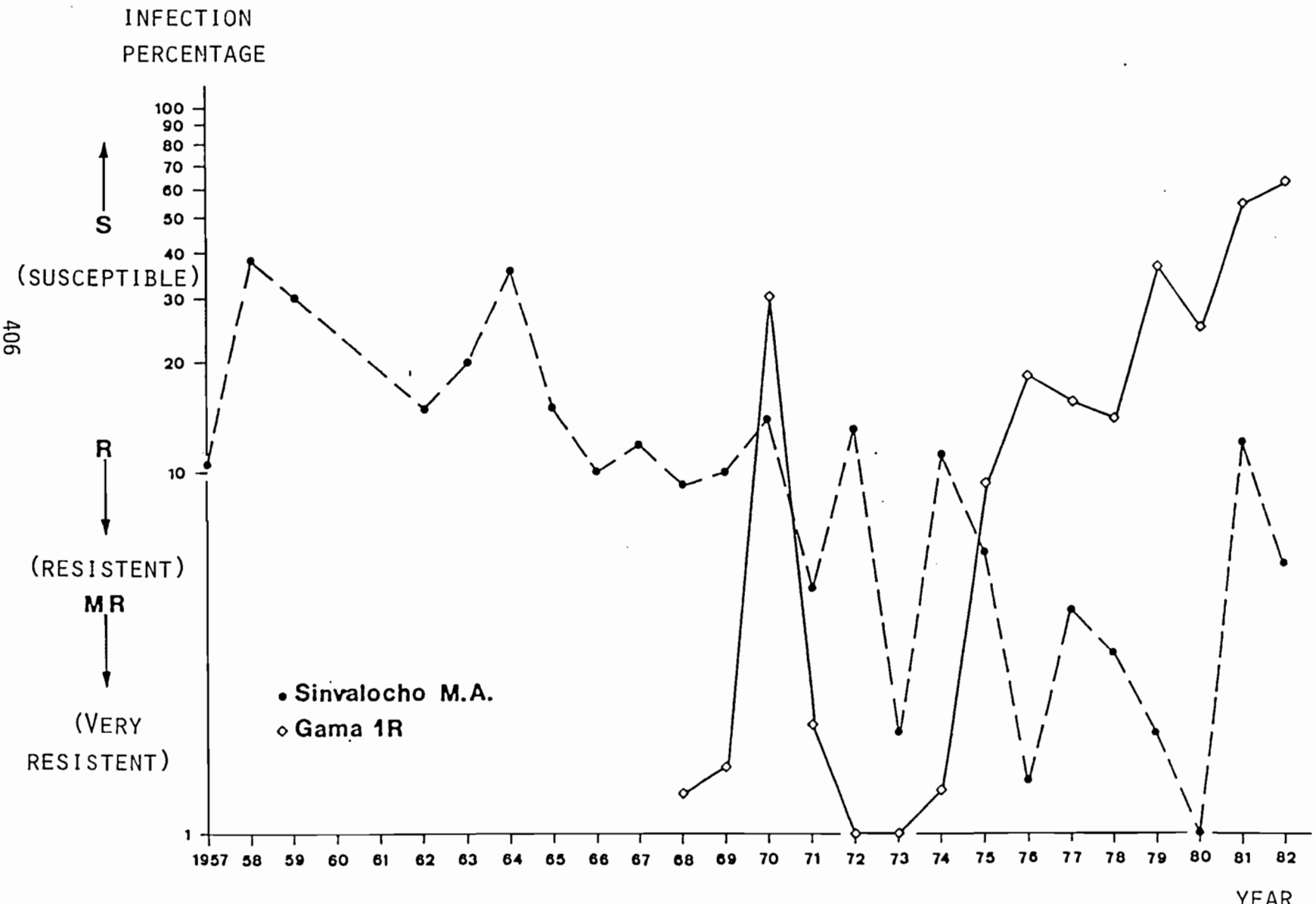

INFECTION
PERCENTAGE
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
1
S
(SUSCEPTIBLE)
R
(RESISTENT)
MR
(VERY
RESISTENT)
• Sinvalocho M.A.
◇ Gama 1R
1957 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82
YEAR

TABLE 1

TOPIC / ALTERNATIVE	EPIDEMIOLOGICAL	PHYSIOGENETIC	GENETIC	PERSISTENCE
A	HORIZONTAL	NON-SPECIFIC	POLYGENIC	LASTING EFFECTS
1-A	VERTICAL	SPECIFIC	OLIGOGENIC	NON-LASTING EFFECTS

TABLE 2

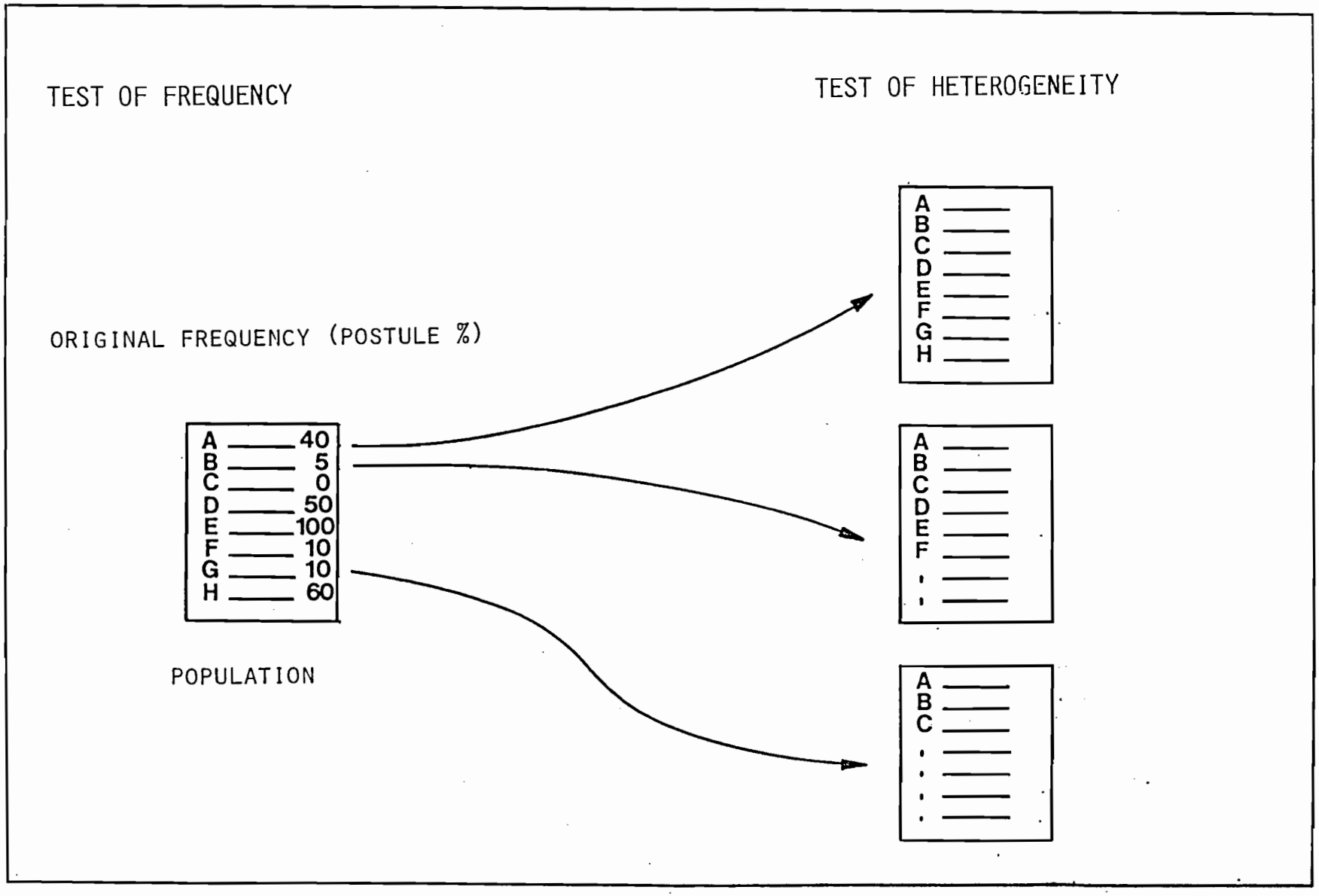

TEST OF FREQUENCY
TEST OF HETEROGENEITY
ORIGINAL FREQUENCY (POSTULE %)
A 40
B 5
C 0
D 50
E 100
F 10
G 10
H 60
POPULATION
A
B
C
D
E
F
G
H
A
B
C
D
E
F
A
B
C

TABLE 3

FREQUENCY TEST

DATA FROM SEEDLINGS GROWING IN THE FIELDS. NUMBER OF PUSTULES.

DATES	PURPLESTRAW	ISOGENIC LINES		
		SINVALOCHO M.A.	GAMA 1 R	GAMA PRECOZ
	- -	A_0 -	- A_1	A_0 A_1
13-11-80 n=4	349	32	28	5
16-11-80 n=4	224	27	36	2
20-11-80 n=12	3872	585	1061	202
%	100	14	25	5

TABLE 4

TEST OF HETEROGENEITY

ORIGIN OF THE INOCULO \ HOST	***Purplestraw***	***Surgentes INTA***	***Klein Impacto***
Purplestraw	100	35	21
Surgentes INTA	100	100	22
Klein Impacto	100	15	100

BIBLIOGRAPHY

ANTONELLI E.F. 1983. Un caso de erosión génica: susceptibilidad del cultivar de lino oleaginoso Alcorta INTA a la roya del lino (Melampsora lini). Comunicación presentada en el XIVºCongreso de la Sociedad Argentina de Genética. San Luis.

ANTONELLI E.F., FRECHA, J.H. y MUJICA F.L. 1976. Presencia en la Argentina de una raza de Puccinia hordei virulenta sobre el gene Pa 5. Bol.Genét. Inst.Fitotec.Castelar, Nº9: 15-20.

EYAL Z.; FURMAN Ruth; MOSEMAN J.G. and WAHL I. 1973. Use of mobile nurseries in pathogenicity studies of Erysiphe graminis hordei on Hordeum spontaneum. Phytopathology 63: 1330-1334.

FAVRET E.A. 1965. "Induced mutations in breeding for disease resistance". The Use of induced mutations in plant breeding. FAO/IAEA Techn.Meeting, Rome (1964). Pergamon Press, Oxford: 521-36.

FAVRET E.A. 1971. The host-pathogen system and its genetic relationships. In Barley Genetics II. Proceed. 2nd Intern.Barley Gen.Symp. (R.A.Nilan, ed.) Pullman, Washington State Univ. Press, 457-471.

FAVRET E.A. 1971."Different categories of mutations for disease reaction in the host organism". Mutation breeding for disease resistance. IAEA, Vienna, 107-116.

FRANZONE F.M. and FAVRET E.A. 1982. Mutations for pathogenicity in wheat leaf rust Puccinia recondita var. tritici induced by ethyl-methane sulphonate. Phytopath. Z., 104: 289-298.

MYHILL F.E. and KONZAK C.F. 1967. A new technique for culturing and measuring barley seedlings. Crop Sci. 7, 275-276.

RODRIGUEZ AMIEVA P.J.; MUJICA F.L., FRECHA J.H. y ANTONELLI E.F. 1980. Ensayo Territorial de Resistencia a Enfermedades en trigo, avena, cebada, centeno y lino en la región cerealera argentina en 1979. Boletín Informativo Nº39, Departamento de Genética, Castelar.

SAMBROOK D.J. 1963. A mutation in Puccinia recondita Rob.ex Desm.f.sp. tritici to virulence on Transfer, Chinese Spring x Aegilops umbellulata Zhuk. Can.J.Bot. 41: 475-479.

SUAREZ E.Y. and FAVRET E.A. 1984. Reaction of leaf rust of a "Sinvalocho" wheat gene in hemizygous condition. (En prensa).

VAN DER PLANK I.E. 1968. Disease resistance in plants. 206 pp. New York and London, Academic Press.

WATSON I.A. 1970. Changes in virulence and population shifts in plant pathogens. Ann. Rev. Phytopath. 8, 209-230.

WATSON I.A. and LUIG N.H. 1968. Progressive increase in virulence in Puccinia graminis f.sp. tritici. Phytopathology 58, 70-73.

WOLFE M.S. and SCHWARZBACH E. 1975. The use of virulence analysis in cereal mildews. Phytopathologische Zeitschrift.82: 297-307.

BEST AVAILABLE COPY

WHEAT: DEVELOPMENT OF CULTIVARS RESISTANT TO APHIDS

Hector Arriaga

Insect Control - Generalities

The modern systems of plant protection are based on an integrated control which considers the compatibility of ecological concepts with a wide range of technical resources. It permits an adequate management of the pests that cause economic damage, maintaining these populations at low levels. The objective of integrated pest management is to obtain optimal crop yield and quality at the least possible cost. Consideration must be given to the demands of the agroecological system and the preservation of the environment over time. To realize this type of control, genetic resistance is considered essential. It provides the ideal way to decrease or eliminate the damage caused by the insects. The use of resistant varieties does not imply higher costs; it can provoke a slight alteration of the equilibrium between the pest and its natural enemies. Likewise, it reduces or eliminates the necessity of application of chemical products that contaminate the environment and injure useful insects. In addition, resistance is compatible with the other control methods such as the biological, cultural or chemical control, increasing its efficiency.

Genetic Control

The genetic resistance to insects is a system known for more than a half-century (Lindley, 1831, Eriosoma Lanigerum Hausm, in apple trees). It acquired major notoriety in the second half of the 19th century in France when the resistance to Dactylophaera vitifolli, Fitch (filoxeia de lavid) was found in the American rootstock. Even though some important insect problems on agricultural crops were resolved based on genetic resistance, the total effort has not reached the breadth, nor depth of that placed on diseases. There were several factors limiting this type of research. The most important was the boom of insecticides. However, after the second half of this century, there have been a larger number of investigations on genetic resistance, an increased list of resistant cultivars and the number of insect species involved.

There are a series of physiogenic factors regulating the relationship between plant and insect whose action can be modified by other factors, such as environment, culture, etc. The majority of investigators follow the guidelines of Painter (1951) regarding the classification of the resistance mechanisms. Tolerance, non-preference, and antibiosis may have high or low intensity in one or more pests. It is useful, however, to consider them in an integrated control system. Of the mechanisms mentioned, which certainly do not represent all of the possibilities, tolerance has been studied most in the plant-insect relationship. Tolerance can be defined as the capability of the plant to neutralize, annul, decrease or repair the damage caused by the insect with the least effect in plant development and in particular in the quality and yield of the final product. Although tolerance is of the greatest interest and importance environment has the most influence on growth and state of development of the crop and plant density. Also of importance are size and stage of the insect and the intensity of the attack. Even though tolerance is influenced by many factors, it permits a natural equilibrium between host and insect comparable to the horizontal resistance in diseases. Tolerance is generally

combined with some of the other mechanisms of resistance (antibiosis, nonpreference). It is, without doubt, the most feasible to use in phytotechnic plans because it permits the study of a greater number of segregating progenies and a relatively easy identification of the tolerant genotypes in natural infestations in the field. This is the mechanism that has been used most often in our greenbug project. The varieties and advanced lines of wheat, oats and barley being evaluated for attack by greenbugs have been selected for tolerance in specific trials.

Nonpreference refers to characteristics of the plant that make them indifferent or repulsive to the insect. According to Beck, 1965, there must be a chain of positive stumuli in the host that trigger a chain of positive responses in the pathogen. The stimuli can be chemical, physical or mechanical. In the first place, they must be appealing to permit the insect to find the plant. There also must be inciting elements in the plant so the insect begins to feed and after phago-stimulation continues feeding. In addition, the plant should contain the essential nutritive substances permitting the development and completion of the insect's cycle. The presence in the plant of negative stimuli (repelling-suppressing-dissuading or non-nutritive) or it genetic capacity to generate them, change the relationship between plant and insect at any link of the chain and thus a resistant plant is constituted by nonpreference. The tests to determine nonpreference are relatively simple, but they are not suitable to test a large number of lines in breeding programs. Nonpreference can be detected in natural conditions. However, it is easy to confuse with pseudo-resistance.

Antibiosis is an interesting mechanism involving physiological changes in the insect that modify its cycle, reducing its size and fertility and even resulting in death. These changes are because of the presence in the host plant of substances with a poisonous effect or to the lack of substances vital for the pathogen's development. This mechanism is difficult to detect in natural conditions. Tests to identify antibiosis are complicated, permitting evaluation of a reduced number of lines and/or cultivars.

Maximum expression of a plant's resistance to the insect could be similar to the vertical resistance expressed toward diseases. The aggression toward the parasite generally stimulates the appearance of new races (biotypes) capable of adapting themselves to the new situation. This has already occurred in the Great Plains in the U.S.A. with the spread of wheat varieties resistant to the Hessian fly (*Mayetiola destructor* Say).

Insects That Attack Wheat in Argentina

To generally review the insect problem in the country, a list of those insects mentioned to cause damage are shown in Table 1. The majority of them have limited economic importance and their reported damage to crops has been sporadic or very localized. Generally speaking, the insect pests are not a major problem for wheat in this country with the exception of some aphids. From the rest of the mentioned insects, perhaps *Pseudaletia unipuncta*, *Laphygma frugiperda*, *Faronta albilinea* and also the soil insects show greater frequency. Nevertheless, the estimated damage, with very rare exceptions, has been considered inferior to the thresholds of economic damage of the crop. *Hipperodes bonariensis* has appeared frequently in the ecological subregion V and shows preference to sandy soils of the wheat-growing region. Since it damages

the base of the stem and tillers, it must be considered in the future (Panisi, 1983, personal communication).

Homoptera

In this country, because of the frequency and importance of its attacks, the aphid is the most economically important pest. Prominent because of their damaging effect are the "yellow aphid", "spike aphid" and especially the "greenbug", which has been an endemic pest in the Argentinian cereal region for half a century. The yellow aphid (Metopolophium dirhodum) was detected in wheat in Argentina in 1968. According to Torres and collaborators (1978), the yellow aphid was constantly present until 1976, provoking major damage. In addition to transmitting virosis, it decreases plant height, number of tillers per m2 and number of grains per spike. It caused an important yield reduction, according to tests conducted in Pergamino. An average population of 75 aphids per leaf at the beginning of the flowering season resulted in a 30% decrease in yield. Lecuone and Frutes (1983), at the E.E.R.A. INTA of Pergamino, evaluated tolerance of four Mexican cultivars to the yellow louse in semicontrolled conditions. They found that while Marcos Juarez INTA, Victoria INTA, and Buck Pangare suffered yield reductions of up to 30%, reduction in K. Chemaco was only 1.17%, proving the tolerance of that cultivar. In recent years, surveys show that populations in the total region have not been significant; however, there is a potential danger since this aphid has been reported in other countries of the Southern Cone. In Brazil, Caetano (1972-73) mentioned yield losses of up to 54% and 92% from aphids and virus. In Chile, Caballero (1972) cites an incidence of up to 46% yield reduction.

In this country, the incidence of Sitobion avenae (spike aphid) has decreased in recent years. It must also be considered, however, as a potential wheat pest because of its presence in other countries of the Southern Cone. E. Zuniga Salinas (1975) mentioned it as the most important aphid in Chile. This pest is considered by Van Marrewijk et al. (1980) as the most important wheat aphid in the Netherlands. He also cited the presence of Metopolophium virhodum and Phopalosiphum padii. There are no known studies concerning the responses of different cultivars to this aphid in Argentina.

Greenbug

The greenbug has been known as a pest in this country for 50 years. The major attacks were in 1937, 1946, 1951, 1962, and 1966. In recent years, the zones of most frequent and intense attacks have changed. At present, the area of greatest incidence corresponds to the subregions I, IIN, IIS, and VN, while it was of less magnitude in the traditional VS. It causes major damage in grain sorghum (Sorghum bicolor Moench) and in early plantings of cereals destined for pasture. It also makes establishment of pastures difficult because the greenbug attacks the majority of the forage grasses used in the composition of the most common pasture mixtures. It is known as an important cereal pest in most of the main cereal-producing countries of the world. In the U.S.A., it affects the grain sorghum and small grain cereal crops and five biotypes have been identified. The differential biotypes and cultivars are summarized in Table 2. In our country, the existing biotypes have not yet been characterized; however, Salto (1976) has identified two of them in the cultivar Tres Arroyos (Table 3).

Table 3. Biotypes of greenbug identified in the cultivar Tres Arroyos

Biotype	Mechanism	Different Cultivars			Author
		Species	Resistant	Susceptible	
Dark 1975	T	Wheat Rye Barley	Dick.Sel.28A B. 661	 Insave F.A.	 Salto, 1976
Light 1976	T	Wheat Rye Barley	 Insave F.A. B. 661	Dick.Sel.28A	 Salto, 1977

Characterization of the greenbug is not easy because changes in the environmental conditions influence changes in the plant-insect relationship. In the U.S.A., the most important biotype would be 'C', although the presence of biotype 'E' has recently been detected in Texas. In our country, the most widespread is the light biotype that corresponds to the one characterized by Salto (O.C.), 1976.

Our project is carrying out morphological studies on greenbug. Differences in size and weight have arisen from the comparison of the dark green population from Barrow and light green from Rafaele. The magnitude of these differences is being evaluated. The genetic sources of resistance to the greenbug in wheat, detected for the different biotypes, have been summarized in Table 4.

Our project has available wheat material carrying the gene gb of Dickinson Sel 28A resistant to biotype A which was incorporated through crosses. Some of the advanced lines from these crosses showed greater resistance than Gaucho and Amigo Triticale (gen Rpv of Insave F.A.). in light-greenbug tolerance trials. These were better than the susceptible hosts (the greenbugs were raised on barley) and showed better vigor and tolerance than Dickinson Sel 28A (Arriage et al., 1982) (Table 5). Treatments of the experiment were grouped according to the genetic source of resistance and the Scheffe test was applied. Highly significant differences were found in favor of gb for chlorosis, vigor and tolerance (Table 6). The results of the trials with greenbug populations from different origin demonstrated that the gene Rpv of Insave I.A. is affected in its expression of tolerance as much as in non-preference by the genome ABD of Triticum aestivum. This gene is also affected if it is separated from genome R of barley (Table 7). In our recent research, we have attempted to combine both resistance sources in new wheat lines. In tolerance trials, progenies from the crosses between resistant lines (gb) and Amigo (Rpv) have shown better performance than both parents. That indicates to us that the intended objective has been achieved. The high tolerance of these lines has also been verified in trials conducted in the E.E.R.A. INTA of Rafaela by Salto (Table 8). Resistance has also been found in some wheat lines from the Phytotechnical Institute of Santa Catalina. The progenies from crosses between these lines and resistant material (gb) selected in our project were also more tolerant than the original lines.

In recent trials, other greenbug effects were considered, in addition to leaf chlorosis, . In our experiments under controlled conditions, it was found that Bordenave Ranquelina MAG, a susceptible barley, showed highly significant growth inhibition after the third day of greenbug attack in comparison with the insect-free control treatment. This inhibition was expressed in those plant parts that were in early developmental stages (sheath and leaf length, number of leaves and differentiated primordia in the apex, apex size, and total leaf area). At this growth stage, the leaf chlorosis had not affected 1% of the surface. It is suggested that effects are independent although they may be additive later. In the resistant barley cultivar, La Plate Bordeba F.A., significant growth differences for the same structures were not observed. Presently (in population characterization), leaf length and shoot dry weight are used to assess inhibited growth. Preliminary results of trials conducted in Rafaela during 1983 obtained with the light green populations collected from grain sorghum are presented in Table 9.

Our research group is part of the Plant Protection Program with 13 INTA stations. The project is entitled: "Development and Implementation of an Integrated Control System for the Cereal Aphids". Our main responsibilities are related to genetic control involving the search for new sources of resistance and the identification of their control mechanisms. In addition, studies of biotypes and identification of differential cultivars are included as well as studies of morphologic characteristics and vital statistics of the aphid populations. Fundamental toxicity studies have also been initiated to determine the mechanism involved in the aphid's saline toxicity effects. These might include growth inhibition or leaf chlorisis as well as the plant mechanisms to create resistance by reducing or annulling such effects. The aphid project conducted by our research group is sponsored by the Comision de Investigaciones Cientificas de la Provincia de Buenos Aires (Commission of Scientific Investigations of Buenos Aires) and the Consejo Nacional de Ciencia y Tecnica (National Advisory Board of Science and Technology). This project includes scientists from the Universidad Nacional de La Plata and from the above mentioned institutions.

TABLE 1

ORDER	FAMILY	SPECIES
Homoptera	Aphidadae	*Schizaphis graminum (Rond) Blanchard (greenbug)
"	"	*Metopolophium dirhodum (Walker) (yellow aphid)
"	"	*Sitobion avenae (Fabricius) (grain aphid)
"	"	**Rhopalosiphum maidis (Fitch) (corn leaf aphid)
"	"	**Rhopalosiphum padi (L) (oat bird-cherry aphid)
"	"	**Rhopalosiphum rufiabdominalis (Sasaki) (root aphid)
Lepidoptera	Noctuidae	**Pseudaletia unipuncta (Haw) (army worm)
"	"	**Faronta albillinea (Hbn) (wheat head army worm)
"	"	**Laphygma frugiperda (L and A) (fall army worm)
"	Crambidae	#Diapraea saccharalis
Colcopteros	Escarabeidae	**Dilobobderus abderus (Sturm)
"	"	**Demodema bonariensis Bruch
"	"	**Cyclocephala sp.
"	"	**Cyclocephala putrida Burm
"	Curculionidae	#Prosaldius rhufus Rust
"	"	#Hipperodes sp.
Himenopteros	Formicidae	#Acromyrmex Lundi (Guer)
Acaros		#Pentaleus major (Duges, 1834)

*Important pest
**Secondary pest
#Occasional pest

Table 2

Type	Species	Different Cultivars: Resistant	Different Cultivars: Susceptible	Author
A	Wheat	Dick.Sel.28A C.I.9058		Wood,1961
	Rye	Insave F.A. Caribou		Wood,1971
	Barley	Dicktoo		Starks & Burton, 1977.
	Oats	C.I.1579 C.I.1580		
	Sorghum	Piper I.S.809		
B	Wheat	Amigo C.I.9058/7Bison	Dick.Sel.28A C.I.9058	Wood,1961 Harvey & Mackerot,1969
	Rye	Insave F.A. Caribou		Wood & Starks,197[illegible]
	Barley	Dicktoo		Teetes & col,1974
	Oats	C.I.4888 C.I.1579 C.I.1580		Starks & Burton, 1977- Wilson & col,197[illegible].
	Sorghum	Piper I.S.809	R.S.610	
C	Wheat	Amigo T.tauschii (var.strangulata) (var.typica)	Dick.Sel.28A C.I.9058/7Bison	Harvey & Mackerot, 1969 Teetes & col,1974 Wood & col,1974
	Rye	Insave F.A.	Caribou	Daniels,1978
	Barley	Dicktoo Will		Harvey & col,1980 Porter & col,1980
	Oats	P.I.186270 C.I. 1579 C.I 1580		Peterson,1983
	Sorghum	I.S.809 P.I.264453 K.S.30 TX 2762 TX 2763	Piper R.S.610 TX 430 TX [illegible]	
	Triticale	Gaucho		
D	Resistant	to Disulfates		Teetes & col,197[illegible]
E		Langdon Durum/ T.tauschii Insave F.A. Akyurek 100 Will P.I.186270 P.I.[illegible] Crouam TX 2763	Amigo Dick.Sel.28A TX 430 TX [illegible] Gaucho	Porter & col,198[illegible] Daniels & Chandler, 1981 Starks,1981 Saito,198[illegible] Peterson,1983

Best Available Document

Table 4
Resistant Sources

Species	Cultivar	Gene	Biotype	Mechanism	Authors
Secale cereale	Insave FA	Rpv.	argentino	T	Arriaga,1956
			B-C		Arriaga & Re,1963
			arg.1976	T	Salto,1976
			E	T	Porter & col,1980
			C	T-A	Wood & col,1974
	Caribou		B	T-NP	Harvey & Hackerott, 1969
Triticum aestivum	C.I.9058/7 x Bison		B	T-NP	Harvey & Hackerott, 1969
	C.I.9058	gb gb	A	T-A	Curtis & col,1960
	Dick.Sel28A	gb gb	arg.1975	T	Salto,1976
			arg.	T	Arriaga,1963
			A	T-A	Curtis & col,1960
	Amigo	Rpv	C	T	Harvey & col,1980
Aegilotricum	Langdom durum/T. tauschii		E	T	Porter & col,1980
			C		Joppa & col,1980
Aegilops bicornis A.crassa A.cylindrica			arg.	T	Arriaga,1963
T.tauschii	var. strangulata var. typica		C	T-A	Harvey & col,1980
Triticale	Gaucho	Rpv.	C	T-A	Wood & col,1974

BEST AVAILABLE COPY

Table 5. Results of Tolerance Trials: Averages and Statistical Significance

	Attack	Chlorosis	Vigor	Defense
Línea C.C. 8815	2.31	0.78	4.00	4.14
Dickinson Sel 28 A.	2.39	1.28	3.17	3.17
Triticale Gaucho	2.31	1.56	2.92	3.11
Amigo	2.44	1.89	2.50	2.42
Buck Namuncurá	2.58	3.33	1.64	1.47
Bordenave Puán	2.42	3.22	1.36	1.31
Tukey 5 %	0.30	0.60	0.48	0.55
1 %	0.37	0.73	0.58	0.67

Note: The treatment averages within the same line do not differ significantly to the 5% level according to Tukey test.

Table 6. Comparative behavior of resistance genes.

Gene	Attack	Chlorosis	Vigor	Defense
Y_1gb vs Rpv	$0{,}05^{NS}$	$1{,}38^{++}$	$1{,}75^{++}$	$1{,}78^{++}$
Y_2gb vs Test	$0{,}30^{NS}$	$4{,}49^{++}$	$4{,}17^{++}$	$4{,}53^{++}$
Y_3Rpv vs Test	$0{,}25^{NS}$	$3{,}10^{++}$	$2{,}42^{++}$	$2{,}75^{++}$
S 5 %	0,49	1,00	0,79	0,91
S 1 %	0,59	1,20	0,95	1,09

Table 7. Different behaviors of Rpv gene in different species under different tolerance trials

Characteristic		Insave FA	Triticale Gaucho	Amigo
Attack	$\bar{X}$	2,666	2,496	2,666
	$S\bar{X}$	0,178	0,074	0,099
	* l_1	3,123	2,648	2,878
	* l_2	2,209	2,344	2,454
Chlorosis	$\bar{X}$	0,895	1,726	1,800
	$S\bar{X}$	0,200	0,103	0,088
	* l_1	1,409	1,938	1,988
	* l_2	0,377	1,514	1,612
Vigor	$\bar{X}$	3,375	2,765	2,500
	$S\bar{X}$	0,201	0,096	0,068
	* l_1	3,891	2,962	2,645
	* l_2	2,859	2,568	2,355
Defense	$\bar{X}$	3,346	2,666	2,300
	$S\bar{X}$	0,195	0,107	0,091
	* l_1	3,847	2,886	2,495
	* l_2	2,844	2,446	2,105

*confidence interval; $\bar{X} \pm t\ 0.05.S\bar{X}$

Table 8. Line behavior in tolerance trials conducted at the Agronomy Department, LAPLATA and in INTA-Rafaela

Line	Pedigree	La Plata(F4)	Rafaela(F5)
48647/3	Quediprev x An64 x Son64 x Manchaquedi x Amigo	R	Sel.1 R
			" 2 SR
			" 3 SR
			" 4 R
48639/6	Quediprev x An64 x Son64 x 12300 x Amigo	R	" 1 R
			" 2 R
			" 3 R
			" 4 R
			" 5 R
			" 6 R
48631/1	Quediprev x An64 x Son64 x 12300 x Amigo	R	" 1 SR
			" 2 R
			" 3 SR
			" 4 SR
			" 5 SR
			" 6 R
			" 7 R
			" 8 SR
48617/1	TzPp-Son64 x Manchaquedi x Amigo	R	" 1 R
			" 2 SR
			" 3 R
			" 4 R
			" 5 R
			" 6 SR
			" 7 SR
48604/2	TzPp-Son64 x Manchaquedi x Amigo	R	" 1 R
			" 2 R
			" 3 S
			" 4 SR
48571/7	Dicorgaru x Amigo	R	" 1 R
			" 2 SR
			" 3 R
			" 4 SR
			" 5 R
			" 6 R
			" 7 R
			" 8 R
48549/5	Quediprev x An64 x Son64 x Manchaquedi x Amigo	SR	" 1 S
			" 2 SR
			" 3 SR
			" 4 SR
			" 5 S

Table 9. Characterization of the light green population (collected in sorghum in Rafaela in 1983)

Cultivar	% growth/check	% DM accumulation/check
Insave	76,05	56,38
Amigo	67,26	47,19
Dick.Sel 28A	54,49	30,61
Will	74,23	83,65
C.I.1580	85,03	82,93
C.I.1579	80,39	83,93
P.I.186270	72,79	67,92
P.I.264453	66,32	51,70
Tx 2752	34,30	39,85
Tx 2536	36,60	42,70
Piper	58,39	61,49
Deer	9,39	12,01

AGRONOMY RESEARCH IN THE HUMID PAMPEAN REGION - ARGENTINA

P. Novello and C. Senigagliesi

During the five-year period from 1977/78 to 1981/82, wheat was sown in the humid pampa region of Argentina on 3,040,150 hectares annually with an average yield of 4,992,046 tons. These values represent 55 and 67 percent, respectively, of the totals for the country. The values for area and production, shown in Table 1, indicate the importance of these subregions whose average yields (yield/unit area) are higher than the rest of the country.

Table 1. Cultivated area and production by subregions (average for the five-year period 1977/78 - 1981/82).

Subregions	Cultivated Area (kg/ha)	Harvested Area (kg/ha)	Production (tons)	Yield (kg/ha)	Percent of the Country's Total
II Norte	1,181,013	1,063,421	1,927,175	1,812	26
II Sur	877,265	802,111	1,482,046	1,848	20
IV	981,872	911,860	1,582,825	1,736	21
All others	2,475,650	2,036,808	2,387,954	1,172	33
TOTAL	5,515,80	4,814,200	7,380,000	1,533	100

The region is located between the 63rd and 56th longitudes west of and between the 32nd and 29th latitudes south. Elevations ranging from 0 to 190 m above sea level. Average annual rainfall ranges from 700 and 950 mm and the average annual temperature is 16 degrees centigrade.

The soil of this region is Mollisole. The Argiudole, without depth limitation, appears more frequently in the Subregions IIN and IIS, the Argiudole "petrocalcacicos", with a hard pan at 600-120 cm depth, is common to Subregion IV (Map 1).

Wheat Production Systems

In these subregions, wheat is being cultivated as part of diverse production systems. It is basically an extensive crop cultivated on a commercial basis. Wheat has a different role in each system. In the Subregion IIN and IIS, it is mainly part of the double crop system (wheat-soybean) or it is also used in rotation with summer crops such as corn, sorghum and sunflower. In the subregion IV, wheat can follow potatoes in the eastern part and it can follow summer-autumn fallow in the west area.

It is important to mention that there is a tendency to increase the agricultural activities in the region that imply a more intense use of the soil.

Review of the Research Activities in Wheat

Agronomy research activities date from 1883, the year in which the Santa Catalina Institute of the province of Buenos Aires was created. From the beginning, wheat received attention from the researchers who oriented their activities toward breeding. There were, however, many problems which made wheat varietal development difficult. This situation changed in 1956 when INTA was created. Extensive research has been executed since then. These activities involve interdisciplinary research in crop rotation, soil management, water use, soil fertility, and fertilization with a common goal of increasing production per unit area. The research related to crop protection will be presented later in this seminar by the specialist on that subject.

Crop Rotation and Soil Use

The term rotation implies the inclusion of legume crops in the rotation system. Addition of legumes provides the contribution of organic matter to the soil. Use of rotations differ from a mono-crop sequence in which the nutrient balance is generally negative without contribution to the soil.

Among the research activities involving rotation with perennial species, good progress can be reported by the EERA Marcos Juarez. This institute has shown that alfalfa, when continually covering the soil for 4 and 5 years contributed 15 and 20 tons/ha, respectively, of organic matter in the topsoil.

The organic matter contribution, and consequently the increased availability of nitrogen to the wheat crop, increased yields as well as grain quality. The results found at Marcos Juarez above coincide with similar findings obtained from the experimental stations of Balcarce, Pergamino and Parana in which the effect of the perennial species favored wheat production by 72, 21, and 36 percent, respectively.

On the other hand, the extension of the agricultural cycles decreases the soil's organic matter. This fact is being verified by investigations conducted in Marcos Juarez, Balcarce and Pergamino.

Most of the experimental stations have information available for advising the producer of the most favorable crop to precede wheat in a rotation. In general, the nitrogen available for wheat will depend on the previous crop. The planting of sorghum and corn resulted in less available nitrogen for the wheat crop. A soybean crop is most favorable for wheat production, especially if the field has been cultivated for several years with this legume. In the locations of Pergamino and Marcos Juarez, the wheat yield increases following soybeans were from 450 to 500 kg/ha.

The negative effect of the previous crop to wheat in a rotation disappears if the nitrogen deficiencies are solved by fertilizer application.

Soil Management

Comparative trials including the length of the fallow period and tillage methods have been conducted in the different experimental stations of this region. The information obtained indicates that there is a significant and direct correlation between the length of the fallow period and wheat yields. This

positive effect is attributed to a greater amount of nutrients available, especially nitrogen. The research trials,including tillage systems, have been conducted in agricultural crop sequences in which wheat follows summer crops. In this system, the fallow period is short and a large number of cultural practices are completed between the harvest of the previous crop and the planting time of the wheat. The results show that it is possible to replace the traditional systems, based on moldboard plowing and on numerous secondary cultural practices, with soil conservation systems (reduced tillage, tillage with a chisel).

Water Use

Rainfall fluctuation is one of the factors determining variability of the wheat yields. The lack of rainfall during the early growth stages of tillering and stem elongation, which are common in this region, causes losses in the establishment of the crop and decrease the initial growth rate. This fact has been verified by research results regarding actual water use efficiency during different growth stages and during the entire plant cycle.

When the initial growth rate is limited, the root system is affected and thus the potential yield, since yield is established at the beginning of the wheat cycle. The plant parts cannot completely recuperate, even though there is abundant rainfall during the subsequent stages of the cycle. The average water use efficiency ratio is approximately 5 kg of wheat per mm of water available. Distribution of the 400 mm available rainfall is:: 130 mm stored in the soil at planting time and 270 mm from rainfall during the crop cycle. Resulting yields from this 400 mm rainfall were 1750 to 1800 kg/ha (Table 1).

Low efficiency can be increased through better stand establishment which ensures the crop's efficient use of water stored in the soil during the seasons of deficient rainfall. The deep-furrow seeding system and the use of phosphorus fertilizers in deficient areas would contribute to increased water use efficiency.

Soil Fertility and the Use of Fertilizers

The nutritional problem of wheat is based primarily on availability of phosphorus. The nitrogen deficiencies are present in all regions of the country, varying in different intensity according to the previous use of the soil and the production potential of the area. The phosphorus deficiencies are found in the wheat in Subregion IV and in the southeast of Subregion II South.

Initially, to evaluate these mineral element deficiencies (together and separate), the research involved experiments of simple and uniform designs conducted on the farmers' fields. Later research required successive adjustments in the experimental design. Measurements of the production variables were also adjusted. Tables 2, 3, and 4 show the most important yield results obtained with different fertilizer applications.

Because of these research activities, some research sites have available tested methods of diagnosis for nitrogen which have acceptable levels of precision. Some of these methods are based on measurements of the amount of nitrogen available in the soil (nitrates) at planting time; others determine the nitrate in the plant during the tillering stage.

For phosphorus there is also a method of diagnosis available based on the determination of phosphorus available in the topsoil by the Bray Method. It has also been shown to have an acceptable level of precision in different zones. The critical levels of Phosphorus were determined for each area and for each wheat type (short or tall straw). In the case of N, the recommended average rate is 40 to 50 kg/ha and not more than 60 Kg/ha. For P, the average rate is 40 to 50 kg/P205. For the subregions IIN and IIS, the recommended time of N application is during seeding. This is because of the low probability of rain during the tillering stage. However, for the subregion IV where rainfall occurs more often, N can be applied during planting time, tillering, or plot applications. Phosphorus applications are recommended before or after seeding for those areas with known deficiency. The sources of N generally available in the market are: urea (46% N) and anhydrous ammonium (82%). Those of P are: triple superphosphate (0-40-0) and diammonium phosphate (18-46-0).

The use of commercial fertilizer in wheat production is low, being only 17% of the total area. There is observed a slow but increasing tendency for use of N fertilizer. Among the factors limiting the use of nitrogen, two that should be mentioned are the unfavorable relationship of N price to wheat price (10 to 1 in general) and the lack of appropriate loans (help with finances). A conservative estimate of the potential area needing fertilizer would be 50% for N and 36% for P in the future. With the previously mentioned rate of application and an efficiency slightly superior to 10, it would be possible to obtain, in this region, a probable increase of more than 1,100,000 tons of wheat, using around 100,000 tons of nutrients (N and P).

Future Research Activities

The information from research activities has greatly contributed in solving the problems that gave origin to several research projects. The results obtained, however, have led to new questions that should be clarified through new approaches in different subjects. Some of the planned areas of research are as follows:

1) Rotations and Soil Use

   To analyze all available information produced by the experiment stations to define the most suitable crop sequences according to the economic and fiscal productivity and the effects on each area's ecosystem.

2) Soil Management

   To intensify studies regarding effects of tillage on soil structure, organic matter, soil compaction and root growth.

   To develop systems of seeding for the different cultivated crops which would allow proper management of covered soil.

3) Water Use

   To complete information to determine the amount of water available for the region.

   To know the dynamics of water and evolution ofthe root system.

To estimate the water supply through soil and water variables.

4) Soil Fertility and Fertilizer Use

To intensify the studies using N and P.

To adjust the present methodology of diagnosis for both nutrients.

To determine areas of similar production capacity.

To adjust the nutrient requirements, N and P, relating them to the different production systems.

To evaluate the residual effect of P fertilizer.

Table 2. Yield in Kg/Ha and response of wheat to the application of fertilizer through the years in the subregion II North

Years	Number of Trials	Average Yield of Wheat in Kg/Ha				
		0 Kg/N/ha	30-40 Kg/N/ha	Gains	60-80 Kg/N/ha	Gains
1962-1973	179	1690	1935	245	2093	403
1974-1982	61	2475	2795	320	2964	489

Table 3. Yield in Kg/Ha and response of wheat to the application of fertilizer through the years in the subregion II South

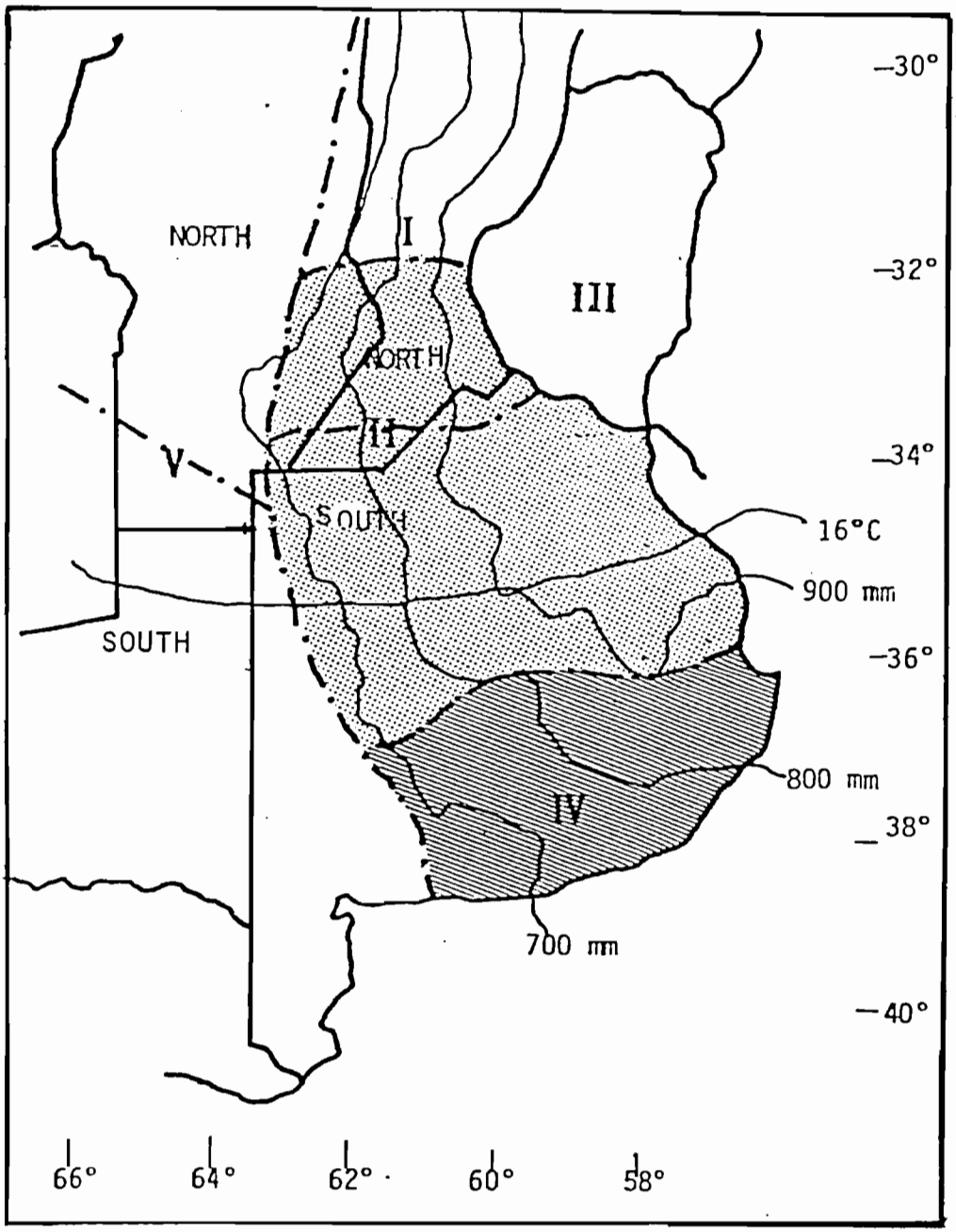
Years	Number of Trials	Yield of Tester	Amount Applied Kg/Ha		% Response in Yield		
			N	P_2O_5	-4 qq/ha*	4 to 10 qq/ha	+10 qq/ha
1962/68	112	1760	30-80	0	41.1	26.8	32.1
1973/78	22	2224	40-60	0	22.6	59.9	18.1
1978/81	73	2405	50-120	50-120	15.6	45.2	39.7

Table 4. Yield in Kg/Ha and response of wheat to the application of nitrogen and phosphorus fertilizer through the years in subregion IV

Years	Number of Trials	Yield of Tester	Response	Response to N		Response to P	
				% Trials	Kg/ha	% Trials	Kg/ha
1962/66	129			13	400	65	600
1969/71	16	2026	689	25	442	69	715
1972/74	67	1932	482	33	523	50	454
1975/78	52	2090	857	58	563	68	672
1979/81	24	2404	1252	79	905	75	937

*gg/ha = kg x 100/ha

Map 1. Wheat growing regions - ecological subregions.



—·—·— limit of subregions.

WHEAT PRODUCTION IN THE SEMIARID REGION OF ARGENTINA

A. E. Glave

The wheat crop is grown over a wide area of the Argentine semiarid region. This area is southwest of the Buenos Aires province and east of the La Pampa province. During the last 20 years, wheat production in the region averaged 2,287,830 ha and 2,516,595 ton.

Area production in this region can be considered very important since it represents 38.8% of the total area, and 36.4% of the total production in the country. However, the average wheat yields of 1280 kg/ha are considered very low.

The region is ecologically very heterogeneous, thus it is necessary to subdivide the region into smaller areas to conduct production trials.

The climate greatly influences the production methods recommended. There are considerable fluctuations in temperature and rainfall. The winters are cold with frequent freezing temperatures reaching -10 degrees C. The summers are moderately warm with abrupt changes in temperature. High temperatures during the flowering stage of the wheat crop may cause leaf burn and dessication of the plants.

The rainfall fluctuates between 700 mm and 300 mm from east and west. There is a negative gradient of 1 mm per kilometer of distance. Most of the rainfall occurs during the fall and spring, being scarce during the winter. The summer season from October to March presents high evapotranspiration.

There are large annual fluctuations in rainfall resulting in drought or very humid periods and thus affecting the wheat in very different ways. It is common to observe frequent crop failure followed by excellent production conditions.

The winter is generally dry and windy causing frequent problems of shattering or shriveling in early spring, especially when the temperatures rise considerably.

The soils of this region, of loam to sandy-silt loam texture, are very heterogeneous. The lack of nitrogen is a common problem in the region resulting in low crop yield and poor grain quality. These soils have limited organic matter and the required mineral nutrient content for the wheat crop. There is a hard pan layer of calcium carbonate only a few centimeters below the surface of the topsoil that constitutes a limiting factor for production.

The soils of the region are generally 50% deficient in phosphorus and of the remaining 25% soils show intermediate deficiency, and the other 25% have good supply. In relative terms, the lack of phosphorus constitutes a smaller constraint than the lack of nitrogen.

Lack of crop rotation, continued use of conventional tillage equipment, and overgrazing the fields, are factors accentuating the destruction of soil texture. Presence of the plow pan, which is normal in the wide semiarid region, impedes normal root growth and contributes to the water deficit of the soil profile.

The soils are commonly weak and easily susceptible to wind and water erosion. Thirty percent of the semiarid region is affected by wind erosion, of variable degree, while 50% is affected by water erosion. Water erosion has been increasing during the 1970s and beginning of the 1980s. This has been caused by favorable weather conditions that prevailed in this region. This period of heavy rainfall has increased water erosion and the seriously reduced production capacity.

Few farmers use the stubble to adequately prepare the soil. In general, the farmers know the advantages of early soil preparation during the fallow period; however, the lack of proper planning for field operations prohibits correct use of this technique.

The continued use of conventional equipment such as the moldboard plow, plow harrow, disk harrow, spike-tooth harrow and disk-type planters affects the physic properties of the soil and consequently wheat production.

The agricultural development of the semiarid region presents management requirements very different from those of the high rainfall area. To obtain satisfactory results, different techniques and equipment for soil preparation should be used in each region.

This presentation describes some of the methodology that should be used to obtain the best economic results.

Because agriculture in the semiarid regions is normally called 'dryland agriculture' because the only source of moisture is from rainfall. It is an extensive method of agriculture and, generally no more than one crop per year is achieved. The yields of wheat obtained in the dryland region have never reached high levels. This situation has been changing in recent years because of the use of new conservation techniques.

Diverse systems of crop production can be found throughout the dryland region. They range from monocropping to the diversification of crops through crop rotation. Monocrop or monoculture is the repetition of a predominant crop or of the same plant species over a number of years. In our semiarid region of the pampa, this system is still observed and predominates in some areas. This practice of working the soil and planting the same is also called non-restoring traditional agriculture or agriculture of ashes. It brings about well-known negative effects such as loss of nutrient elements, soil acidification, degradation of soil structure from erosion, compaction, lack of organic matter, changes in the soil chemistry, and scarce and variable production (Graph 1).

In contrast to this method, there is a rotation system available which avoids these problems. This system includes an alternative sequence of annual crops and pasture cycles. It is considered highly positive having the advantage over the above mentioned system, of restoring the lost fertility by the use of alternated crops of legumes and grasses (Graph 2).

The rotation system avoids the loss of soil by erosion and increased compaction from the accumulation of organic matter. The goal is to reestablish a natural equilibrium of the soil and ecological environment around the soil. Examples of rotations over years are presented in Table 1.

Recently, a new system has been developed for dryland agriculture called permanent, or at least continuous, conservation agriculture in which the same annual crop is used. This system differs from monoculture because it is a conservation and production system (Graph 3). A planned program of soil management techniques and timely seedling of the crop has resulted in a steady level of production that can increase without major variations. This system will improve the soil structure as well as physical and chemical characteristics of the soil. Removal of cattle trampling and extraction of plant materials from the soil will decrease erosion and compaction and consequently decrease soil degradation. Technically, to my belief, this is the only possible means of preserving soil structure and fertility over a long period of time. This system has not yet been adopted by most of the farmers. Primarily this is because of the lack of available elements such as special equipment, fertilizer use, pesticides, new varieties, and professional advice.

Through the use of crop residue, this system provides the possibility of larger accumulation and conservation of moisture in the soil. In this way, continuous cropping may have adequate moisture and the chemical elements necessary for normal growth and development of the crop.

Following are the main basic goals that can be achieved by conservation tillage:

Accumulation of moisture in the soil
Nutrient availability for the crop
Protection from the effects of water and wind erosion
Efficient use of farm machinery

The system involves tilling stubble into a surface. The harvest and seedling are done through a protective cover of crop residue. This cover or mulch is prepared in advance of the planting time. It is recommended to cut, chop and semi-incorporate the stubble into the soil by the use of equipment such as: harrow plow, double disk harrow or heavy offset disk harrow.

From preparation of the mulch to the time of planting, it is necessary to remove weed growth to avoid loss of water and fertility. This culture practice can be done with the chisel plow followed by subsurface tillage with cultivators, vibro cultivators or a rod weeder. For light soils, susceptible to wind erosion, the rod weeder is the best implement because it keeps the residue near the surface and avoids water loss by evapotranspiration.

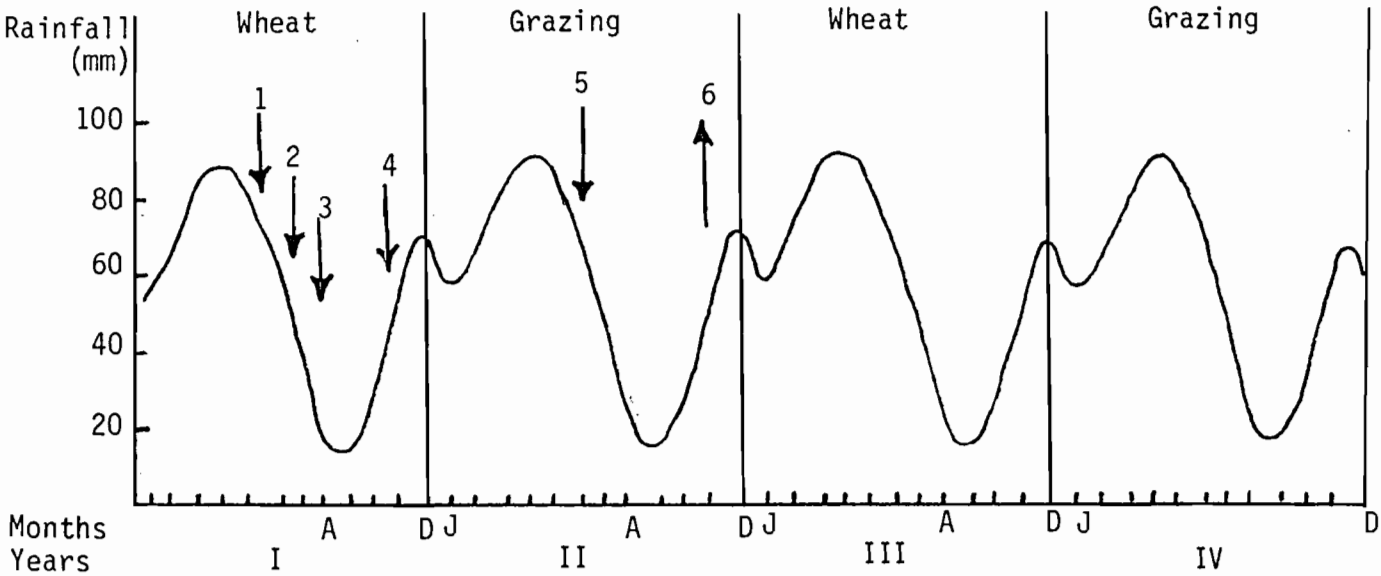
The number of tillage practices depends on the degree of weed invasion or volunteer cereals, and the weather conditions at that time.

Extra attention should be given to an accelerated loss of organic matter that may arise, especially in fields with poor ground cover, during the period of subsurface tillage. It could consequently increase the susceptibility to erosion. The physical deterioration of the field from the lack of structural stability decreases the water infiltration capability and increases the possibility of water and wind erosion. Through the use of cultural practices, the crop residues are kept on the soil surface avoiding the danger of erosion until establishment of the crop. In fields with good ground cover, the soil losses from wind have been reduced 85-100%. The losses from water have been reduced 90-95%.

The wheat is sown through the residue with special equipment such as the deep furrow drill. The seed is placed in direct contact with the soil moisture resulting in rapid germination. In addition, formation of the furrows gives protection to the plants during the early stages of crop development.

This new conservation technology permits the wheat crop to express its production potential and the soil is stabilized because of decreasing risk of erosion.

GRAPH 1. GRAPHIC REPRESENTATION OF RAINFALL AND SOIL UTILIZATION OVER A PERIOD OF TIME



I - First Year

Seeding the Wheat Crop

1 - Deep plowing (moldboard, disk plow)

2 - harrow (disk harrow, spike, tooth harrow)

3 - planting - seed drill that smooths and compacts. Conventional disk planting equipment

4 - weed control - herbicide application according to the weed development and density

5 - results - uncertain and low yield potential

II - Second Year

1 - stubble grazing with beef cattle

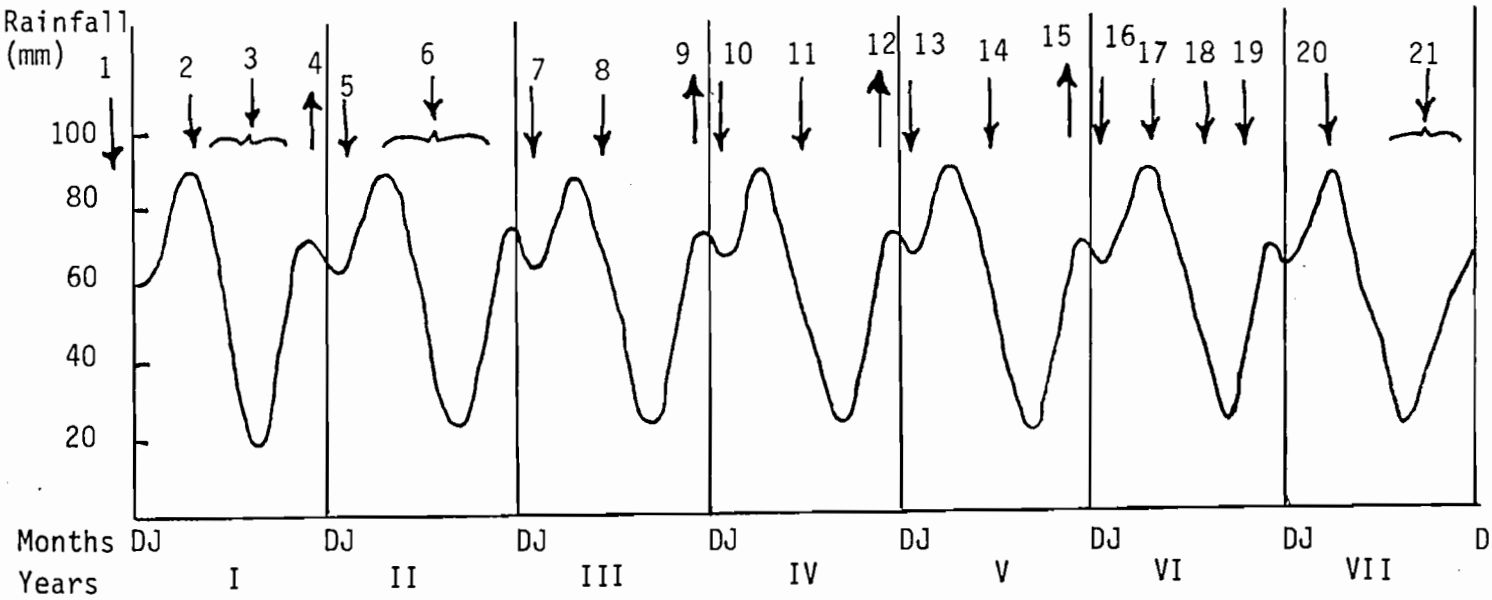
2 - weedy

III - Wheat, same as first year

IV - Grazing, same as second year

V - Wheat, same as first and third years

GRAPH 2. GRAPHIC REPRESENTATION OF RAINFALL AND CROP ROTATION PROGRAMS OVER A PERIOD OF TIME



I - First Year

Plant oats and broad beans

1 - Spring fallow
2 - Mixed planting
3 - Grazing
4 - Harvest

II - Second Year

Grazing (oats and broad beans)

5 - Harrow
6 - Grazing volunteer

III - Third Year

Plant wheat

7 - Fallow
8 - Planting
9 - Harvest

IV - Fourth Year

Plant wheat

10 - Stubble fallow
11 - Planting
12 - Harvest

V - Fifth Year

Plant wheat

13 - Stubble fallow
14 - Planting
15 - Harvest

IV - Sixth Year

Plant oats and broad beans

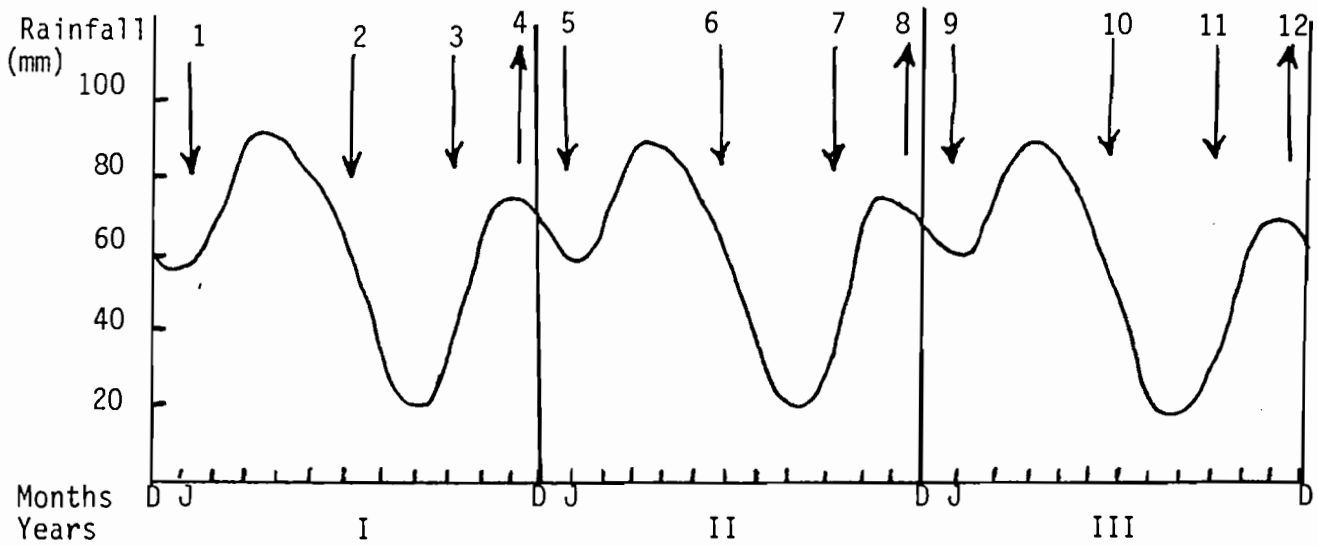
16 - Short fallow
17 - Planting
18 - Grazing
19 - Spring fallow

VII - Seventh Year

Plant pasture

20 - Planting
21 - Grazing

GRAPH 3. CONTINUOUS CROPPING



I - First Year

Wheat planting

1 - Bare fallow
2 - Planting
3 - Herbicide application
4 - Harvest

II - Second Year

5 - Stubble fallow
6 - Planting
7 - Herbicide application
8 - Harvest

III - Third Year

9 - Stubble fallow
10 - Fertilization
11 - Planting
12 - Herbicide application
13 - Fertilization
14 - Harvest

TABLE 1. ROTATION PLAN OVER A 10-YEAR PERIOD

	I	II	III	IV	V
Year 1	AV	AV	AV	P	P
Year 2	AV	AVM	AV	P	P
Year 3	T	T	T	P	P
Year 4	T	T	T	P	P
Year 5	AV	AV	T	P	P
Year 6	AV	AVM	AV	T	G
Year 7	T	T	AVM	T	AV
Year 8	T	T	T	T	AV
Year 9	AV	AV	T	AV	T
Year 10	AV	AVM	T	AV	T

References:

AV = Oat + Broad Bean
T = Wheat
AVM = Oat + Broad Bean + Corn
P = Forage (mixture of species)
G = Sunflower

PRODUCTION OF WHEAT-SOYBEAN IN THE HUMID REGION OF THE PAMPA IN ARGENTINA

A. Lattanzi

In the region of the Pampa, wheat was the crop that was first produced as agriculture commenced at the beginning of this century. The rapid mechanization of sowing and harvest in the early 1920s made wheat an easier crop to cultivate in comparison to other crops such as corn, in which harvest and part of the weeding was done manually until 1950. During this half century, wheat was cultivated on farms that were involved exclusively in the production of cereals. It was common practice on these farms for the grower to sow wheat as the only crop on the same land for several years, allowing a 5-6 month fallow period during the summer and autumn.

The only two elements available for keeping the fields free of weeds, fire and plowing with a single mounted moldboard plow pulled by oxen at first and later by horses. Once the harvest was completed in December, the farmer destroyed the stubble as a first clearing practice. The clearing was done by burning the stubble. Later on, at the end of the summer, plowing was repeated as many times as necessary to keep a bare fallow until planting time during May or June. At that time, no one thought of a double crop system.

During the 1940s, disk implements and cultivators were introduced. These replaced the moldboard plow which became a secondary tillage method to control weeds. The new implements were wider and easier to pull than the moldboard plow.

During the 1950s, the tractor began to come into use, allowing farmers to cultivate their land easier and in less time. With this new equipment, they started plowing the wheat stubble earlier, managing a "bare" fallow without any cover of straw or weeds. This practice was very effective in improving the wheat yield because of greater accumulation of nitrogen in the form of nitrates.

Simultaneously, the farmers discovered the possibility of producing a second crop after wheat to utilize the land during the summer. Adoption of this practice led to spread of double-cropping of wheat-sunflower in the most humid area of the region, and wheat-millet in the less humid zones. Even though wheat yields were decreasing with this practice, there was added income with two crops.

This double-cropping method spread rapidly and with good results on the most fertile land with adequate nitrogen. On the poorer land, the results of double -cropping were mediocre. The introduction of fertilization as a practice in 1960 brought a solution to this problem; however, the unfavorable cost of the fertilizer limited its use.

At the end of 1960, a group of farmers in the south central part of Santa Fe started planting soybeans after wheat with good response, thus introducing a new crop to the region. The area under the double-cropping system of wheat-soybean grew slowly during the first few years around the areas of Casilda and Sanford.

New practices had to be developed to cultivate soybeans such as equipment to sow and harvest, trading different varieties, preparation of the soil, time and

density of sowing, control of weeds and insects, etc. However, in spite of these problems, the farmers realized that the development of the soybeans was excellent even on land that was drained for wheat and sunflowers. Soybeans had good tolerance for drought periods, and the blooming and filling of the hulls coincided with the period when the moisture was most plentiful.

In the early 1970s, the price and the demand for soybeans increased tremendously and the dissemination of this crop was spectacular. During that decade, the area under cultivation was duplicated year by year, going from practically zero to 2,000,000 ha. Eighty percent of the area was sown to soybeans in a double-cropping system with wheat, replacing sunflower and millet entirely. The spread of the double-cropping practice contributed to the increase of the area planted in wheat and diminished that of corn.

Present Situation

The present area under the double-crop system, wheat-soybeans, covers the south of Santa Fe province, southeast of Cordova and north of Buenos Aires. This system is practiced toward the south, extending to the 35th latitude, toward the west until the region of 800 mm rainfall, toward the east to the Parana River and toward the north (where the wheat is sown) to approximately 30 latitude.

In these regions, more than 90% of the wheat stubble is sown to soybeans. A few years ago, this area comprised 80% of the total area for soybean; however, there is a slight declining tendency at the present because of lower yields obtained in both crops from lack of moisture.

Generally, management of the double-cropping system is done at a good technical level, as far as preparation of the soil, planting time, harvest and pest control. The wheat is seeded at the proper time during June-July, reaching harvest toward the end of November and the beginning of December. With favorable weather conditions, the harvest is completed quickly, and at the same time, the seed bed is prepared for soybeans. This operation takes from one day to two weeks, depending on the size of the farms. The traditional plowing system includes: moldboard plow, sledge and rod. Normally, seeding takes place during December. This means a delay of fifteen to twenty days compared to the planting of soybeans after fallow; however, there has not been a significant yield loss. The lack of rain could postpone the planting until January, causing a marked decrease in the yield. This problem is being solved with the use of minimum tillage and direct seed planting methods which avoid rapid drying of the seed bed. New planters of greater capacity are improving the efficiency of this operation.

Weeds are controlled by cultural practices complemented by post-emerging herbicides. The use of pre-emerging herbicides has been reduced.

Soybeans are harvested in April and May, and harvest could be extended to the beginning of June, depending on weather conditions.

Between the soybean and wheat crops there is a period of 1-2 months to prepare the soil. The stubble of soybean, which has been broken into pieces and dispersed during harvest, is very easy to till using a moldboard plow and disk chisels. The latter two tools, along with the cultivators and rototillers are

being highly accepted and replacing the moldboard plow. The wheat is seeded with conventional equipment.

Under normal conditions, an average yield of 2-2.5 t/ha of wheat and 2, 2.2-2.6 t/ha of soybeans are obtained. Under very favorable conditions, yields of 3-4 t/ha of wheat and 3-4 t/ha of soybean could be reached, while under very unfavorable conditions, the yields can go down to 1-1.5 t/ha of wheat and 1.2-1.8t/ha of soybeans. The yields fluctuate depending on the amount of moisture available.

Crop Sequences for Wheat and Soybean

One of the most important natural limitations for the crops of the region is water; therefore, the sequence of the crops and their management must respond to the maximum efficient use of this element. The average annual rainfall in the zone of the double-cropping system varies from 800 to 900 mm with a spring-summer-autumn distribution. The wheat yield depends on the water stored in the soil at the time of seeding, while the summer crops depend mainly on rainfall during their cycle.

The efficiency of the summer-autumn fallow system to store water for wheat is relatively low, around 20%, because of the high temperatures during this period and the slow infiltration rate of the soil. Thus, the rainfall is more effective if it is utilized immediately by a growing crop.

Based on the above facts, it can be inferred that wheat as the only annual crop is not the most efficient sequence. The continuous double-cropping system, wheat-soybean, would be the other extreme. This system makes excellent use of the rainfall throughout the whole year; however, it does not allow sufficient replenishment of the subsoil moisture necessary for the crops to tolerate occasional water deficiencies. This type of rainfall distribution makes this effect worse for wheat than for soybeans. This fact is also responsible for the determination of the western limit for the double-cropping system which is based more on the water deficiency for wheat rather than for soybeans.

Considering this situation, and taking into account yield levels and harvest security, it can be concluded that the most adequate sequence is not continuous double cultivation, but rather less intense combinations. One of them is wheat-soybean-corn. In this case, three crops are grown every two years, allowing a long winter fallow between soybean and corn and a shorter 2-3 months fallow during the fall between corn and wheat. This allows a replenishment of moisture in the soil that stimulates the growth of wheat. Another similar alternative is wheat-soybean-soybean, which is recommended in low nitrogen soils since wheat after corn shows more deficiency of nitrogen than after soybean. Both sequences can be united in one of six crops every four years: wheat-soybean-corn-wheat-soybean-soybean with a greater crop diversification and less risks. These observations have been tested in a rotation trial conducted at the EERA of Marcos Juarez since 1975. In this trial it can be observed that the yield of wheat has been higher in the sequences of corn-wheat, sorghum-wheat, corn-soybean-wheat and corn-wheat-soybean, compared to wheat-soybean. When wheat follows corn or sorghum, it shows a clear response to nitrogen fertilization.

In addition to the water deficit, another unfavorable aspect of the continuous double-cropping system of wheat-soybean is the increase of annual and perennial

weeds in both crops. A similar effect is also expected with the diseases.

It has also been observed that in the sequence of wheat-soybean-corn, soybeans after wheat yielded 200-300 Kg/ha more than soybeans in wheat-continuous soybeans; at the same time, corn after soybeans yielded more than corn after corn.

Aspects to Improve in Wheat-Soybean Production

The development of sets of techniques for the management of wheat and soybeans offers the possibility of improving the production of both crops as well as the conservation and good utilization of the natural resources.

Tillage Methods: Frequently, the seeding of soybeans is delayed excessively because of the lack of moisture in the seed bed. The use of minimum tillage and direct seeding methods have proven more efficient in avoiding fast superficial desiccation of the soil, seeding earlier, avoiding soil crusting, reducing water loss from leaching, and controlling erosion.

These methods are spreading with new plowing and seeding equipment, yet it is necessary to solve some remaining problems of weed control, soil compaction and stubble management.

Wheat Varieties of Earlier Maturation: This is fundamental to extend the double-cropping system to he south of 35 degrees south latitude.

Early Wheat Harvest: This would allow more time for the preparation of the soil for the soybean crop which could be planted more timely.

Weed Control: An efficient control of annual and perennial weeds in both crops would permit the improvement of water use, encourage minimum tillage, facilitate soil management using surface residues and diminish the cost of production. All of these would result in greater productivity and profitability.

Future Perspectives

In the described region, wheat and soybeans will continue to be produced. The proportion of the continuous double-cropping system will diminish in favor of the less intense sequences with the inclusion of corn or sorghum.

In the subhumid regions, soybean after wheat is an occasional transition crop to move from wheat to summer cultivation in different types of sequences.

In the humid regions to the north of 30 degrees South latitude, the double-cropping system will be used when the wheat area increases. In the humid regions to the south of 35 degrees South latitude, the double-cropping system presents little possibility because of the late maturity of wheat prohibiting the planting of soybeans.

The proportion of double-cropping will be closely linked to the relation of prices among the crops of the region: wheat, soybeans, and corn.

CONSERVATION TILLAGE PRACTICES FOR WHEAT PRODUCTION IN THE HUMID PAMPEAN REGION IN ARGENTINA

Oscar Hansen

Many scientists and farmers are concerned about maintaining good levels of wheat production in Argentina. We know that soils subjected to continuous cropping, excessive and sometimes inopportune cultural practices can easily be degraded. This degradation occurs by the formation of hard pans and superficial incrustation after intense rains. This creates an increased volume of run-off water on slopes and in low areas. Drainage and evaporation are the most important means of water loss in the soils of this region.

Considering that one of the main factors influencing variability of crop yields in the area is the fluctuation of precipitation, it is easier to understand the importance of research related to the best use of rain water.

The wheat crop statistics show some years (1951, 1960, 1966, 1969, and 1981) when production has been severely affected by the lack of rainfall. A study of the probability of water deficiencies and excesses in the region of Pergamino, Rebelle and Zeljkovich established two major seasons of the year when deficiencies or excesses are most common (Graph 1). Considering the water balance, it can be expected that in one out of every two years (50% probability) there may be two periods during the wheat-growing season with water deficiencies in which the potential evapotranspiration is greater than the precipitation.

Lack of moisture in the early development stages is of little magnitude coinciding with the wheat planting and tillering time. The supply of moisture in the topsoil must be carefully handled during this period, especially in later planting dates, toward the end of July. Failures of proper stand establishment and reduced growth rate are frequently observed because of the lack of moisture in the topsoil. This first period of water deficiency can last until the end of September, affecting the development of the organelles of the wheat plant.

The second period of water deficiency begins during mid-October, coinciding with the flowering phase of the wheat crop. Since the amount of precipitation during this time is not adequate, the success of the crop will depend to a great extent on the supply of stored moisture.

Considering present technology, management of the water supply is the most limiting factor in the production of crops. One of our priorities is to search for higher water use efficiency which means achieving maximum potential yield based on the available water of the area. Conservation tillage practices, fertilizers and weed control are techniques that can increase the efficiency of water use. During the last four years, different tillage systems have been evaluated in long-term trials at the INTA Pergamino Experiment Station. These tillage systems have been imposed in the wheat-soybean-corn sequence with two levels of nitrogen, 0 and 80 kg/hectare, applied on wheat and corn. The main objective of these trials is to study the effects of tillage on soil characteristics and productivity. The trial sites were located on a typical Argiudol soil Pergamino series which has a silty loam topsoil. The tillage practices included in the trials were conventional--moldboard plow, disking, chiseling and direct seeding. The soil measurements taken were organic water

content, pH, soil temperature, humidity, apparent density, and infiltration rate. Data such as plant density, growth analysis (wheat and corn), and yields and their components were also recorded. The management of the residues of crops previous to wheat began by crushing the stubble to improve the performance of tillage implements of vertical cut and to better mix the topsoil with straw. In addition to cutting the stubble, in most cases it is also necessary to use planters adapted for seeding wheat in soil with straw mulch. In this situation, a conventional planter can be used, one that is equipped with blades to cut the residue and avoid obstruction. On the other hand, an experimental machine developed by the INTA of Castelar can be used for direct seed of wheat. This machine has a serrated edged blade activated by the tractor's PTO that cuts the residue. Emergence has not been hindered by the residue. Significant differences have not been shown for the number of plants in the different treatments. Experiments have been conducted to show the effect of four tillage systems and two levels of nitrogen on the yields of wheat during the three agricultural seasons, 1980, 1981 and 1982 (Graph 2). There was a general variability of yield from one year to the next. The tested systems did not sufficiently balance the negative effect of water deficiencies; hence, climate was the factor determining the yields reached for each year.

The results indicate that wheat, seeded after a summer corn crop employing different tillage methods, can reach yields similar to the conventional plow method, as long as the nitrogen requirement is satisfied. Water use efficiency of a wheat crop has also been evaluated when subjected to different tillage methods (Table 1). The real evapo-transpiration was not very different among the different treatments. There was, however, a higher water use efficiency in the conventional tilling treatment without nitrogen fertilization. A comparison was made of the total available water supply and the percentage of maximum water available in the soil's profile (0-1,5m) at planting and harvest time for two tillage methods in a wheat crop (Table 2). The water available at the time of planting wheat for the no-till method was 15 mm higher than for the conventional tillage system. This difference, however, becomes greater at harvest time. This is especially important for the soybean crop.

The most significant results after four years of trials were the following:

On the soil:

- Lower soil temperature in direct seeding.

- Topsoil densification (high density in direct seeding) and hard layer formation (in superficial tillage).

- Higher stability of soil structure (in direct seeding).

- Higher organic matter content in the 0-5 cm level of depth (direct seeding up 3.7% and moldboard plow 3.0%). In the layer from 0-20 cm depth there were no differences.

- The pH was not modified by the tillage practices, but by the fertilizers.

- The P content (0-5 cm) was higher in those treatments where the residue was handled in the topsoil (DS=20 ppm and CT=15 ppm).

- Less water use efficiency in direct seeding when the N requirements were not satisfied.

On the crop:

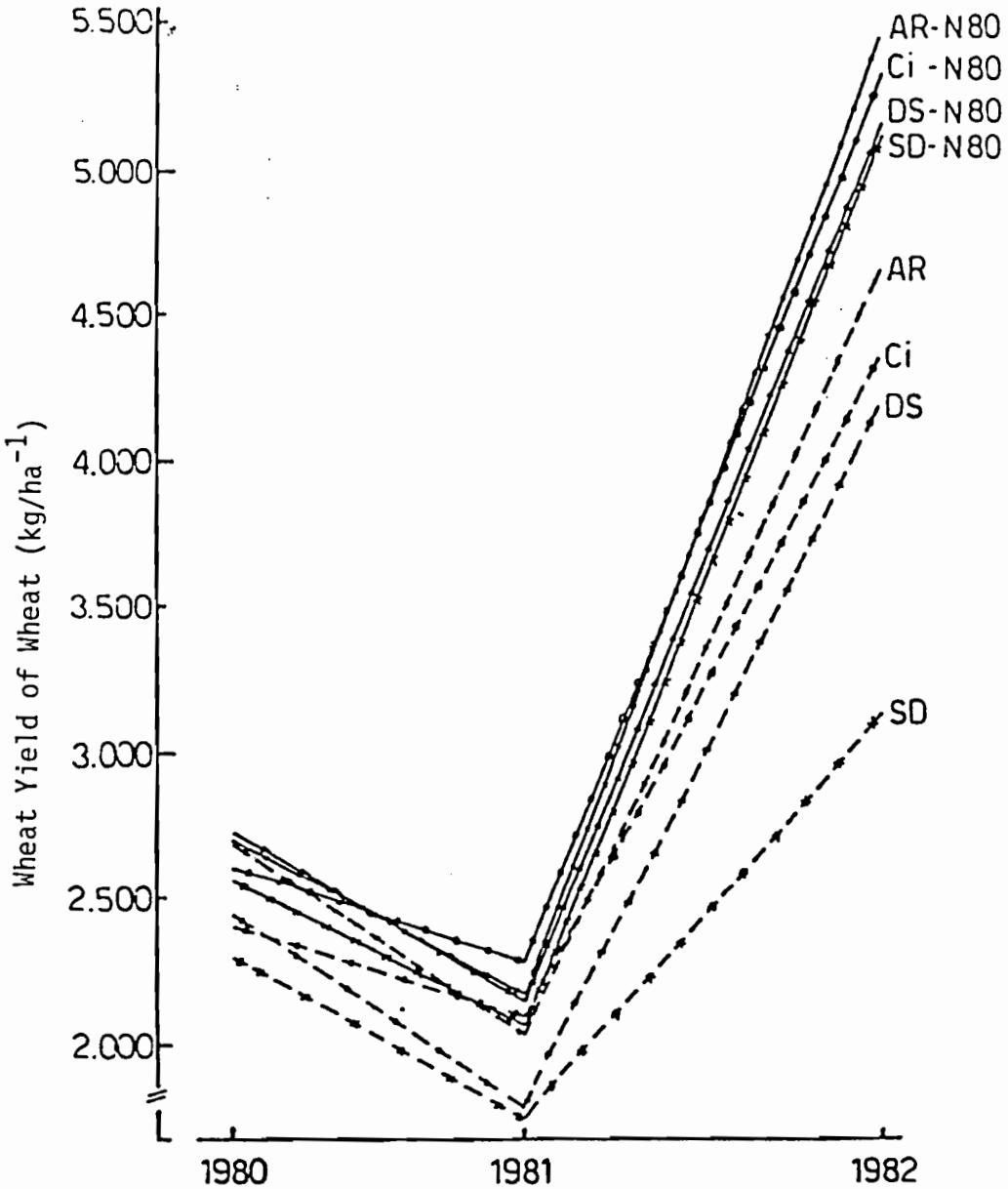
- There were no differences in plant density related to the treatments.

- Lower initial growth in direct seeding treatment.

- Lower wheat yield in direct seeding. In direct seeding plus N applications, the yields were similar to the conventional system.

In summary, based on the discussion above, we can conclude that minimum tillage and especially no-till are not very attractive systems for use with the wheat. Their interruption, however, with a conventional tilling could cancel the positive effects that the minimum tillage systems may have in time over the production of the summer crop. In addition, the no-till method could be an excellent tool for basic investigation in the field of agronomy. By using no-till in trials, the actual need of soil management practices established an environment free of weeds. All of the research completed on no-till methods can serve as a source of information for the elaboration of models for prediction of the effects of tilling the soil.

Graph 1. Probabilities to 25, 50, and 75% of excess (PLETP) and deficiencies (ETP>P) in Pergamino.



Graph 2. Effects of four tillage practices (AR=Moldboard plow), Ci=Chisel, DS=Disk and SD=Direct Seeding), and two levels of nitrogen (0 and 80 kg n/ha^{-1}) on the wheat yields during three agricultural seasons. From INTA Pergamino

Table 1. Consumption and Water Use Efficiency of the Double Crop Wheat-Soybean with Two Tillage Systems

Year	Tillage	Rainfall (mm) Wheat	Rainfall (mm) Soybean	Total	ETR (mm) W	ETR (mm) S	ETR Total	Yield(kg/ha) W	Yield(kg/ha) S	E.U.A.(kg/mm) W	E.U.A.(kg/mm) S
1980	Conventional	327	576	903	348	573	921	2.690	2.670	7.7	4.7
	Direct Seeding				355	589	944	2.310	2.590	6.5	4.4
1981	Conventional	190	582	772	298	538	836	2.040	2.180	6.8	4.1
	Direct Seeding				279	487	766	1.760	2.620	6.3	5.4
1982	Conventional	326	309	635	385	326	711	4.660	750	12.1	2.3
	Direct Seeding				374	356	730	3.120	2.000	8.4	5.6

Source: Ing Agr L.Totis, V.Zeljkovich, L.Blotta y O.Hansen. INTA. PERGAMINO.

Table 2. Total Available Water Supply at Planting and Maturation Time of the Wheat Crop

Year	Tillage	Available H_2O at seeding time	Difference	Available H_2O at maturation time	Difference
		mm		mm	
1980	Conventional	196		175	
	Direct Seeding	201	+ 5	176	+ 1.0
1981	Conventional	156		48	
	Direct Seeding	178	+22	90	+42.0
1982	Conventional	123		64	
	Direct Seeding	141	+18	95	+31.0

Source: L. Totis, V.Zeljkovich, L.Blotta y O.Hansen. INTA. PERGAMINO.

WHEAT AGRONOMY IN THE SOUTHERN CONE OF LATIN AMERICA

M. A. McMahon

When we speak of the growing conditions of wheat in the Southern Cone, they are varied. Wheat is now being grown from 15 degrees south latitude in Brazil to 42 degrees south in Chile. As can be seen in Table 1, the greater part of this wheat is grown under rainfed conditions, Chile being the only country with a sizable area under irrigation. Therefore, the majority of the area depends on the vagaries of rainfall along with its interactions with other factors which affect yield. Usually when agronomists speak about crop production and rainfall, we are inclined to think more on water deficits. However, rainfall affects production in many ways because of its interaction with other factors, mainly disease. Timing of rainfall is important in the manifestation of such diseases as Septoria and Gibberella. This is a problem in most of the Southern Cone. In some parts of Chile, yields are lower in wetter years. This is probably caused by a greater manifestation of Gaumannomyces spp. in wetter years and saturated conditions during the period of root elongation. Heavy rain early in the season may increase leaching and thereby reduce nitrogen uptake and subsequent yield. Timing of rainfall we cannot control, but the total amount of moisture available to the crop we can control to a certain extent through cultural practices. Again, two distinct problems come to mind which in some areas may be mutually exclusive.

First, we have to have enough moisture in the seedbed to make sure of stand establishment. This is extremely important in certain areas of Argentina where sowing is followed by a long dry period and where root establishment is important to exploit soil moisture during this period. In these areas where early root growth is limited, the yield potential of the crop is fixed early on in the cycle and the losses then encountered cannot be recuperated.

Moisture at sowing time is also extremely important to establish sowing date in areas with intermittent rainfall. An important wheat-growing area in the Southern Cone which has this problem in the State of Parana in Brazil. Because of intermittent rainfall and insufficient moisture control sowing, the date varies much from year to year and gives extra instability to wheat yields. It also complicates the life of the plant breeder because it is extremely difficult to develop good germplasm when the sowing date is so variable. This lack of moisture control also means that date of sowing varies from farm to farm within the same area within the same year. This means that within any one area, you may find wheat at many different growth stages. When this happens, disease is transmitted from the older crops to the younger crops at a very early growth stage of the latter. Such early disease attacks can have quite dramatic effects.

The other aspects of moisture is the control of total moisture available to the crop in semi-arid areas. This is usually achieved through fallowing or other cultural practices. The importance of moisture and its interaction with fertilizer is illustrated with data from INTA (Argentina) in Table 2. This shows that with small differences in moisture availability, yield potential can be reduced dramatically.

The Role of Variety

There have been spectacular increases in wheat yields in different parts of the world over the last twenty years. When this phenomenon is discussed, the most cited factor is the change in the yield potential of the varieties grown. This change in yield potential was brought about by breeding a shorter plant with a higher harvest index, therefore, giving more grain per unit of total dry matter yield.

These dwarf varieties are being grown widely in all countries in the Southern Cone of Latin America with the biggest adoption rate in Argentina. The introduction of these short season varieties in Argentina also facilitated the increase in doublecropping wheat and soybeans. In 1974, Argentina produced 50,000 tons of soybeans and in 1980 this figure was raised to four million tons. Eighty percent of these soybeans are doublecropped with wheat. The evolution of the Argentinian soybean area is shown in Figure 1.

Fertilizer

Probably the most important factor in any production package is fertilizer. World fertilizer consumption has risen above 100 million tons of nutrient per year. A quarter of this is in developing countries. This amount is still insufficient to produce adequate food. Despite the energy crisis there should be no disagreement about the urgency of sustaining rapid growth in fertilizer consumption in the developing world. Population pressure on land, growing food deficits, depleted soil fertility and the complementarity between high yielding varieties and a high level of fertilizer application all point up its importance. Thus, the real question concerning the developing world is not whether, but how to maintain rapid growth in fertilizer consumption.

Fertilizer use varies greatly from country to country. The consumption of fertilizer in Argentina is very low at 2 Kg/ha. This does not mean that Argentina does not need to fertilize. Table 3 shows the fertilizer responses over a number of sites in the Pampa Humeda in 1982-83. These are presented as response efficiency data (Kg grain response/Kg nutrient applied) at various combinations of N and P fertilizer. As can be seen, fertilizer response in Argentina can be very spectacular.

Weeds and Herbicides

Weeds rank as one of the most limiting factors to wheat yields in every environment in which the crop is grown. The weed problem is not peculiar to poor farming situations. In fact, grass weeds become much more abundant under conditions of high fertility and intensive agriculture. Herbicides have provided us with many solutions to the weed problems we find in production. In most cases, the recommendations for the herbicides are available for the different areas in the Southern Cone.

TABLE 1 - WHEAT STATISTICS FOR FOUR SOUTHERN CONE COUNTRIES. (SOURCE CIMMYT, 1981)

STATISTICS	ARGENTINA	BRAZIL	CHILE	URUGUAY
AVERAGE 1961-65 (000 HA)	4916	812	753	453
AVERAGE 1978-80 (000 HA)	4702	3221	562	218
% IRRIGATED	0	0	29	0
% WELL WATERED	47	50	71	100
% SEMI-ARID	53	50	0	0
% SPRING BREAD	95	100	86	100
% WINTER BREAD	0	0	6	0
% DURUM	5	0	8	0
AVE. YIELD 78-80 (TON/HA)	1.7	0.9	1.7	1.2
AVE. PROD. 78-80 (000 TON)	7848	2924	951	251
AREA 1961-80 (% PER YEAR)	- 0.3	8.6	- 1.8	- 4.6
YIELD 1961-80 (%PER YEAR)	0.5	1.6	1.0	0.7
PROD. 1961-80 (% PER YEAR)	0.2	10.1	- 0.8	- 3.8
PERCENT TOTAL CALORIES FROM WHEAT	30	36	52	33
PERCENT CEREAL CALORIES FROM WHEAT	91	33	88	82
PER CAPITA TOTAL WHEAT SUPPLY KG/YEAR)	185	47	177	134
NET IMPORTS AVERAGE 77-70 (000 TON)	-4045	3539	764	51
PERCENT OF TOTAL UTILIZATION IMPORTED AVERAGE 77-79	- 56	57	43	16

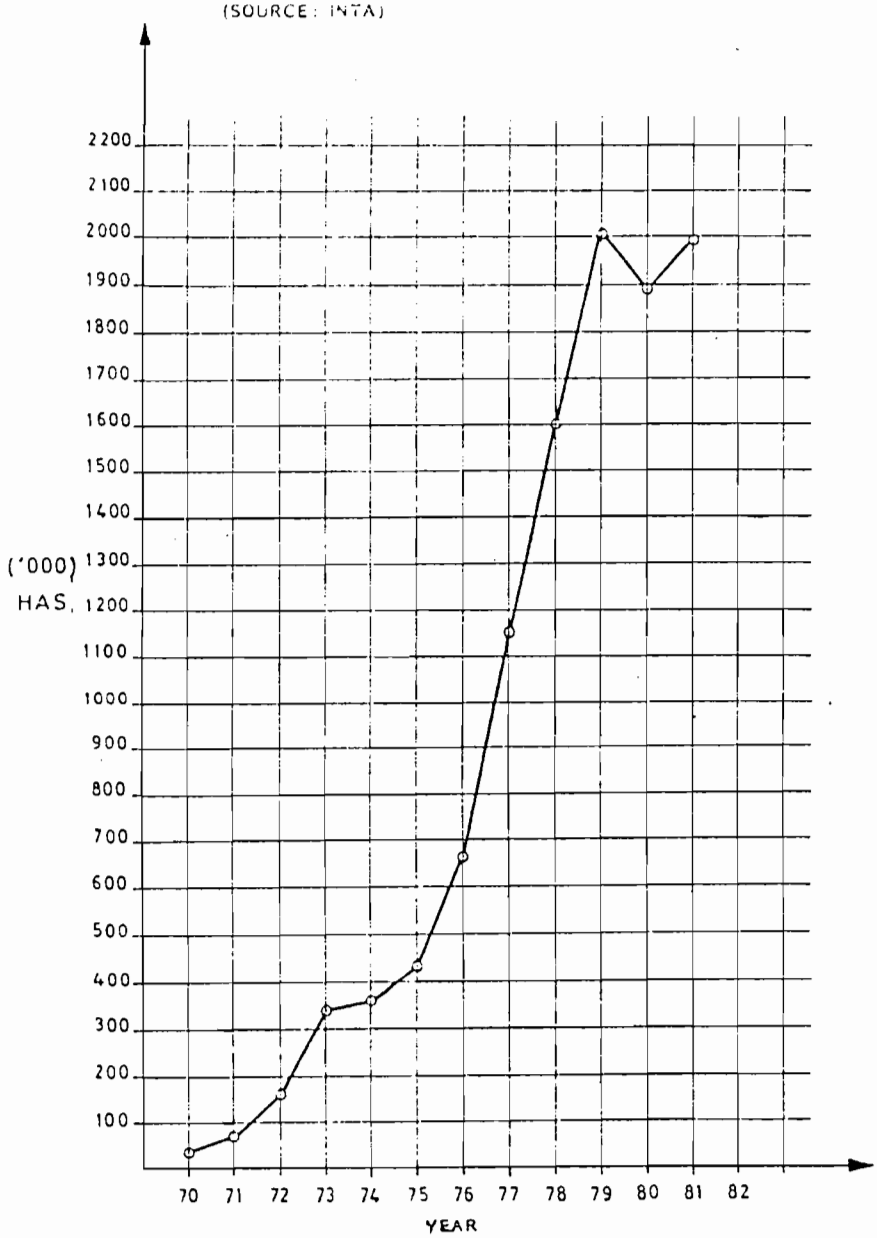
BEST AVAILABLE COPY

TABLE 2 - AVERAGE YIELD (KG/HA) AND RESPONSE LEVELES OF VARIOUS TREATMENTS IN THREE DIFFERENT RAINFALL ZONES. ARGENTINA 1980-81 (SOURCE: INTA, PERGAMINO)

AVAILABLE WATER AT SOWING PLUS RAINFALL TO TILLERING (MM)	N° OF LOCATIONS	YIELD OF CHECK	YIELD OF NP TREATMENT	INCREASE DUE TO NP	INCREASE DUE TO N ALONE	INCREASE DUE TO P ALONE
> 300	11	2,780	4,290	1,510	590	300
220-300	9	3,180	3.860	680	310	250
< 220	8	2,080	2,950	870	280	380

BEST AVAILABLE COPY

FIG. 1 - EVOLUTION OF SOYBEAN AREA, ARGENTINA 1970-1982.
(SOURCE: INTA)



BEST AVAILABLE COPY

TABLE 3. Average response efficiency (kg grain/kg nutrient) for various combinations of N and P_2O_5. Pergamino 1982-83 (n = 18)

N (kg/ha) \ P_2O_5 (kg/ha)	0	20	40	60	80
0	-		3.08		1.30
30		20.08		14.58	
60	14.78		14.54		11.20
90		14.29		12.00	
120	9.84		10.94		9.13

CEREAL PRODUCTION TECHNIQUES UNDER SEMI-ARID CLIMATIC CONDITIONS

Floyd E. Bolton

Introduction

Cereal production under semi-arid or dryland conditions throughout the world is generally characterized by at least two climatic conditions: (1) limited or low rainfall which restricts the production potential and (2) widely variable rainfall and temperature conditions from season to season.

There are two more factors or conditions which also must be recognized if a cereal production researcher is to be successful; i.e., the local cereal farmer is probably producing reasonably close to his potential based on: (1) his present knowledge of cereal production techniques and (2) within the limits of his current resources.

Therefore, to increase cereal production under dryland conditions, the program must include: (1) cropping techniques that make the maximum efficient use of a limited water supply; (2) the cropping system must be adaptable to variable climatic conditions; (3) the information and techniques must be transferred and demonstrated to the local farmers; (4) the farmer-cereal producer must have access to the resources required (varieties, fertilizers, herbicides, equipment, etc.) to apply the improved practices.

Potential Yield and Actual Yield

Each environment has a certain potential yield, depending upon the climatic and topographic features that are present. There is little one can do to change the potential yield under dryland conditions. However, in most situations in both developed and developing countries, the "actual yield" is well below the "potential yield." It is this "yield gap" that concerns the cereal farmer and researcher. Before proceeding further, we should define the terms "potential yield," and "yield gap" more precisely as follows: Potential Yield: The maximum yield of a crop that is technically feasible within reasonable economic limits in a given environment. Actual Yield": The yield of a crop that is determined by the interaction of its genetic characteristics with the environment in which it is subjected. The yield is limited by the production techniques. Yield Gap: The difference between potential yield and actual yield. This difference may be due to both biophysical constraints (missing inputs) and socio-economic constraints (inputs available, but not used or inputs not available).

From the above definitions, it is apparent that the "yield gap" is the aspect that concerns the constraints in cereal production. Socio-economic constraints are a major part of the yield gap and unless these constraints are removed, the agronomic constraints will probably not be removed either. The combination of socio-economic and agronomic into a single production system will greatly narrow the gap between "actual" and potential" yield.

An important concept in determining yield constraints was developed over one hundred years ago by Justus von Liebig and is still applicable today.

Liebig used this principle to illustrate yield limits from nutrient deficiencies but it applies equally well to cereal practices.

Principle of Limiting Factors: The level of crop production can be no greater than that allowed by the most limiting of the essential plant growth factors.

If one can determine the most limiting factor in a cropping system and then the next, and so on, then it removes the hazard of introducing a new practice that fails to give a yield increase. This requires an extensive and carefully planned field research program.

Water Use Efficiency (W.U.E.) in Dryland Farming Systems

Dryland farming systems revolve around the principle that water is the main limiting factor and to increase or maintain an adequate yield level one must maximize the water use efficiency for crop production.

There are two things that must occur to utilize the limited moisture supply to achieve increased crop production: (1) increase the amount of water stored in the soil and reduce losses from evaporation and transpiration; (2) make maximum use of the stored water and subsequent precipitation by management of cropping practices geared to the prevalent climatic conditions. The former is related to tillage and moisture conservation practices and the latter is concerned with crop management practices specifically tailored to fit the available and anticipated moisture supply to achieve maximum economic crop production.

Fallow-Crop vs. Annual Cropping Systems

The use of fallow-crop rotations as a farming system is widely practiced throughout the world in low rainfall regions. This method has not been without its critics because of the supposed inefficiency of soil moisture storage during the fallow period. The storage efficiency usually ranges between 15 and 35 percent of the total precipitation that occurs during the fallow period. The critics point out that this is a terrible waste of a much limited resource. However, the fallow system is a time-honored method of producing grain in the subhumid and semi-arid areas of the Middle East. The method seems to have been regularly employed in the Tigris-Euphrates delta as far back as 2400 B.C.

In more recent times, the fallow-crop rotation for producing cereal grains in the United States has become widespread. In 1900, there were about 2 million acres of fallow land in the United States. The area steadily increased, until in the 1970s, there were more than 40 million acres in fallow, mostly in the 17 Western States (Haas, et al., 1974). At present, in semi-arid regions, fallow-crop rotations constitute the major cropping system for cereal production. The practice is still controversial, mostly among professionals, because of the inefficiency in soil-water storage and some of the wind and water erosion problems associated with fallow. The fallow system in low rainfall zones continues to be used extensively despite its critics. Recent innovations in stubble-mulch tillage has alleviated some of the erosion problems and increased moisture storage. The widespread and persistent use of the fallow-crop rotation throughout

the world, and particularly in the ICARDA region, requires that this farming practice receive serious attention in the future farming systems research programs.

Examples of the increase in grain yields, and consequently increased W.U.E., are shown in Table 1. The Central Great Plains region is characterized by a spring-summer rainfall pattern and moderate temperatures, as contrasted with the Pacific Northwest climate with a winter-spring rainfall pattern and moderate summer temperatures. The difference in precipitation patterns and season temperatures is reflected in the W.U.E. values of the two regions. It should be noted that the W.U.E. was greater in every location under the fallow-crop rotation.

Improved soil and crop management techniques and better adapted varieties have shown even greater increases in W.U.E. during the last 20 years (Table 1). Greb et al. (1974) indicated four probable reasons for the increased yield and W.U.E. for the Central Great Plains regions: (a) increased soil water storage in fallow resulting from improved stubble-mulch management and weed control; (b) improved planting equipment that permits deeper penetration to adequate seedbed water, even under relatively dry surface conditions of 8-10 cm depth; (c) improved wheat varieties; and (d) increased use of commercial fertilizers on those soils known to be deficient in nitrogen and phosphorus. Professional agronomists and cereal breeders in this region estimated the credit for the yield increases to be as follows: Improved water storage in fallow, 40 percent; improved wheat varieties, 40 percent; improved planting equipment, 10 percent; use of nitrogen and phosphorus, 10 percent.

One of the advantages in the fallow system is the release and accumulation of nitrate nitrogen which greatly reduces the need for supplemental fertilizers (Olson et al., 1953). The use of nitrogen fertilizers can substantially reduce the yield advantage of fallow vs. annual cropping systems as shown in Table 2. However, in terms of W.U.E. and the economics of producing cereals in this region, the fallow-crop system still holds the advantages.

It is estimated that a fallow-crop rotation needs only to produce 170% of the annual cropping system to be economically equal in terms of profit margin. In regions with less than 500 mm annual precipitation, the yield difference under a well-managed fallow system is usually greater than 170% of the annual cropping system.

Another important factor to be considered is the stability of a cropping system. Small, poor farmers cannot afford a crop failure. Smika (1970), in a study comparing 27 years (1940-1967) of fallow-wheat under semi-arid conditions, showed the fallow system did not have a crop failure, whereas continuous wheat failed more than 30% of the time. The average W.U.E. was 80% greater for the fallow system when the annual precipitation was between 246 and 430 mm. At least 580 mm of annual precipitation was required before annual wheat with nitrogen fertilizer used water as efficiently as fallow-wheat without added nitrogen.

Smika (1970) also showed that in this semi-arid region, average fallow-wheat yields without added nitrogen were 2.6 times greater than annual

wheat yields with nitrogen. He concluded from this long term study that, in all aspects, the fallow winter wheat cropping system was much superior to an annual winter wheat cropping system and was necessary for stable winter wheat production under semi-arid conditions in the Great Plains of the United States.

Advantages and Disadvantages of Fallow

The advantages and disadvantages of fallow vs. annual cereals in the United States may not always apply to other wheat-growing areas of the world. In areas with relatively mild winters and long periods of high temperatures during the spring and summer, it may not respond as readily as described above. In the spring wheat-growing areas of the Northern Great Plains of the United States, the fallow system does not show as great an advantage. For example, the winter wheat fallow period is only 14 months, the stubble is upright during the single winter and by the next spring, rains tend to keep fallow fields from wind-eroding, although some water erosion may occur. For spring wheat, however, the fallow period is 18-21 months, with two winters and little or no soil protection during the second winter. It is during the second winter and spring of fallow that the erosion potential of spring wheat reaches its maximum.

The advantages of winter wheat fallow are: (a) increases soil water storage; (b) has a stabilizing influence on grain yields; (c) increases W.U.E.; (d) releases nutrients (especially nitrogen) by mineralization, requires less fertilizer; (e) allows for more timely cultivation; (f) fewer field operations per unit of grain produced; and (g) allows a higher net profit per unit area.

Disadvantages include: (a) may enhance erosion; (b) tends to deplete organic matter and reduce overall fertility level; (c) may intensify leaching of some nutrients below root zone (only in higher rainfall sites).

The advantages far outweigh the disadvantages in areas where fallow for winter wheat production is used properly.

Soil Management for Moisture Conservation

Even though fallow-crop rotations have been used in the Middle East region since ancient times, the grain yields in many areas are well below the potential. The adoption of a particular cropping system, whether it be an annual or fallow-crop rotation, does not guarantee success. The conservation of soil moisture requires close attention to management of the land from harvest to harvest. The traditional use of fallow land as "weedy" pasture during the non-crop period is widespread. The value of the crop aftermath, volunteer cereals and weeds as forage for animals is difficult to assess. However, if the farmer's goal is increased grain production, then changes in the traditional use of the fallow are required.

In the Anatolian Plateau of Turkey, soil management trials during the fallow conducted during the past decade (Bolton, 1973; Hepworth, et al. 1975; Guler, et al. 1978) have shown it is possible to substantially increase yields of winter cereals by improved methods. The trials included several types of implements such as moldboard plow, disk plow, sweep-chisel

plow for initial tillage, and sweep plow and harrow and rodweeders for secondary tillage operations. None of the particular tillage implement combinations showed an advantage in yield over another when used in a proper and timely manner. However, those implements which leave most of the crop aftermath on the soil surface reduced wind and water erosion hazards. The main effect on grain yields as compared to farmers' fields, was the timeliness of tillage operations, particularly initial spring tillage, weed control, and seedbed preparation.

In adaptive research trials conducted on farmers' fields at several locations for 4 years, the grain yields were 80 to 90% higher than the adjacent fields. The methods used in adaptive research trials were not radically different from the former methods with regard to implement used or number of tillage operations, except in time and manner of operations. This fact led to relatively rapid adoption of the improved tillage methods.

Improved soil management that increases soil water storage and reduces evaporation will not of itself increase grain yields. If not followed by good crop management techniques, the advantage of increased moisture supplies is often lost. In the trials mentioned above, the best available information gained from crop management trials was used to make maximum use of the moisture supply.

Crop Management and Water Use Efficiency

Yield potential in dryland areas is limited by the moisture supply, but the actual yield level obtained is limited by the production techniques. Yield levels in the dryland cereal regions of the world in both the developed and developing nations can be substantially increased if more efficient use is made of the admittedly limited moisture supply. Some of the more critical crop management factors that affect the efficient use of limited moisture supplies are: (1) Weed control; (2) stand establishment; (3) plant nutrient-moisture balance; (4) adapted varieties; (5) plant populations and spacings.

Weed Control and Water Use Efficiency

Although control of weeds is not directly related to management factors affecting water use efficiency of the crop plant, such as variety, stand establishment, and moisture-fertilizer balance, it certainly has an important role in water availability. Any living organism that uses water (and all do!) and under conditions of limited moisture supply, will reduce the economic yield in direct proportion to the amount of water used. Under adequate moisture levels or irrigation where water is not the major factor limiting the yield potential, some weeds may be tolerated without loss of economic yield.

Generally speaking, the more limited the moisture supply, the more critical adequate weed control becomes. Hepworth et al. (1975) has shown that even under poor soil and crop management, timely chemical weed control resulted in large yield increases. With improved crop management and good weed control practices, the increase in grain yield averaged about 33 percent (Figure 1).

Weed control alone increased the grain yields about 64%, but at a yield of only 1.54 MT/ha at a low level of management. Under good soil and crop management, a certain amount of cultural weed control is achieved so that the addition of chemical control during the crop growth period did not show as great a yield increase. However, in total yield, increases from weed control under improved management averaged 0.8 MT/ha as compared to about 0.5 MT/ha yield increases under poor management.

Stand Established and Water Use Efficiency

The term "stand establishment" is used in this paper in preference to the commonly used terms such as seeding date, planting date, or date-of-seeding. These latter terms describe the actual time the seeds are placed in the soil, but do not necessarily insure that the following events result in an established stand. Too often a date-of-seeding trial is presented in the literature with no reference to time of emergence, crown root development or the appearance of tillers. All the above events must occur before one can accurately state that a stand has been established.

Time of Stand Establishment

In dryland cereal-producing areas with a winter precipitation pattern, optimum time of stand establishment may have a considerable effect on water use efficiency (in relation to economic yield) by ensuring that the growth of the crop is adjusted to the available soil moisture. The data in Figure 2, which are averages of many trials over a period of years, show the optimum range for stand establishment in eastern Oregon. A number of the early trials reviewed showed no differences in yield because of planting date. Closer inspection of the data showed that in many cases the seeds were placed in dry soil for several dates before a significant amount of precipitation occurred. In these cases, the date of seeding may have differed by 2 to 4 weeks but the time of emergence was the same. Since the introduction of deep-furrow drills and the placement of seeds into moist soil from the previous fallow, the data have been more consistent and represented different dates of emergence.

Long-term observations (Bolton, 1976, unpublished data) of precipitation in relation to grain yields at 3 locations in the Pacific Northwest, have shown that whenever significant rainfall occurred during the period of optimum stand, established (September 15 - October 15) grain yields were significantly higher. This apparently was the result of adequate soil moisture for emergence and subsequent plant development before low winter temperatures occurred. As soil moisture conservation practices improved and deep-furrow drills were introduced, the seeding into residual moisture became a standard practice. However, there are still seasons when the moisture level for seeding is at too great a depth even for the deep-furrow drill. Often, the time of seeding is delayed beyond the optimum range, waiting for adequate rainfall. In most instances, this results in reduced yields because the plants are not adequately developed before cold weather begins. Pehlivanturk (1975) showed that time from emergence (after adequate moisture was present) to crown root development and tillering was greatly increased after soil temperatures reached a certain range. A critical soil temperature-plant development situation occurs when the mean soil temperature reaches a certain level. This study indicated that when

the mean soil temperature at seeding depth dropped below 10 C, the length of time for seedling development of crown roots and/or tillers was dramatically increased. The number of days from emergence to tillering were 28, 51, and 125 from October 1, October 15, and November 1, respectively. The mean soil temperatures at seeding depth for these planting dates were 16, 9, and 5 C, respectively.

Seeding into dry soil is risky and presents problems with crusting after rains and sometimes weed control. However, reductions in yield and late stand establishment are well documented and consistent. The risk in reduced yields from crusting or weeds is not predictable. It would seem that timely seeding under dry soil conditions outweigh any advantages in waiting for adequate moisture to wet the seed zone.

Moisture-Fertilizer Balance and Water Use Efficiency

In areas of limited precipitation, a balance nutrient supply enables the crop to make more efficient use of the available moisture supply (Arnon, 1975, 1972; Olson, et al., 1964). The recommended use of fertilizers is the most economical way of increasing crop water use efficiency (Viets, 1962, 1967, 1971, 1972). It has been demonstrated that a nutrient deficient plant, even though it is not growing or growing slowly, is using water at about the same rate as a nutritionally balanced plant, yet will produce considerably less yield (Asana, 1962; Aspinall et al., 1964; Brown, 1972; Leggett, 1959). Some recent information by Aktan (1976) has confirmed these findings and indicates that different levels of soil moisture at seeding require different levels of applied nitrogen to balance the moisture-nitrogen supply for maximum water use efficiency. An example of this study is shown in Figure 3. These data show that water use efficiency can be decreased markedly by both a deficiency or an over-supply of nitrogen. It is also shown that a barley crop uses both water and nitrogen more efficiently than wheat, at least in this region.

The highly variable moisture conditions that are typical of dryland regions require that fertilizer requirements be tailored to the prevailing moisture supply if the best efficient use of water is to be accomplished. In addition, different soil management methods, such as bare fallow, stubble mulch minimum tillage or no-till (chemical fallow) systems may require different levels of nitrogen to reference the proper moisture-fertilizer balance (Brown et al., 1960; Greb et al., 1967; Koehler et al., 1967; Oveson and Appleby, 1971). The amount of plant residues left on the soil surface or mixed in the upper few centimeters can have a large influence on the amount of nitrogen available to the crop plant (Leggett et al., 1974; Smika et al., 1969; Smika 1970). Generally, the more surface residues present, the more nitrogen is required to balance fertilizer needs with the moisture supply.

Even though nitrogenous fertilizers receive the major emphasis, other fertilizer elements play an important role in increasing the water use efficiency. Phosphorous, potassium, sulphur, and the other minor elements required for plant growth and development, must be present in the proper available amounts or yield levels are reduced (Brown et al., 1960; Brown, 1972; Gardner, 1964). These other fertilizer elements are not as dependent on the moisture supply as is nitrogen, but unless present in the proper

available form and amount, will have a profound effect on the water use efficiency.

Adapted Varieties for Dryland Cereal Production

A key element in increasing the W.U.E., thereby increasing economic yield, is the use of the best adapted variety which is presently available. All cereal breeding programs have similar goals, i.e., increasing yield potential and quality, maintaining resistance to pest (insects and diseases), lodging, shattering, and other agronomic characters. Resistance or tolerance to drought and heat is sometimes included among the breeding goals, but is much more difficult to select for.

The selection for varieties with high yielding potential and resistance to the prevalent crop pests has been very successful in the past two decades. In many cases, the potential for yield under adequate moisture levels greatly exceeds the moisture availability in the dryland cereal regions. Many of the varieties with high-yielding potential under adequate moisture levels have also produced higher yields under limited moisture conditions. Breeders have long recognized that selection for drought tolerance or heat resistance is extremely difficult because there are no suitable selection criteria available. Selection in early generation material under dryland conditions is very risky because of the extreme variability from season to season (Hurd, 1971). As a consequence, many breeders have resorted to testing larger numbers of later generation lines in the dryland areas, hoping to isolate types that are better adapted to drought conditions. This approach has been generally quite successful in the Pacific Northwest of the United States.

An example of the progress made in varietal improvement for dryland conditions is shown in Table 3 and Figure 4. These data represent grain yields from standard variety trials grown under a fallow-crop rotation in which the variety Kharkof was present as the long-term check variety. The trials were conducted on the Lind Dryland Research Unit, Lind, Washington, and the Columbia Basin Agricultural Research Center, where the annual rainfall averages about 240 and 400 mm, respectively. A standard meteorological station is located at each experimental site. Since improved varieties are constantly changing over a period of years, the grain yields represent those varieties which were the most widely grown commercially during each period of time. For example, at Lind, Washington, during the period 1931 to 1952, the varieties grown commercially in this region were Turkey, Rio, Rex, and Elgin. During the period 1953 to 1974, the most widely grown varieties were Omar, Moro, Gaines, and Nugaines.

At the Lind site, the increase in W.U.E. for grain yield averaged about 99% for the past 22 years when compared to the previous 22-year period. This increase can be separated into three categories: (1) Increase from improved varieties (17%); (2) increase from improved soil and crop management (69%); and (3) the increase from the interaction of improved varieties and improved soil and crop management (13%). This region is the lowest rainfall region for cereal production in the United States. The value of improved varieties does not show as great an influence on grain yields as improved crop management, when considered alone. However, when the influence of improved varieties is added to improved crop management

(17% + 13%), an overall increase of 30% in W.U.E. is achieved. In the more arid cereal-producing regions, it appears that crop management plays a more dominant role than improved varieties. However, to gain maximum benefit, both elements must be incorporated in the production system.

As the precipitation increases, the roles of improved varieties and improved crop management shift in emphasis as shown by the data in Table 3 and Figure 4 for the Pendleton location. The increase in W.U.E. from improved varieties is almost twice (32% vs. 17%) that shown for the Lind location. In addition, the effect of improved crop management is less than half (69% vs. 28%) that of the lower rainfall zone at Lind. This indicates that varietal improvement plays a larger role in W.U.E. under more favorable climatic conditions. The interaction between improved varieties and improved crop management shows about a 9% increase in W.U.E. as compared to a 13% increase in W.U.E. at the Lind location.

The overall W.U.E. in terms of grain produced per unit volume of water received was about the same for both locations, i.e., 5.20 and 5.16 kg/ha-mm for Pendleton and Lind, respectively. This indicates that both locations are producing at about the same level of W.U.E. but at different yield levels because of the large difference in precipitation. The advantage of using the best adapted varieties for maximum W.U.W. and increased grain yield level is clearly indicated in these data.

Plant Population and Stand Establishment

The optimum number of plants per unit area to obtain maximum economic production varies widely in different environments. Under well-watered or irrigated conditions, the plant population per unit area above a certain minimum number seems to have little or no effect on the subsequent yield (Donald, 1963). With limited moisture conditions, the plant population and distribution can exhibit substantial influence on the water use efficiency and subsequent grain yield (Harper, 1961).

In cereal crops, adjustments in plant populations and distribution, because of the methods of seeding and nature of the crops, must be made either within rows or between rows. Increasing the distance between plants within the rows and reducing the distance between rows to achieve a more uniform distribution over a unit area may defeat its purpose under limited moisture conditions. Brown and Shrader (1959) showed that plants with little competition in the seedling stage tend to produce excessive vegetative growth and deplete soil moisture that could be used for grain production at a later date. Larson and Willis (1957) concluded that to gain maximum benefit of a limited moisture, the intra-row population should be at a level great enough to provide adequate competition in seedling stages to prevent excessive growth and moisture use and that the inter-row spaces be adjusted to fit the moisture supply. This proposal is generally contrary to the usual practice in many dryland areas of the world, including both developed and developing countries. Seeding rates and row spacings have been traditionally used for two purposes which are not actually related to the best plant population for maximum yield. (1) Seeding rates within the row are usually greater than necessary to provide ground cover for wind and water erosion control. (2) Close row spacings are often preferred to provide greater competition for weeds that may grow between the rows.

These concepts may have been partially successful in their purposes, but undoubtedly contribute to reduced grain yields in many seasons. The work of Arnon (1972) and Arnon and Blum (1964) suggests that better use of a limited moisture supply is possible with more careful attention to the plant population and distribution in dryland regions.

Many studies conducted in several different dryland regions of the world have shown that seeding rates can be reduced and row spacings increased without reducing, and many times increasing, grain yields (Alessi et al., 1971; Bolton, 1973; Buler, 1975; Wilson, 1969). Reasons for not using more carefully adjusted seeding rates and row spacings are many and varied but none seem to be related to more efficient use of moisture. There is considerable evidence that varieties differ in their response to seeding rates and row spacing in different climatic zones (Gluer, 1975). He found that some varieties had different optimum plant population numbers at each location, while other varieties responded about the same at a given seeding rate over several locations.

Summary

To optimize the use of water and nitrogen under rainfed conditions with a limited moisture supply, primary attention must be given to the efficient use of water. This may be accomplished in two ways: (1) Increase the supply available by storing the maximum amount in the soil profile by improved tillage and moisture conservation practices, (2) make maximum efficient use of the stored water and subsequent precipitation through improved crop management practices.

As the water use efficiency increases, the response to nitrogen fertilizers will improve and be reflected in higher crop yields. Variation in seasonal precipitation typical of semi-arid, rainfed regions requires that fertilizer applications be based on current moisture supplies rather than long-term averages.

Rainfed crop production has been most successful when the "package of practices" approach has been used. This means that the best combinations of tillage for moisture conservation and seedbed preparation, selection of adapted varieties, optimum planting and rates and dates, fertilizers applied at the proper rates and times in relation to moisture supplies, timely weed control in both fallow and crop seasons and harvesting methods are used. The timing and application of the various components of the package is very important and may vary from one locality to another. The proper package of practices must be determined by extensive, applied field research conducted over relatively long periods of time. Each element in the production package must be done in the right sequence or the advantage of other elements is often lost. For example, if an improved variety is introduced without the addition of weed control or fertilizers or better seedbed preparation, oftentimes the old, local variety will still yield as well or better. If fertilizers are introduced as an improved practice and weeds left uncontrolled, the weeds may respond more to the increased fertility level than the crop, and may in some cases actually reduce yields. If improved initial tillage practices are introduced, but secondary tillage for weed control and seedbed preparation are neglected, the end result may be worse then the traditional method.

REFERENCES

Aktan, Selman. 1976. Nitrate-nitrogen accumulation and distribution in the soil profile during a fallow grain rotation as influenced by different levels of soil profile moisture. M.S. Thesis, Oregon State University, Corvallis.

Alessi, J. and J.F. Power. 1971. Influences of method of seeding and moisture on winter wheat survival and yield. Agron. J. 63:81-83.

Arnon, I. 1975. Physiological principles of dryland crop production, pp. 3-145. In: Physiological Aspects of Dryland Farming, GUPTA, U.S. (ed.), Oxford & IBH, New Delhi.

Arnon, I. 1972. "Crop Production in Dry Regions" (2 vols.), Leonard Hill, London.

Arnon, I. and A. Blum. 1964. Response of hybrid and self-pollinated sorghum varieties to moisture regime and intra-row competition. Israel J. Agric. Res. 14:45-53.

Asana, R.D. 1962. Analysis of drought resistance in wheat. Arid Zone Res. 16:182-190.

Aspinall, D., P.B. Nicholls and C.H. May. 1964. The effect of soil moisture stress on the growth of barley. I. Vegetative development and grain yield. Aust. J. Agric. Res. 15:729

Bolton, F.E. 1973. Soil and crop management research at the Wheat Research and Training Center: October 1970 to August 1973, Ankara, Turkey. Termination Report to Rockefeller Foundation and Oregon State University under RF-OSU (RF70011).

Brown, D.A, G.A. Placeand J.V. Pettiet. 1960. The effect of soil moisture upon cation exchange in soils and nutrient uptake by plants. Trans. 7th Int. Congr. Soil Sci. 3:443-449.

Brown, P.L. 1972. Water use and soil water depletion by dryland wheat as affected by nitrogen fertilization. Ibid. 63:43-46.

Donald, C.M. 1963. Competition among crop and pasture plants. Adv. Agron. 15:1-118.

Gardner, W.H. 1964. Research for more efficient water use: soil physics, pp. 85-94. In: Research on Water, Soil Sci. Soc. Am., Madison, Wisconsin

Greb, B.W., D.E. Smika, N.P. Woodruff, and C.J. Whitfield. 1974. Chapter 4 - Summer fallow in the Central Great Plains. In: summer fallow in the Western United States. Cons. Res. Rept. No. 17, ARS-USDA, April 1974.

Greb, B.W., D.E. Smika, and A.L. Black. 1967. Effect of straw mulch rates on soil water storage during summer fallow in the Great Plains. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 31:556-559.

Güler, M, I. Ünver, M. Pala, N. Durutan, and M. Karca. 1978. Orta Anadolu'da 1972-1977. Nadas Toprak Hazirliği ve Bugdam Yetiştirme Tekniği Araştirmalari. Ankara 1978.

Güler, Mengu. 1975. Yield and other agronomic characters of winter wheat as affected by five seeding rates and three different environmental conditions. M.S. Thesis, Oregon State University, Corvallis.

Haas, H.J., W.O. Willis, and J.J. Bond. 1974. Chapter 2. Summer fallow in the Northern Great Plains (spring wheat). In: Summer Fallow in the Western United States. Cons. Res. Rpt. No. 17. ARS-USDA, April 1974.

Harper, J.L. 1961. Approaches to the study of plant competition. In: Mechanism in Biological Competition, pp. 1-39. Milthorpe, F.L. (ed.), 15th Symp. Soc. Exp. Biol.

Hepworth, H.M., T.G. Zinn, and W.L. Andersen. 1975. Improved techniques for dryland mean -- more wheat from fallow farming. 2nd Ed. USAID/Oregon State University Team. Ankara, Turkey. 112 p.

Hurd, E.A. 1971. Can we breed for drought resistance? pp. 77-88. In: Drought Injury and Resistance in Crops. CSSA Special Publ. No. 2, Madison, Wisconsin.

Koehler, F.E. and D.L. Guettinger. 1967. Moisture-nitrogen relationships for wheat production in Eastern Washington. Proc. 18th Annual Pacific Northwest Fertilizer Conf., Twin Falls, Idaho. pp. 93-94.

Larson, W.E. and W.O. Willis. 1957. Light, soil temperature, soil moisture and alfalfa red clover distribution between corn rows of various spacings and row directions. Agron. J. 49:422-426.

Leggett, G.E., R.E. Ramig, L.C. Johnson, and T.W. Masse. 1974. Summer fallow in the Western United States. U.S. Dept. Agr., Agr. Res. Serv, Conserv. Res. Rpt. 17:111-135.

_____. 1959. Relationships between wheat yield, available moisture and available nitrogen in Eastern Washington dryland areas. Washington Agr. Exp. Sta. Bull. 609.

Olson, R.A., C.A. Thompson, P.E. Grabouski, K.D. Stukenholtz, K.D. Frank, and A.F. Dreier. 1964. Water requirement of grain crops as modified by fertilizer use. Agron. J. 56:427-432.

Olson, R.A. and H.T. Rhoades. 1953. Commercial fertilizer for winter wheat in relation to the properties of Nebraska soils. Nebr. Agr. Exp. Sta. Bul. 172.

Oveson, M.M. and A.P. Appleby. 1971. Influence of tillage management in a stubble mulch fallow-winter wheat rotation with herbicide weed control. Agron. J. 63:19-20.

Pehlivanturk, Alpaslan. 1976. Effect of soil temperature, seeding date, and straw mulch of plant development and grain yield of two winter wheat and two winter barley cultivars. M.S. Thesis, Oregon State University, Corvallis.

Smika, D.E., A.L. Black, and B.W. Greb. 1969. Soil nitrate, soil water, and grain yields in a wheat-fallow rotation in the Great Plains as influenced by straw mulch. Agron. J. 61:785-787.

_____. 1970. Summer fallow for dryland winter wheat in the semi-arid Great Plains. Agron. J. 62:15-17.

Viets, F.G., Jr. 1962. Fertilizers and the efficient use of water. Adv. Agron. 14:223-264.

Viets, F.G., Jr. 1967. Nutrient availability in relation to soil water, pp. 458-467. In: Irrigation of Agricultural Lands, Hagan, R.M., R.H. Haise, and T.W. Edminster (eds), Agron. Series. Am. Soc. Agron., Madison, Wisconsin.

Viets, F.G., Jr. 1971. Effective drought control for successful dryland agriculture. In: Drought Injury and Resistance in Crop Plants. CSSA Spec. Pub. No. 2, pp. 57-75.

Viets, F.G., Jr. 1972. Water deficits and nutrient availability, pp. 217-239. In: Water Deficits and Plant Growth, Vol. III. Kozlowski, T.T. (ed.), Academic Press, New York.

Table 1. Water Use Efficiency

Yield and water-use efficiency of winter wheat grown continuously and after fallow at three locations in the Central Great Plains and in a fallow-crop rotation at three locations in the Pacific Northwest

Location	Average annual precipitation (mm)	Continuous wheat (kg/ha)	Fallow-wheat (kg/ha)	W.U.E.[1] Continuous wheat (kg/ha/mm)	W.U.E.[1] Fallow-wheat (kg/ha/mm)
Akron, Colorado					
60-yr average	419	498	1426	1.2	1.7
1951-70	377	549	1818	1.5	2.4
Colby, Kansas					
49-yr average	470	626	1318	1.3	1.4
1941-63	512	731	1673	1.4	1.6
North Platte, Nebraska					
56-yr average	495	834	2146	1.7	2.2
1951-67	505	684	2747	1.4	2.7
Pendleton, Oregon					
46-yr average	404	1259	3590	3.1	4.4
1954-76	403	--[2]	4270	--	5.3
Moro, Oregon					
65-yr average	290	781	2006	2.7	3.5
1954-76	283	--	2410	--	4.3
Lind, Washington					
55-yr average	241	875	1760	3.6	3.7
1954-76	235	--	2450	--	5.2

[1] W.U.E. on a harvest-to-harvest precipitation basis.

[2] Data not available.

Table 2. Grain yields of winter wheat grown in fallow-crop or annual rotation, with and without nitrogen fertilizer in the Central Great Plains and the Pacific Northwest of the United States

Location	Annual precipitation (mm)	Nitrogen Applied[1] (kg/ha)	Grain Yield		Percent yield Fallow vs Annual (%)
			Fallow-wheat (kg/ha)	Annual wheat (kg/ha)	
Central Great Plains					
Northeast Colorado	457	0	1886	741	254
1956-70		45	1818	1145	159
Northwest Nebraska					
1956-70	445	0	1886	875	216
		45	2222	1347	165
Pacific Northwest					
Pullman, Washington	516	0	2970	1347	220
1922-45		67	3037	2094	145
Pendleton, Oregon	406	0	2997	815	368
1931-50		67	3219	1710	188
Ritzville, Washington	287	0	1414	741	191
1953-57		22	1616	875	185
Harrington, Washington	295	0	2761	808	342
1953-57		34	3098	1549	200

[1] When nitrogen was applied, the rate reported gave optimum yields.

Table 3. Grain yield, precipitation, and water use efficiency at two locations in the fallow-crop rotation area of the Pacific Northwest

Dates	Span Years	Yield Tons/Ha	Yield (Bu/Ac)	Total Precipitation Mm	Total Precipitation (Inches)	Water Use Efficiency Kg/Ha-Mm	Water Use Efficiency (Bu/Ac-in)
			Lind, Washington				
1922-1974	54						
Kharkov		1.58	(23.5)	477	(18.8)	3.31	(1.25)
Improved variety		1.71	(25.5)	477	(18.8)	3.58	(1.35)
1931-1952	22						
Kharkov		1.35	(20.1)	518	(20.4)	2.60	(0.98)
Improved variety		1.35	(20.1)	518	(20.4)	2.60	(0.98)
1953-1974	22						
Kharkov		2.01	(29.9)	457	(18.0)	4.39	(1.66)
Improved Variety		2.36	(35.1)	457	(18.0)	5.16	(1.95)
			Pendleton, Oregon				
1931-1974	44						
Kharkov		3.03	(42.3)	805	(31.7)	3.76	(1.33)
Improved Variety		3.51	(52.3)	805	(31.7)	4.36	(1.64)
1931-1952	22						
Kharkov		2.53	(37.6)	820	(32.3)	3.08	(1.16)
Improved Variety		2.84	(42.4)	820	(32.3)	3.46	(1.31)
1953-1974	22						
Kharkov		3.15	(47.0)	800	(31.5)	3.93	(1.49)
Improved Variety		4.16	(61.9)	800	(31.5)	5.20	(1.96)

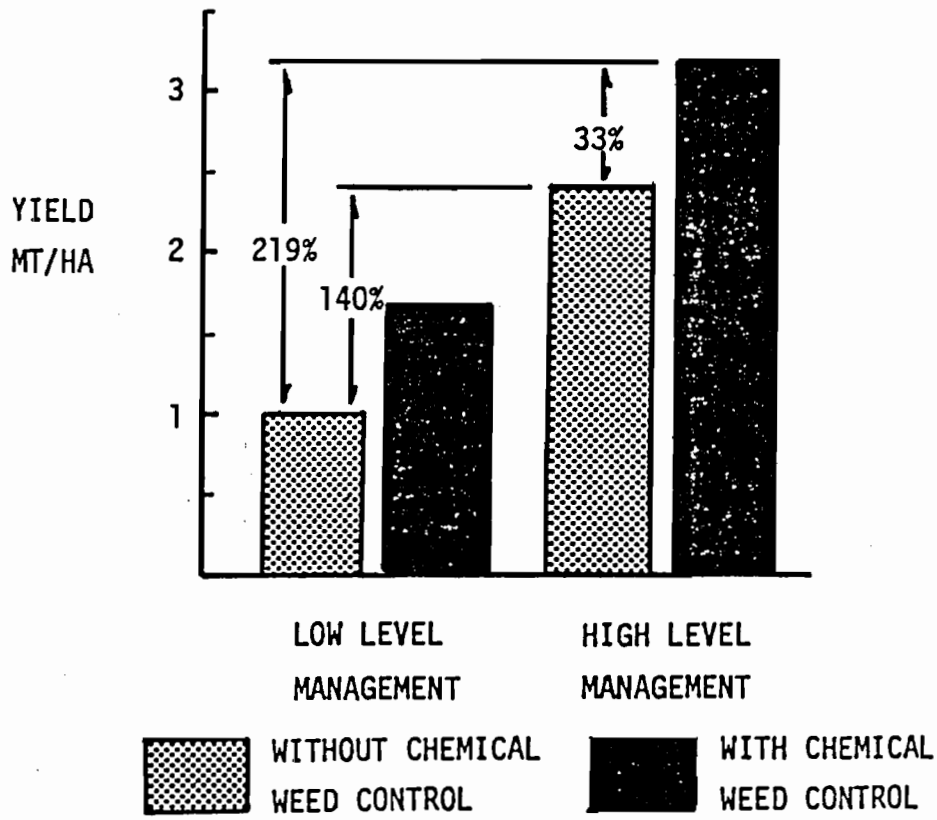


Figure 1. Effect of Weed Control and Management on Yield of Winter Wheat in Turkey, 1974-1975

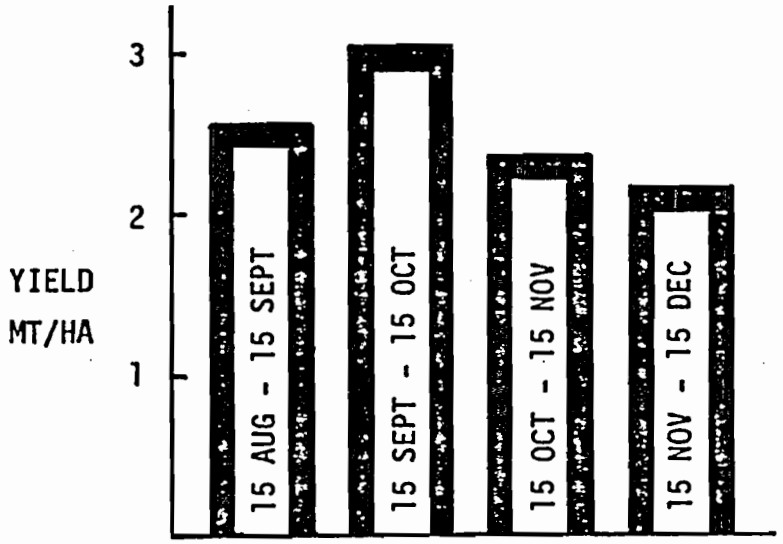


Figure 2. Effect of Stand Establishment and Grain Yield in Eastern Oregon (Long Term Average)

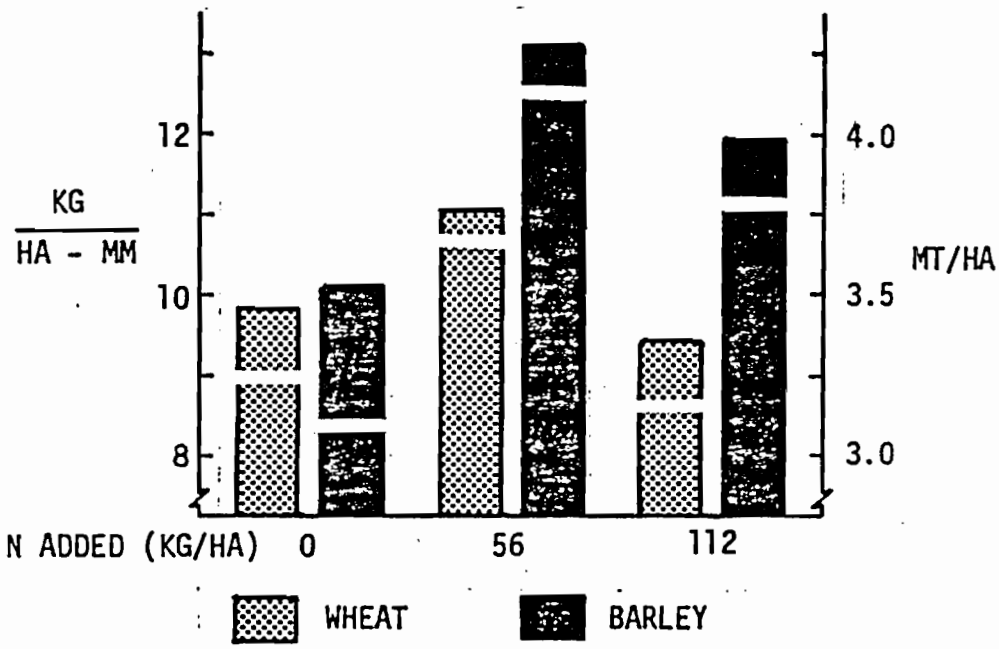
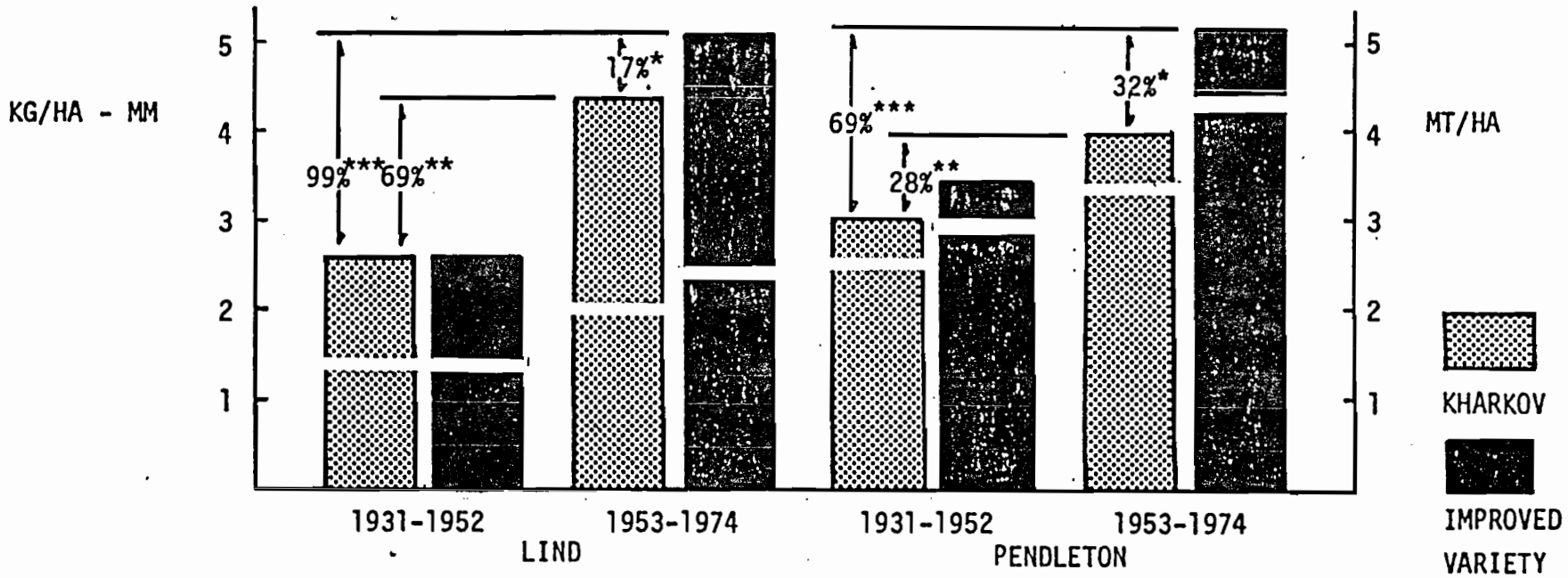


Figure 3. Effect of Nitrogen Fertilizer on W.U.E. and Grain Yield (cross bar) of Winter Wheat and Winter Barley at Moro, Oregon, 1975

Figure 4. Effect of Improved Varieties and Crop Management of Water Use Efficiency and Grain Yield (cross bar) of Winter Wheat in two Locations in the Pacific Northwest



Percent increase due to: *improved varieties; **improved management; ***interaction of improved varieties and management

Kharkov: long-term, standard check variety

Improved Variety: variety most widely grown during the indicated period

WEED CONTROL IN THE PRODUCTION OF WHEAT IN ARGENTINA

A. Bianchi and R. Rossi

In the large Argentinian wheat region there are, of course, ecological differences that, in addition to the peculiar management practices and cropping systems of each location, determine different production activities. Consequently, weed infestation and its incidence also have definite regional characteristics. It is convenient to divide the entire wheat production region into two major areas, the humid pampa region and the semi-arid pampa region, to present an overview of the weed problems.

Humid Pampa Region

This large area, having an annual rainfall average of 700 to 900 mm, is a traditional wheat region practicing continued agriculture. Continuous cropping influences the incidence of some weed species that are difficult to control and thus, the most serious limiting factors for the production of the wheat crop.

Among the most important weed species that commonly appear are: *Poligonum ariculere*, *Polygonum convolvulus*, *Chenopodium album*, shepherd's purse (*Capsella bursa-pastoris*), camomile (*Anthemis cotula*) and viznaga (*Ammi viznaga*).

It is interesting to point out that in this region wild oat (*Aveno fatua*) is becoming increasingly more serious because of its vegetative characteristics. There is need to pay immediate attention to this weed.

Several aspects of weed competition should be considered in wheat production. One of these is the direct yield loss of wheat caused by competition for light, moisture, and nutrition by the weed species. Results of comparative trials between controlled and uncontrolled weeds in wheat plots have shown average losses between 10 and 15 percent.

Another important aspect is the indirect damage caused by the interference with the harvesting operations. Some weed infested fields require additional herbicide treatments before harvest. There is also a reduction in the quality of harvested grain and increased humidity and contamination.

In addition, in the wheat-soybean rotation which is very important and widely utilized, the weeds in the stubble hinder and delay the preparation and planting of the second crop.

In general, the incidence of weeds in wheat has decreased because of the application of selective hormonal herbicides. Use of herbicides has augmented the distribution of the new semi-dwarf varieties.

Semi-arid Pampa Region

This area of approximately 2,300,000 planted hectares includes the region under the supervision of the EERA Anguil and EEA Bordenave. It is in the ecological subregion V South.

The most significant weeds are: quinoa (*Chenopodium album*), annual vine (*Polygonum aviculare*), brunnette (*Rochia scoparia*), russian thistle (*Salsola*

kali) and large areas are also being invaded by wild oats (Avena fatua) and ryegrass (Lolium sp.).

Global figures that may provide the magnitude of the losses caused by weeds at the regional level are not available in most cases. In locations where the farmer does not use the best available technology or where the weed problems are such that this technology is inadequate, the estimated yield reduction oscillates between 30% and 50%. Losses in yield from wild oats are highest when emergence of the oats occurs simultaneously with the wheat crop. The yield decrease may be from 20% to 70% depending on infestation level. This weed is one of the typical cases where the farmer directly and clearly observes the damage produced by competition and the decrease of the product's commercial value.

Research Activities of INTA

There has been a diversity of activities in previous years on the INTA Experimental Stations including topics related to weed control as well as to bioecology.

The trials conducted on different herbicide efficiency have included the evaluation of rates of the chemical, volume of water and application time for the different weed varieties. Within this group, the herbicides for the control of the wild oat (Avena fatua) have received special attention in the semi-arid pampa regions. In the general evaluation of the herbicides, the different application systems have been observed, especially the equipment used for controlled drops.

Studies of the phytotoxicity of the herbicides involved two phases: (a) to determine the period in which hormonal herbicides have no effect on the wheat crop and (b) to establish the susceptibility of the varieties (especially those of Mexican germplasm) to the different products.

In general, the herbicides 2,4-D MCPA, Picloram and Dicamba (the most commonly used) do not affect the crop if they are applied to the wheat plant from the 4-5 leaf stage of the tiller until the first node becomes visible. If application is made out-of-season, deformations in the spike, height decrease and yield loss are observed.

Results of experiments to establish the sensitivity of different wheat varieties showed no affect to crop's development or yield when herbicide applications were made during the tillering period.

Since the wheat-soybean rotation is a general practice in the humid pampa region, the possible residual effects of herbicides applied in one crop on the other have been studied. Most of the research was done to determine the effect of Picloram on soybeans. The results showed that the recommended dose and time of application of Picloram did not affect yield. Other herbicides such as Chlorsulferon are subject to similar studies.

Research is also being conducted on the ecology of weeds, especially on wild oat (Avena fatua), to determine seed longevity and performance, as well as the evaluation of damage at different infestation levels.

At present, new pre-emergence and post-emergence herbicides continue to be evaluated with regards to efficiency of control, application time, phytotoxicity and residue.

Outlines of Future Activities

A review of the present weed problems on crop production and evaluation of available information leads to a consideration of future research on the following subjects:

- Continued surveys to determine the distribution and relative importance of the different weed species throughout the wheat production region.

- Basic studies on the ecophysiology of the weeds and their seeds (evolution of the weed competition in different production systems, determination of the mode of emergence of the species of greatest importance, etc.).

- Continue to evaluate the susceptibility of advanced wheat lines to different herbicides.

- Evaluate new herbicides for efficiency, application volume, pressure, environmental conditions, phytotoxicity and residue.

- Evaluate related management practices of the crop such as: rotations, tilling systems, length of the fallow period, planting systems, fertility and planting density.

The work presented is a summary of the information provided by the following research scientists:

Agr. Ing. Raul Rossi (EERA Pergamino)
Agr. Ing. Jorge Brassesco (EERA Parana)
Agr. Ing. Juan Lopez (EERA Rafaela)
Agr. Ing. Nicasio Rodriguez (EERA Anguil)
Agr. Ing. Ricardo Lopez (EERA Bordenave)
Agr. Ing. Alberto Bianchi (EERA Marcos Juarez)

WEED CONTROL IN CEREAL PRODUCTION IN THE PACIFIC NORTHWEST, U.S.A.

Jean H. Dawson and Arnold P. Appleby

Cereals, especially wheat, are grown in three distinct areas in the Pacific Northwest. These are: (1) the areas near the Pacific coast with mild temperatures, dry summers, and heavy rainfall during the winter, (2) the irrigated interior desert valleys, and (3) the semi-arid interior areas without irrigation. Each area has weeds adapted to the local environment that cause serious problems if not controlled.

The physiology of weed plants is similar to that of crop plants. Both require the same resources from the environment for growth and development. Whenever one or more resources is in limited supply, then weeds deprive the crop plant of an adequate supply. Such competition reduces crop yields. Water, fertilizer elements (principally N), and light are the environmental resources most commonly limited by weed competition. When light is the principal limiting factor (as is often the case in heavily fertilized, irrigated fields), the crop can often tolerate weed competition for several weeks after emergence, because the weeds do not injure the crop plants severely until they are large enough to shade them. In contrast, permanent effects can begin early when water or N is limiting, as would commonly be the case in non-irrigated cereal production in semi-arid areas.

In addition, some weeds can harm crop plants directly through the production and release of chemical substances that inhibit the crop plants. This process is called allelopathy. Weeds must be controlled to prevent crop loss from competition and allelopathy as well as to prevent other secondary problems, such as reduction in quality of the harvested crop from contamination by weeds, and interference with the harvesting operation.

There are at least four major methods of controlling weeds in small grains. An integrated weed management system (IWMS) that applies more than one of these methods is usually better than relying on a single control method.

1. Mechanical weed control. Mechanical tillage that kills emerged weeds before seeding cereals can be an important part of an IWMS. Tillage is the most important means of preparing a good seedbed which favors uniform emergence and growth of the crop and helps the crop plants compete with weeds. Sometimes tillage can be delayed to give weeds time to emerge; then they are killed by tillage just before the crop is planted. It is important that the crop be planted as soon as seedbed preparation tillage is completed. Otherwise, weed seed will begin to germinate before the crop seed, and weed seedlings will emerge early and gain a competitive advantage over the crop.

Mechanical weed control is also important after harvest. During the favorable growing conditions after harvest and before cold weather comes, weeds can be killed very effectively by tillage. Tillage is also important during a year of summer fallow when all plant growth is prevented so that water from rainfall can accumulate for the next year's crop without being wasted by weeds.

2. Cultural control. In general, any cultural practice that favors vigorous growth and uniform stand of the crop helps to control weeds because the crop is better able to compete with weeds. Occasionally weeds respond more than the crop plants to improved environmental conditions resulting from certain cultural practices. Table 1 illustrates a situation where N fertilizer favored the weed (*Lolium multiflorum*) more than the crop.

Table 1
Interaction between control of *Lolium multiflorum* and N fertilizer on the yield of wheat

N level (kg/ha)	Wheat Yield: Weeds Controlled (kg/ha)	Wheat Yield: Weedy	Yield Reduction from Weed Competition (%)
0	4860	4860	0
40	6100	5010	8
80	6530	5300	19
120	6680	4860	28

Weed competition did not reduce wheat yield when N was lacking. Applying N increased wheat yields only when weeds were controlled. Without weed control, the increased N stimulated competitive weed growth so that wheat yields remained about the same. In another situation (Table 2), application of N fertilizer actually reduced wheat yields when *Lolium* was not controlled. The greater competitive ability of a tall cultivar compared to a shorter one was also evident.

Table 2
Competitive effect of *Lolium multiflorum* on yield of two winter wheat cultivars at three nitrogen levels

Cultivar	N Level (kg/ha)	Wheat Yield: Weeds Controlled (kg/ha)	Wheat Yield: Weedy	Yield Reduction from Weed Competition (%)
NUGAINES (semi-dwarf)	50	3070	1920	38
	100	3570	2000	44
	150	3450	1720	50
DRUCHAMP (tall)	50	3680	2960	19
	100	3990	3180	20
	150	4150	2840	32

In an effective IWMS, all the benefits of good cultural practices aid the crop plants rather than the weeds, because weeds are controlled.

One of the most effective methods of cultural weed control is crop rotation. By rotating from an autumn-sown crop to one planted in the spring, the life cycles of many weeds are interrupted. Furthermore, crop rotation favors rotation of herbicides as well, which helps maintain control pressure against all weed species in the area. Crop rotation is especially helpful in suppressing Bromus tectorum and in preventing the selection of herbicide-tolerant weed biotypes.

3. Manual control. In countries where labor is plentiful and the weeds can be used for food or livestock feed, it can be practical to hand weed cereals. Cereals are not hand weeded in the Pacific Northwest, except that rye (Secale cereale) is removed from wheat by hand. Because rye reduces the value of wheat, scattered rye plants are commonly removed by hand to prevent contamination of the harvested wheat by rye seeds.

4. Chemical control. There are at least 48 herbicides registered in the world for selective control of weeds in small grains (Table 3). Not all of these are used in the Pacific Northwest, but it is evident that many chemicals are available for controlling weeds in cereals. Appropriate herbicides can be combined with other weed control methods to make an effective IWMS for most small grain production situations.

Table 3
Herbicides registered for use on wheat or barley someplace in the world

1. barban	17. dinoterb	33. metoxuron
2. benazolin	18. dinoseb acetate	34. metribuzin
3. benzoylprop ethyl	19. diuron	35. monolinuron
4. bromofenoxim	20. flamprop isopropyl	36. neburon
5. bromoxynil	21. l-flamprop isopropyl	37. paraquat
6. chlorbromuron	22. flamprop methyl	38. phenothiol
7. chlorfenprop methyl	23. ioxynil	39. picloram
8. chlortoluron	24. isomethiozin	40. propanil
9. clofop isobutyl	25. isoproturon	41. terbuthylazine
10. cyanazine	26. lenacil	42. terbutryn
11. diallate	27. linuron	43. triallate
12. dicamba	28. MCPA	44. trifluralin
13. dichlorprop	29. MCPB	45. trimeturon
14. diclofop methyl	30. mecoprop	46. 2,4-D
15. difenzoquat	31. methabenzthiazuron	47. 2,4,5-T
16. dinoseb	32. methaprotryne	48. 2,4-DB

Two new herbicides have been tested extensively in the Pacific Northwest, and farmers are now using them successfully on a commercial basis. They have potential throughout the world. One of these is diclofop-methyl (trade-name Hoelon, Hoegrass, or Iloxan). This herbicide is effective against certain grass weeds such as Avena fatua, Lolium spp., Phlaris minor, Echinochloa crus-galli, and Setaria spp.. Diclofop is extremely useful in western Oregon where Avena and Lolium are abundant. In 21 experiments in Western Oregon from 1975 to 1979, applications of diclofop-methyl increased yields an average of 2,500 kg/ha (Table 4).

Table 4
Influence of diclofop-methyl applications
on winter wheat yields
at 21 locations in western Oregon

Year	Number of Location	Average Wheat Yield	
		Diclofop	Untreated Check
		(kg/ha)	
1975	6	6500	3400
1976	4	6100	2500
1977	4	5200	3000
1978	3	4000	2500
1979	4	8500	7100
Average =		6200	3700

A newer herbicide has been under test for several years. This is chlorsulfuron (DPX 4189, trade-name Glean), which is highly effective against many broadleaf weeds at very low dosages (15 to 35 g/ha). The herbicide also will inhibit several small annual grass weeds such as Lolium. Chlorsulforon is moderately persistent in soil. Certain crops such as sugarbeets are especially sensitive to chlorsulfuron and may be injured if grown in rotation with chlorsulfuron-treated crops. Chlorsulfuron is more persistent in soils with a pH of 7.5 or higher than in more acid soils. Fortunately, alkaline soils tend to be those of semi-arid areas where wheat is not rotated with sensitive crops. Chlorsulfuron fits in well in areas with a two-year rotation of wheat or barley and summer fallow.

Following are examples of several important weed problems in wheat in the Pacific Northwest and herbicides used for their control.

Broadleaf weeds. For many important broadleaf weeds in all areas of production, 2,4-D or MCPA remains the standard herbicide. 2,4-D cannot be applied safely until the wheat has formed several tillers and must not be applied from the time the ligule of the last leaf is visible (just before the boot stage) until the soft dough stage. Application at the soft dough stage or later can knock down weeds to facilitate harvest. MCPA injures wheat somewhat less than 2,4-D does and can therefore be applied somewhat earlier than 2,4-D. MCPA is less potent that 2,4-D on certain weeds, including members of the Boraginaceae family.

Dicamba (trade-name Banvel) controls some important broadleaf weeds that 2,4-D or MCPA do not control, such as members of the Polygonaceae. Proper timing of application is critical for crop safety. Dicamba can be mixed with 2,4-D or MCPA to broaden the spectrum of species controlled.

Bromorynil (trade-name Brominal and Buctril) controls many broadleaf weeds including several that are resistant to 2,4-D, such as Amsinckia, Lithospermum, and Polygonum. Bromoxymil can be applied earlier than 2,4-D without injuring the crop. This is valuable because weeds can be treated when they are small and easy to kill and before they have had time to compete appreciably with the crop. Bromoxynil is often mixed with MCPA.

Chlorsulfuron (trade-name Glean) is the newest herbicide applied postemergence in wheat and barley. It controls many species of broadleaf weed when applied to small seedlings.

Dinoseb amine (trade-name Premerge 3) applied when wheat has 3 to 6 leaves, controls many broadleaf weeds, especially those with wide, soft leaves growing under moist conditions.

Several herbicides that are active both through the soil and through the foliage of seedling weeds can be applied to control broadleaf weeds under certain conditions. These include diuron (trade-name Karmex), metribuzin (trade-name Lexone and Sericor), and terbutryn (trade-name Igran).

Avena fatua. Several herbicides are available to help combat this extremely competitive annual grass. Some are applied to the soil before the weeds or the crop plants emerge, while others are applied postemergence.

Triallate (trade-name Far-Go) is incorporated into the surface 2 to 4 cm of soil immediately after seeding the wheat at a depth of 5 to 8 cm.

Barban (trade-name Carbyne), defenzoquat (trade-name Avenge), and diclofop (trade-name Hoelon) are applied postemergence to wild oats. Each must be applied during a rather restrictive stage of growth of the wild oat for effective control.

Bromus tectorum. This extremely competitive and adaptable winter annual grass is the major weed problem in much of the semi-arid area. Crop rotation is very important for preventing a serious B. tectorum problem. Certain herbicides are also useful.

Paraquat (trade-names Gramoxone, Ortho Paraquat) and glyphosate (trade-name Roundup) can be applied if B. tectorum emerges before the crop. Careful timing is critical because emerged wheat seedlings would be injured. (A very low rate of paraquat (0.16 kg/ha) is semi-selective in wheat and can be applied as a salvage treatment if B. tectorum has escaped more effective control measures. This treatment would reduce the yield of weed-free wheat, but the yield loss would usually be less than that from uncontrolled B. tectorum.)

Trifluralin (trade-name Treflan) can be incorporated into the surface 3 to 5 cm of soil before or after seeding wheat. The crop seed must be located below the treated soil. Metribuzin (already mentioned for broadleaf weed control) also controls B. tectorum. Diclofop can control B. tectorum if applied to the soil and lightly incorporated.

Other annual grasses. During the past ten years, Aegilops cylindrica has become a serious problem in winter wheat in the semi-arid areas. It is a close relative of wheat (sometimes named Triticum cylindricum), and cannot be controlled selectively in wheat with herbicides. Present control is based on crop rotation. By growing a spring cereal rather than winter wheat, the weed is at a disadvantage. Common rye (Secale cereale) continues to be a problem in wheat. It usually occurs as scattered plants that are more harmful as producers of rye grain than contaminates and lowers the value of wheat than as competitors with the wheat plants. These scattered rye plants were traditionally removed by hand-pulling. The rye plants usually grow taller than the wheat plants. Consequently, glyphosate can be applied selectively to the rye with the rope-wick weed wipers.

Perennial weeds. Perennial broadleaf weeds and grasses require a concentrated effort based on detailed plans carefully carried out over several years. Chemical, mechanical, and cultural methods must be combined in a manner that keeps constant pressure against the perennial weeds, both within the growing crops, in the non-cropped part of the year, and in the fallow year in the semi-arid area. Glypbosate has proved to be a valuable herbicide to be applied whenever there is abundant foliage of the perennial weeds at a time when the crop is not growing.

In the semi-arid area where wheat is rotated with a year of fallow, there is much interest in substituting herbicides in all or part of the traditional tillage used to eliminate plant growth in the fallow year. Propham plus an inhibitor of microbial decomposition (trade-name of this combination, Chemhoe 135) is applied in the fall after wheat harvest to control B. tectorum, volunteer cereals, and other annual grasses. Cyanazine (trade-name Bladex), atrazine (trade-name Aatrex), and metribuzin are used for general annual weed control. Paraquat and glyphosate can be applied to kill emerged weeds. Various combinations of these materials are effective.

With good management practices and the careful use of new and old herbicides, integrated weed management systems can be devised for all locations and situations where small grains are grown.

WHEAT PRODUCTION IN THE FEDERAL REPUBLIC OF GERMANY

A. Bramm

1. Introduction

In 1982, the agricultural area of the Federal Republic of Germany totaled up to 12.2 million ha. Some 7.26 million ha (approximately 60%) were used as arable land and 4.7 million ha (approximately 38%) as pasture. Of the 7.26 million ha arable land 4.9 million ha are cultivated with cereals. With 1.63 million ha crop area the wheat production comprises some 31% of the cereal production.

Since the average farm size in the Federal Republic of Germany is very small with 15.5 ha per farm, a high level of intensity of production is required. The prices for agricultural products are fixed by the European Community; they are far above the level of the world market. Hence the farmer is pushed into the position to regulate the input of production means, based on the yield expectations, to achieve optimum profit per acre. Beside crop rotation, soil cultivation and plant density, this includes especially the controlled input of sprinkler irrigation water, fertilizer and plant protection products. This report should give a small outline of the wheat production techniques in the Federal Republic of Germany.

2. The production technique

a. Demands of wheat on the soil

Wheat thrives best in deep soils enriched with nutrients and good water volume. The highest and most consistent grain yields have been achieved in areas with the soil composition of loam (Figure 1), with the soil types Silty Loam and Brown Forest Soil (Figure 2), with a pH value of 6.6-7.0, with a content of organic matter of 2% to 3%.

By intensifying cereal irrigation during the last few years, the wheat production has extended successfully on light soils as well.

Figure 1: Influence of the soil composition on the grain yields (t/ha) in winter wheat during an average of seven years (1972-1978).

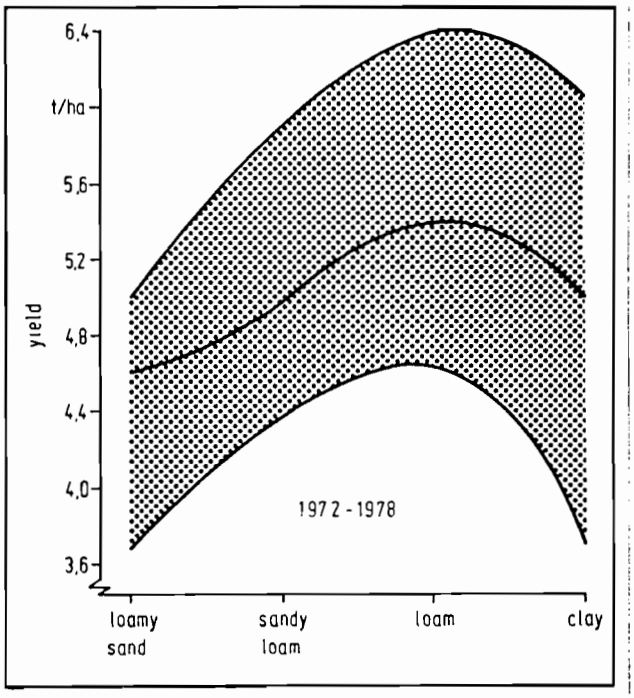
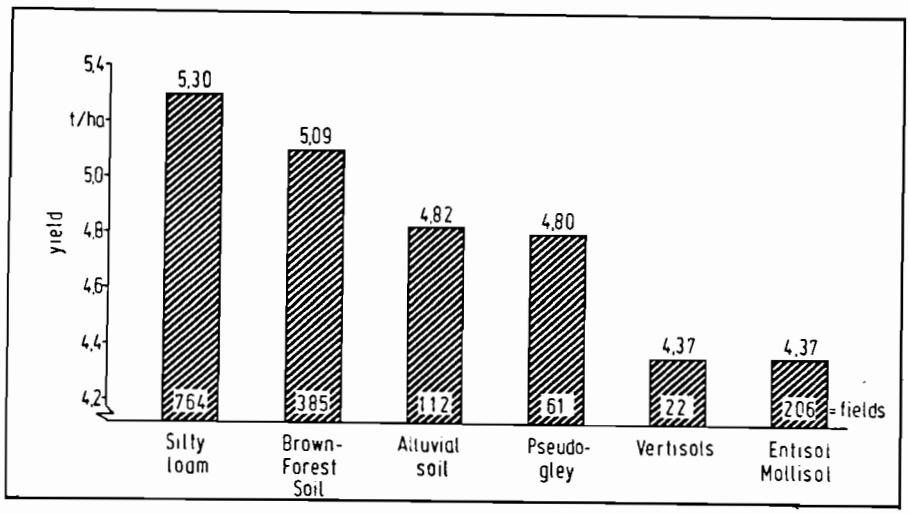


Figure 2: Comparison of yields of winter wheat (t/ha) based on the soil type



b. Aspects of the crop rotation

Compared with other cereals, wheat is sensitive to an unfavorable preceding crop, and is quite susceptible to foot rot diseases. Moreover, it is not as self-compatible as other cereal crops. Preferably wheat should follow foliage plants, whereby the best preceding crops are field fodder and rape before rapeseed and corn, because they leave the soil in a good tilth, permit an early sowing and do not transmit crop rotation diseases. Wheat cultivation following wheat or barley should be avoided. In a cereal crop rotation wheat should follow rye or oats. The proportion of repeated wheat cultivation year after year is decreasing. Even the insertion of intermediate crops and fungicide treatments do not prevent yield declines which are mostly caused by infestations with foot diseases.

It has been observed that on farm sites with the practice of growing continuous wheat in the crop rotation, a yield decline in the first few years was followed by a yield increase after an anti-phytopathogenic potentional had been built up in the soil (decline effect). Still, yields obtained in these crop rotations in the long run on these sites will never be as high as in the crop rotations listed below. Generally, a more diverse crop rotation, which preserves the soil fertility and the health of the soil, is preferred. Some typical crop rotations which are commonly used in agricultural practice are:

- sugar beet, wheat, barley, intermediate crop
- corn, wheat, barley, intermediate crop
- potatoes, wheat, barley, intermediate crop
- sugar beet, (corn), oats, wheat, barley, intermediate crop
- rape, oats, wheat, barley.

c. Soil cultivation

The aim of soil cultivation is to produce the most favorable physical, biological and chemcial state of soil by technical means. The soil cultivation starts immediately after harvesting the preceding crop with the following aims:
- to save water by interrupting the evaporation and by taking up precipitation,
- to create suitable conditions for the germination of shattered grains, weeds, and intermediate crops,
- to mix the soil intensively with crop residues and straw, so that the decaying process can start.

These generally valid aims of stubble cultivation are to be achieved at relatively dry soil conditions by cultivation with mixing implements (working depth 8 cm - 12 cm).

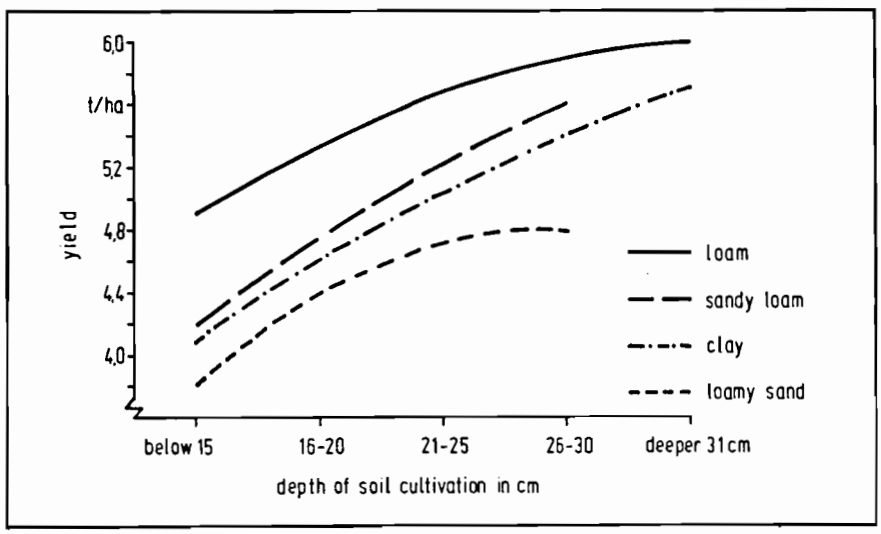
For soil cultivation and seed bed preparation for wheat a ploughed furrow with the following working steps are generally necessary with the aims:

- to mix soil particles, which have been moved to lower levels in the soil, and nutrients in the whole depth of the top soil,
- to produce a pliable and nutrient rich top soil to the depth of about 25 cm to 35 cm,

- to prepare the soil surface in a way that the sowing implements do not block, i.e. the incorporation of all organic residues into deeper top soil layers,
- to prepare the seed bed in a way that it is firm downwards and loose on top, to assure a seed depth of 2 cm to 4 cm for the wheat.

In addition to these measures, which are widespread in agricultural practice, scientists have recently been investigating to what degree the methods of conservation tillage can be transmitted to cereal crops (wheat). The drilling of wheat into mulch, following a rotary hoe or a heavy cultivator is, because of technical reasons, not yet ready for agricultural practice. Experiments on farm sites indicated that the wheat yields generally increase with an increasing working depth; however, different soil types show different yield curves in relation to the working depth (Figure 3).

Figure 3. The influence of the depth of soil conservation on grain yield on different soil types (n=1618).



d. Choice of variety and sowing

Varieties cultivated today are highly specific in their susceptibility to herbicides, vegetative rhythm, their characters of resistance and in their demands on environmental conditions which require that suitable production techniques be developed. In spite of that, varieties with a wide ecological distribution are of great importance in agricultural practice. When choosing a variety, consider the experience and advice of the regional advisory services, which are based on variety trials conducted by state authorities. According to their baking quality, the wheat varieties can be classified into the following classes: A: good baking quality, B: mean baking quality and C: low baking quality.

Of the varieties being cultivated, 52% are of the mean baking quality followed by varieties with good baking quality (about 43%). Only seed sources of high quality should be sown, i.e., certified seed. When the farmer's source of wheat seed is cultivated in the second or third consecutive years, yield reductions of 4% (second generation) and 6% (third

generation) are to be expected, resulting in more expense for the farm than using certified seed.

To determine the desired wheat population for high yield potential, the sowing density is not measured in kg/ha but in percentage of germinable seeds. For a plant density of 450 to 600 spikes per m^2, about 350 to 450 plants are necessary. The necessity of adding or subtracting from these plant numbers is based on:

- soil conditions (add plant numbers on cold sites or for unfavorable soil conditions),
- preceding crop (add numbers for wheat after wheat),
- sowing time,
- tillering capacity of the variety.

Experiments indicate that the best row spacing for wheat should be chosen as narrow as possible (10 cm to 16 cm). The following speaks in favor of these row spacings:

- an evenly wide space for the single plant,
- earlier shading of the ground and, therefore, a better effect of competition against weeds,
- a better use of nutrients and soil moisture.

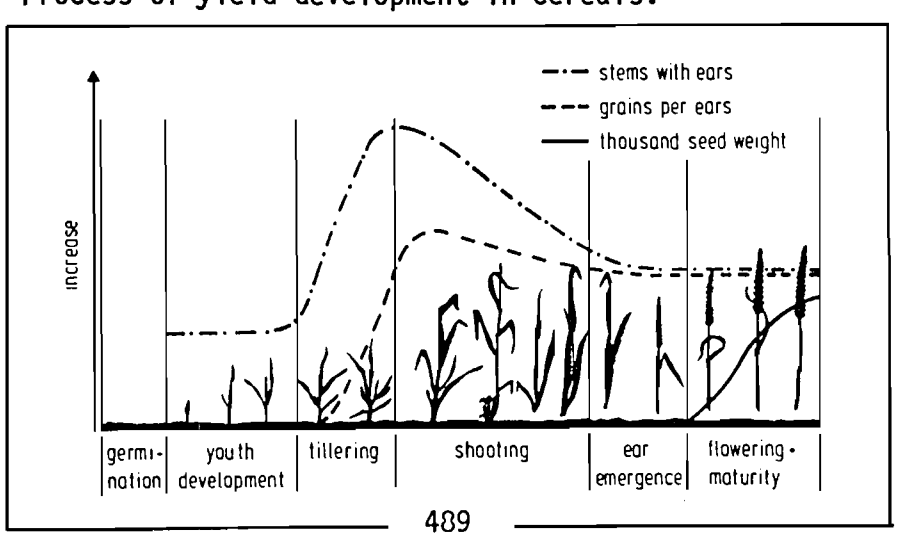
e. The process of yield development

The grain yield of a wheat area depends on:

- number of stems carrying ears per m^2 (plant density)
- number of grains per ears,
- thousand seed weight.

During the process of development of wheat plants these three factors, which determine the yield structure, develop at different times. The process of tillers per area is described in Figure 4. After emergence of the seed, the number of seedlings achieved represents the germination density. With the beginning of tillering, the wheat population shows 1,400 to 2,000 tillers per m^2. Then a reduction of the produced secondary tillers follows. At the stage of flowering, the final number of stems carrying ears, the plant density has been achieved.

Figure 4. Process of yield development in cereals.



The development of ear primordium has already started during tillering, as is shown in Figure 4. Normally, by the time of one-third stem elongation (second node stage) this process has terminated. From this time to the stage of flowering, the number of potential developing grains is reduced, but the ear primordium that develops up to the anthesis is normally capable of fertilization resulting in grains. After ear emergence, the upper leaves and the ear produce reserves which are transported to the grains and are stored there. This process has an effect on the thousand seed weight (Figure 4). More than half the grain weight is produced by the flag leaf (Figure 5 and Figure 6). The ear and the second highest leaf contribute to the development of the grain.

Figure 5. Formation of matter after the flowering of wheat.

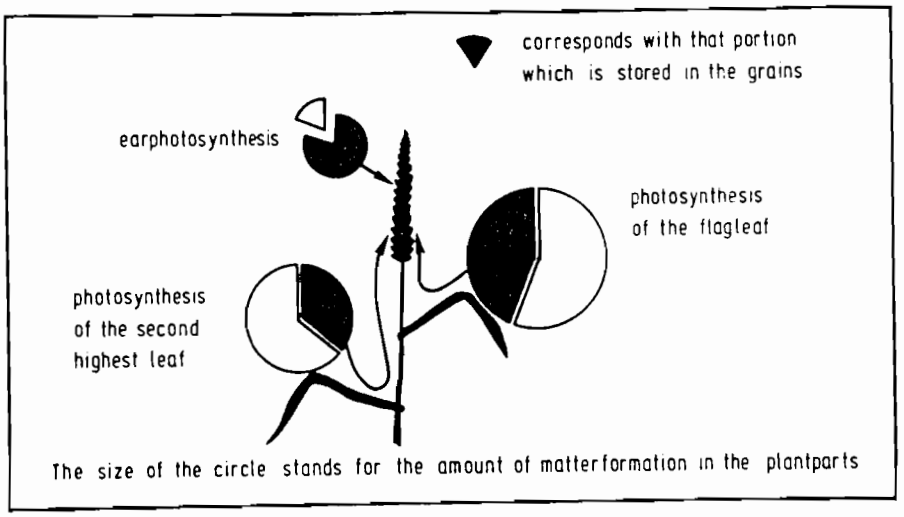
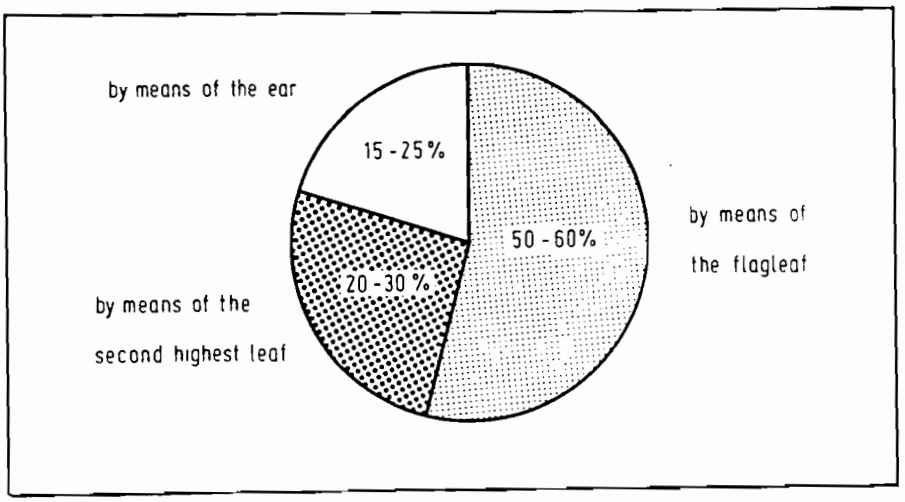


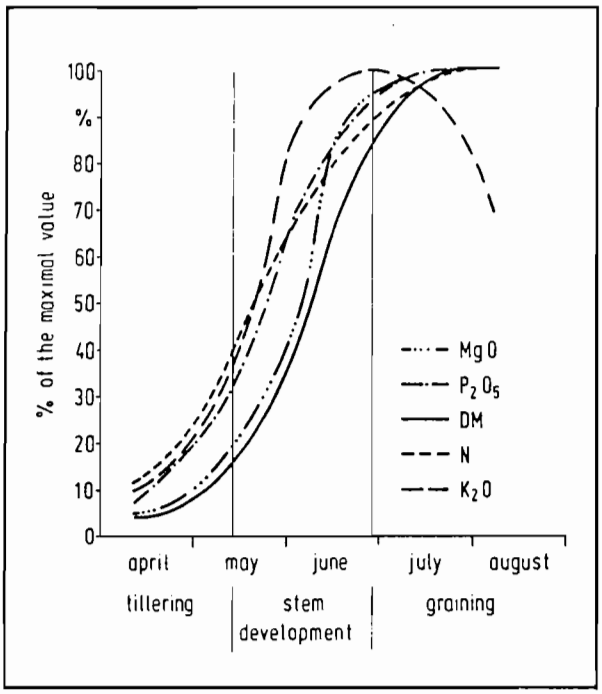
Figure 6. Contributions (in %) to the development of grain yield in wheat.



f. Fertilization

All fertilizer rates are chosen with the object of producing an optimum seed yield. The basis for fertilizer application is the nutrient uptake by the plants during the vegetation period (Figure 7).

Figure 7. Nutrient uptake and growth (dry matter development) in winter wheat during the growth period.



Nutrient uptake precedes the dry matter production. During the time of stem elongation, the plants take up 70% of potassium, about 60% of phosphorus and 40% of nitrogen, and during the same time about 70% of the total dry matter production takes place.

Table 1 shows the ranges of nutrients uptake (kg/N), dependent on different grain yield levels.

Beside nutrient uptake, other factors have to be considered, such as:

- available nutrient reserve in the soil
- mineralization during the vegetation period
- long-term use of the applied nutrients: Phosphorus 50-60%
  Potassium 50-60%
  Nitrogen 50-70%

Table 1: Winter wheat: Nutrient uptake (kg/ha), grains and straw.

	Grain yield (t/ha)			
	5	6	7	8
N	125 - 175	150 - 210	175 - 240	200 - 280
P_2O_5	35 - 70	42 - 84	49 - 98	56 - 112
K_2O	100 - 125	120 - 150	140 - 175	160 - 200

Table 2: Classes of nutrient content in soils and fertilizer needs.

	Phosphorus		Potassium				
		fertilizer needs	mg K_2O/100 g soil				fertilizer needs
	mg P_2O_5/100 g soil	(kg/ha P_2O_5)	sand	loamy sand	sandy loam	clayey loam	(kg/ha K_2O)
A (low)	<11	130-150	<6	<8	<9	<11	200-250
B (mean)	11-20	75-100	6-10	8-14	9-16	11-20	100-150
C (high)	21-30	40- 60	11-15	15-21	17-24	21-30	80-100
D (very high)	31-40	0- 30	16-20	22-28	25-32	31-40	0- 50
E (extremely high)	>40	0	>20	>28	>32	>40	0

- nutrient losses by: denitrification (N)
  fixation (N, P, K)
  leaching (NN, K, Mg)

The amount of phosphorus and potassium fertilizer, applicated before sowing, has to be high enough that the wheat plant has sufficient supply for high yields. Soil analyses provide the amount of available nutrients, and the farmer has to decide upon the amount of fertilizers to apply (Table 2 gives some help). Besides this, the farmer has to determine the pH value of the soil, the optimum being between 5.5 - 6.5 on sandy soils and between 6 and 7 on heavier soils. Especially on light, sandy soils, it is possible that the content of a available micronutrients boron, manganese, copper and sometimes zinc will be too low. In these cases, special micronutrient fertilizers must be applicated, together with P and potassium or as foliar application (Table 3).

Table 3. Micronutrient uptake by winter wheat and critical contents in soil.

	Uptake by plants (g/ha · a)	Critical contents in soil (mg/1000 g soil)	
		sand	loam
boron (b)	60	< 0.4	< 0.6
manganese (Mg)	700	< 70 pH ≦ 7: 80-140	< 70 pH ≦ 7: 80-140
copper (Cu)	100	< 3	4.5
zinc (Zn)	400	< 2.4	2.4

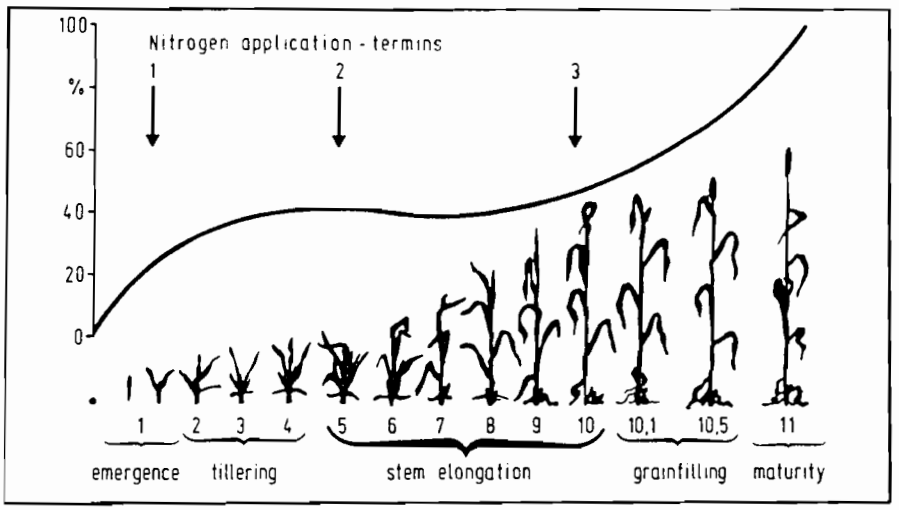
Nitrogen is said to be the engine of plant growth. Especially for wheat production, nitrogen is one of the most important nutrients. The nitrogen supply affects all factors which are important for high grain yield and good grain quality.

Low nitrogen supply will have the following negative influences:

- At the time of tillering, the number of ears per m^2 will be decreased;
- At the time of stem elongation, the ears per m^2 and the number of grains per ear will be negatively influenced;
- At the time of ear emergence, the number of grains per ear, the thousand seed weight, and the protein content of the grain will be lower.

Therefore, it is necessary to have a good nitrogen supply during the period of wheat growth, and in most cases the yield will be lower when nitrogen fertilizer is applicated only once (Fig. 8).

Figure 8: Winter wheat: Nitrogen uptake during the growing stages.



The first important date to apply nitrogen is early spring. Field experiments have shown that the best results can be obtained when the amount of 120 kg N/ha is available for the wheat plant. The difference between 120 kg n and the available nitrogen in the soil (measured by soil analyses) has to be supplemented by fertilizers.

The second growing stage, when nitrogen should be applied in combination with growth regulators (CCC), herbicides or fungicides, is the stage of stem elongation. Especially on light sandy soils with the danger of nitrogen leaching and in case of a poor development of the plants, nitrogen fertilization will be helpful because positive effects on the regulation of plant density are to be expected.

Finally, the stage of ear emergence is of great importance because N-fertilization will reduce the natural decline of flowers. Other positive effects are the increased number of grains per ear and thousand seed weight.

If one adds all nitrogen applications during the crop season, the result will be that in West Germany, the grower uses between 120 and 240 kg N/ha (Table 4).

Table 4: Winter wheat: Nitrogen application in kg N/ha - recommendations.

	1st application early in spring	2nd application time of stem-elongation	3rd application time of ear emergence
light soils	80 - 120	20 - 40	60 - 80
medium to heavy soils	60 - 80	0 - 30	40 - 80

The light soils have to be fertilized more intensively because the content of organic matter is low and the danger of nitrogen leaching is great.

Table 5 shows the efficiency of nitrogen application at the time of ear emergence: increasing N-application from 0 to 40, 60, 80 kg N/ha the grain yield increases; the protein content and the protein yield will increase too.

Table 5: Efficiency of nitrogen fertilization at the time of ear emergence.

	Nitrogen fertilization (kg N/ha)				
early in spring	0	60 - 80	60 - 80	60 - 80	60 - 80
time of stem elongation	0	40	40	40	40
time of ear emergence	0	0	40	60	80
grain yield (t/ha)	3.8	5.0	5.3	5.3	5.4
protein content (%)	12.6	13.7	14.4	14.9	15.2
protein yield (t/ha)	0.41	0.59	0.65	0.68	0.71

g. Influence of water management on the yield production

The cereal grain yield has to be regarded as the result of multiple effects involving ecological and physiological complexes which are connected together. This means that factors influencing plant production such as fertilization, protection from disease, or sprinkler irrigation can only be effective when they can, as existing minimum factors, add harmonically to the other influencing factors. Therefore, the time when the production factors and existing ecological growth factors become effective plays a part in the development of phenological and physiological characters of the cereal. Figure 9 shows that in each stage of cereal development, a dry matter increase takes place. In addition to other factors, the moisture (F), i.e., the water availability, is of importance, because the water

supply has a deciding influence on the characters which determine yield. Some of these characters are: ear carrying stems/m^2, grain number/ear and thousand seed weight. From the time of emergence of the plant up to the 3-leaf stage, water is used in small quantities only for vegetative growth of the crop. The first stage of development in which the water supply is of importance is the stage of tillering, because during tillering, the number of tillers per plant is determined and thus the number of stems/m^2 carrying ears. Different water supply at the time of tillering has no effect on the development of the vegetation cone (ear primordium) as investigations with light microscopes have shown.

Figure 9: Dependence of the final yield on environmental factors.

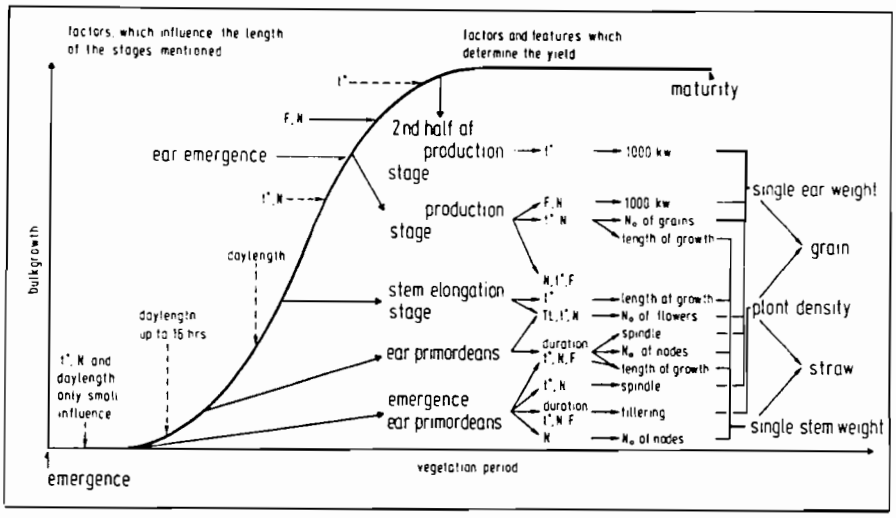


Figure 10 indicates the vegetation cone (ear primordium) of a wheat plant at the beginning of tillering with good water supply (Ψ = 50 cm, left picture) and with poor water supply (Ψ = 600 cm, right picture). The leaf-primordia are partly developed, yet there are no differences in development between the water supply treatments, neither at this stage nor at the end of tillering, when--with the double ring stage--a change from the vegetative to the generative phase takes place (Fig. 11).

BEST AVAILABLE COPY

Figure 10: Vegetation cone of a wheat plant at the beginning of tillering, depending on the water supply.

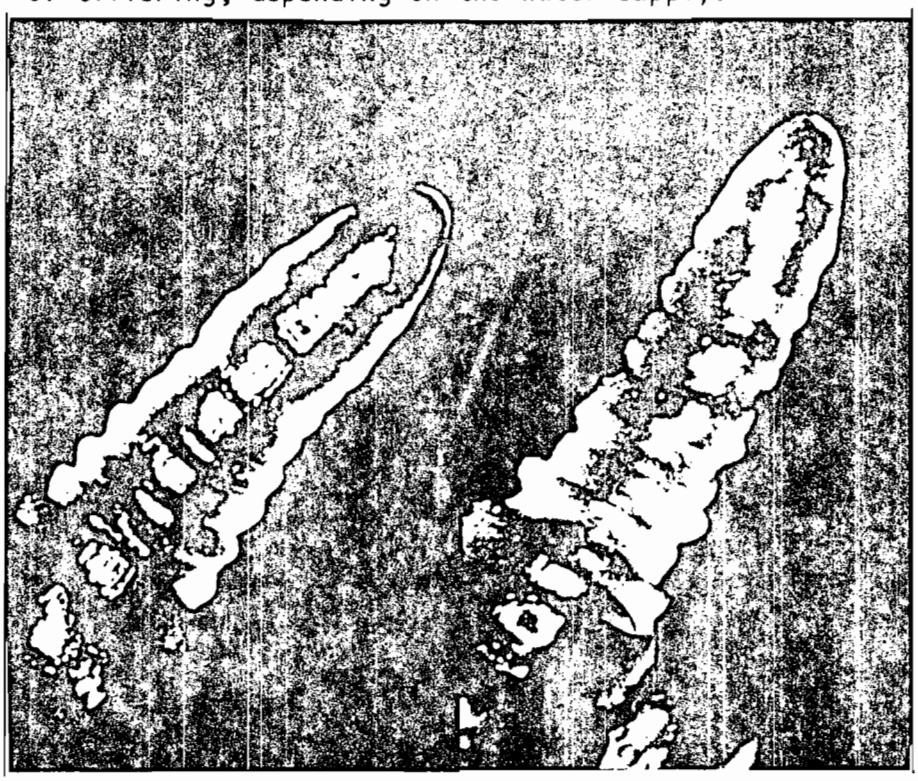
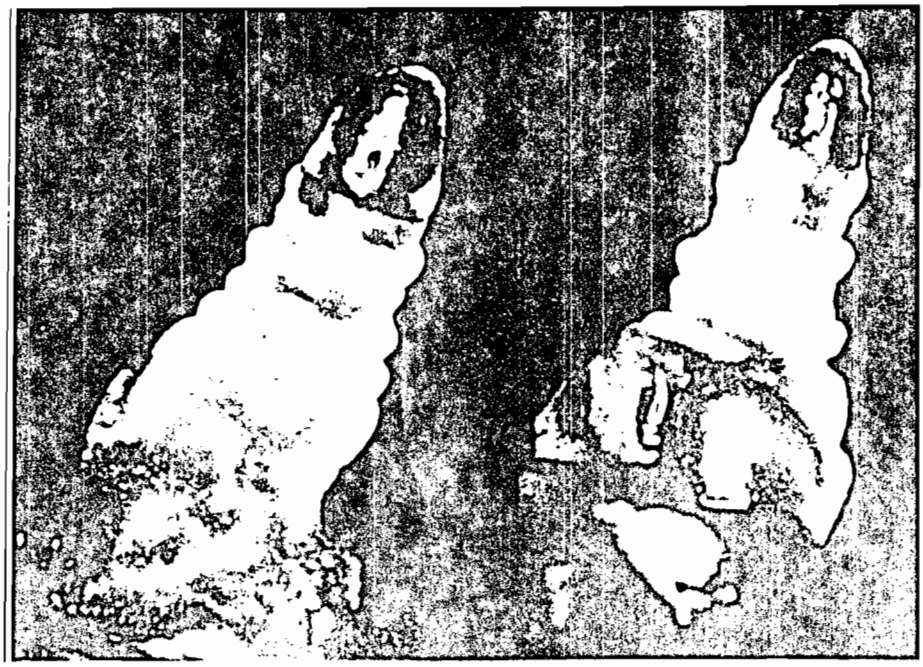


Figure 11: Vegetation cone of a wheat plant at the end of tillering, depending on the water supply.



The second important stage of development when the water supply is of importance is the stem elongation stage. At this stage, there is not only an enormous growth of dry matter in the plant, but also, at the beginning

BEST AVAILABLE COPY

of the stem elongation stage, the generative flower primordia are developed at the base of the ears. At this stage of development, the number of spikelets per ear and the number of grains per ear respectively are determined. The influence of water supply at this stage of development is shown in Figure 12.

Figure 12: Development of flower primordia at the base of the ear of a wheat plant during stem elongation stage.

Ψ_1 Ve 7 Fe 7 Ψ_2 Ve 8 Fe 7

This figure indicates that the development speed of the generative organs is influenced by the water supply. While a differentiation of the spikelets of the plants during moist treatment is recognizable, the flowers of the apical spikelets of the plant during the dry treatment are being developed and the awns become visible. At this growth stage, the development is already recognizable, which later on in the agricultural practice is called premature ripening.

Water deficiency at the beginning of flowering has a negative influence on the development of flower primordia at the top and middle of the ears. Accordingly, this has a negative effect on the number of grains per ear. In the first half of the grain developing stage, the produced assimilates are transported from the place of production to the storage organs. At this stage of development, the formation of an assimilation area as big as possible is of special significance. With increasing assimilation area, the sterility of the spikelets decreased, i.e. the fertility increases, so that more grains are formed. Increasing water supply in the first half of the grain production stage has a positive influence on the yield components, grain number per ear, and thousand seed weight. In the second half of the grain production stage, from about yellow ripeness to premature ripening, the most important yield influencing environmental factor is the

BEST AVAILABLE COPY

temperature which can still have an effect on the thousand seed weight. At this stage, the water content of the grain is decreasing. A high humidity has an unfavorable effect on the maturing process. A comprehensive summary showing the influence of the water supply on the yield production of cereals is given in Table 6.

Table 6: Influence of water deficiency on the development of cereal plant parts at different growth stages.

Water deficiency at the stage of	Affected plant parts	Reduced yield component
tillering	tillers/plant	ear/plant
stem elongation (first internode)	generative primordia	spikelet/ear
shortly before ear emergence	flower primordia at the basis of the ear	number of grains/ear
begin of flowering	flower primordia at the top of the ear and at the middle of the ear	number of grains/ear
yellow ripeness	grains	thousand seed weight

h. Crop Protection

Crop protection measures are used to ensure the yield and should be applied in close connection with the farm site, the variety, and other production factors including fertilization and yield expectation. Crop production has to be flexible enough that application can be considered based on the present situation. In order to facilitate the decision as to which crop protection measures should be undertaken, two instruments have been developed by advisory services and science:

- forecast
- economical threshold value of damage.

The forecast renders it possible to judge whether a disease or a pest can spread and to what extent it can spread. The more close-meshed the observation net, the easier it is to determine the extent of damage in time and space.

The term "economical threshold value of damage" is defined as the number of pathogenic agents, weeds, or diseases which impose yield losses without protection measures that are equivalent to the expense for the protection measures. The threshold value of damage of one field cannot be transmitted to another field without problems. Yield expectation, variety, plant density, nutrient and water supply are only some factors which influence the threshold value of damage.

It would be too much to discuss here all crop protection measures or the chemical means used. Table 7 gives a short summary of the crop protection measures in winter wheat.

Table 7. Crop protection in winter wheat.

Crop pests	Profilactically	Depending on the economical point of loss	Control measures should start
Seed treatment			
snow mould, common wheat bunt	without limits		
wheat bulb fly, frit fly, Tipula	only in infested areas		
wireworm		in the first 4 years following a ploughing up	
Weed control			
weeds (Gramineae)	on heavily infested areas as a pre-emergence treatment	on slightly infested fields as a post-emergence treatment	ca. 30 - 100 plants per m^2 (except wild oats in multiplying plots)
Galium aparine weeds			0,1 plants/m^2, 9-20 % of total cover by weeds + Alopecurus agrestis
Treatment against foot-, leaf- and ear diseases			
cereal eyespot	only after two healthy preceding crops no treatment		1 % infestation
downy mildew on leaves		in infested areas and in susceptible varieties after the appearance of the first pustules	
yellow rust of wheat, brown rust of wheat		in infested areas and in susceptible varieties after the appearance of the first pustules	
Septoria tritici	in infested areas and in susceptible varieties		
downy mildew on the ears	in infested areas and in susceptible varieties, especially when the upper leaves are already infested		
Treatments against insect pests			
yellow gall midge		when 40 % of the ears are visible at the side	1 female per ear
orange-red gall midge		when 80 % of the ears are visible at the side	1 female per ear
aphids		at the beginning of flowering	5 aphids per ear (needs investigation)

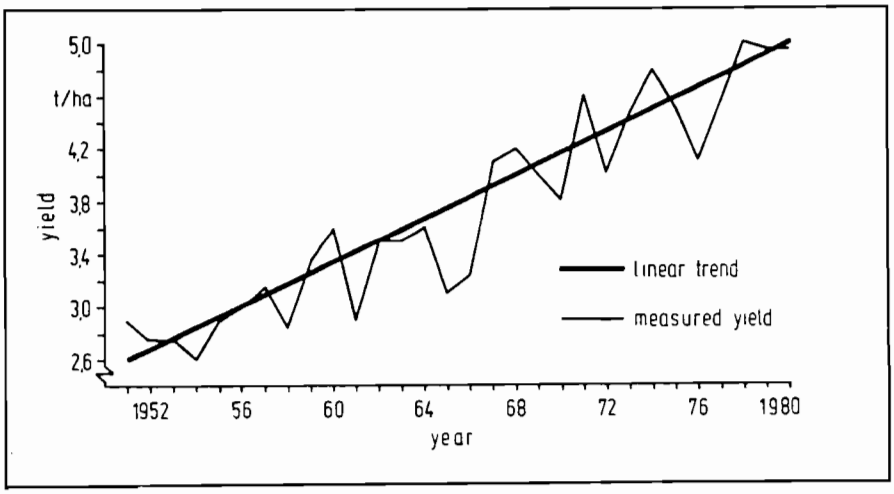
Best Available Document

i. Wheat yields in the Federal Republic of Germany

Between 1951 and 1980, the grain yields of winter wheat increased from 2.88 t/ha to 5 t/ha in average of the total wheat-growing area (Fig. 13). This is an increase of about 70 kg/ha per year. We know that the varieties we use have the potential to produce 13 to 14 t/ha; 10 to 11 t/ha are harvested in an area in north Germany, which has extremely good soil and climatical conditions.

The high grain yields are the concern on one side, and the necessary high chemical inputs are the factor on the other side. We can stabilize our crop rotation systems only with chemicals, resulting in environmental problems. Therefore, it would perhaps be better to reduce the production intensity, but this problem has to be solved by political decisions.

Figure 13: Yield-development of wheat in the Federal Republic of Germany.



DISTRIBUTION, EVALUATION, AND USE OF DIVERSE GERMPLASM

W. L. McCuistion

Wheat is produced in more diverse climatic zones throughout the world than any other crop species. There are many regions where wheat and barley are the only crops suited to the topography and environment. Man's efforts to screen available germplasm and develop additional variability to adapt to the varied environments have created a wealth of diverse genotypes. Many of our predecessors wisely collected and maintained this diversity for our use in adapting wheat to local environmental conditions. In spite of a number of large wheat collections being maintained in the world, there is need to further broaden the genetic base to develop superior cultivars for the ever changing environmental and biological stresses.

Germplasm Collection

The International Wheat Research Program at Oregon State University (OSU) was established on a strong ongoing domestic research project involved in developing soft white winter wheat, triticale, and winter and spring barley varieties for the Pacific Northwest region. This base collection has been expanded to a present working germplasm collection of 6500 cultivars and advanced experimental selections that have been obtained from facultative and winter wheat-growing areas of the world. The term "working collection" means that new accessions will have been evaluated at one or more experimental sites and included for strengths of certain characters. Information collected is catalogued for such attributes as vernalization and photoperiod response, stand establishment, winter and frost tolerance, disease and insect reactions, maturity, nutritional quality, etc. Data obtained will be summarized and sent to cooperators on an annual basis.

Germplasm Enhancement

The OSU international program enjoys a close linkage with the International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT) in creating a wealth of new genetically diverse germplasm. Scientists from each research center travel to the cooperating center just before harvest to evaluate and select entries for use in future germplasm enhancement.

The bulked progenies from segregating populations are placed in preliminary yield trials for evaluation at three experimental sites in Oregon. Observation nurseries containing these entries are also evaluated in Toluca, Mexico; Kansas State University, USA, and three locations in Turkey. Entries in the International Winter X Spring Wheat Screening Nursery (IWSWSN) are selected based on the combined data from these locations.

Germplasm Distribution

Wheat research activities within developing and developed countries range from technicians recording observations on international nurseries to well-staffed and well-financed research institutes actively contributing improved cultivars and germplasm. It is essential that the genetic material be available to all programs interested in production of wheat. The CIMMYT philosophy has been to

freely provide wheat germplasm upon request to countries throughout the world. They have given priority to the developing countries, secondly, to public institutions and thirdly, to the private sector. The OSU international nursery distribution follows the same policy. The types, numbers of entries and numbers of cooperators for each nursery distributed from OSU are listed in Table 1.

Table 1. International Winter X Spring Nurseries Distributed from Oregon State University

Nursery	No. of Entries	No. of Cooperators
F_2 Masa	100	30
IWSWSN	200	112
IWSWYT	25	20

The nurseries are distributed to the southern hemisphere on January 1 of each year and planting dates range from March to July. Harvest has normally been completed by the end of December. The northern hemisphere nurseries are sent in early June and are sown from September through November. Harvest begins in May at some locations and the latest location is in September.

It is necessary to coordinate the distribution of nurseries to provide the type of genetic variation required for each location. Close communication between OSU and CIMMYT has been valuable in coordination and dissemination of nurseries. The world can be divided roughly into the spring wheat zone ranging from 0 to 30-35 N and S latitude and the winter wheat zone continuing to the north and south of 30-35° N and S latitude. Exceptions for spring wheat are regions where temperatures are too cold for winter wheat. Exceptions for winter wheat are regions of high altitude where freezing and late frost are common. The IWSWSN is presently sent to 13 locations in South America as follows: Argentina-4, Brazil-3, Chile-3, Columbia-1, Ecuador-1, and Peru-1. Priorities for the nursery at these locations differ from winterhardiness and frost tolerance to specific sources of disease resistance (stripe rust, stem rust or *Septoria tritici*).

Summarization of Data

The continued excellent return of data on a number of plant characters by cooperators throughout the winter wheat zones of the world permits OSU to evaluate each character over a number of locations. Losses to one or a combination of the three rusts are a common occurrence in most areas of the world where wheat is cultivated. An acceptable level of resistance to the three species in a single cultivar would be optimal. The entries noted in Table 2 had acceptable levels of resistance to the three rust species based on the locations reporting. The disease observations represent the highest reaction recorded by those cooperators returning data. Several cooperators that normally report high incidence of stripe and/or stem rust experienced dry spring conditions prohibiting normal infections. The cultivar ASP (Aspen) originating in Chile, occurs in two entries in Table 2. The pedigree of this cultivar is HN4/4/KT54A/N10B//KT54B/3/NAR. The winter wheat cultivar Heine IV (HN 4) has

expressed good stripe rust resistance. Varieties containing resistance genes for stem rust from Kenya such an Kentana 54 (KT54) and Kenya Farmer (KF) occur as parents in the pedigrees.

Early fall and winter infections of Septoria sp. and Erysiphe graminis tritici (Powdery Mildew) are common in humid regions; however their persistence in the spring depends on the proper combination of moisture and temperature. These conditions existed for the 9 and 15 locations reporting observations for Septoria and Powdery Mildew, respectively, in Table 2. Observations from 0 to 5 are considered to be good resistance to these diseases. It is interesting to note that there is at least one Argentine parent with known resistance to Septoria in each pedigree in Table 2. The parents noted are: Tezanos Pinto Precoz (TZPP), Paloma (PL) containing PATO, Calidad (CAL) containing TZPP, and Tobari containing TZPP.

Table 2. Entries Selected for Resistance to Disease from the Ninth IWSWSN Results - 1982

Entry No. No.	Pedigree	Stripe Rust	Leaf Rust	Stem Rust	Septoria	Mildew
19	ASP/3/TZPP/PL//7C	5MS	5MS	1S	5	5
106	TH*6/KF//LEE*6/KF/ 3/CAL/4/ALD S	5MS	5MS	10MR	5	5
113	RBS/ANZA/3/KVZ/ HYS//YMH/TOB	10MS	20S	20R	7	7
132	ASP/3/7C//TOB/NPO	5R	10S	1S	5	7
Number of locations		5	13	6	9	15

Reporting Results

The screening nursery is planted in short observation rows to evaluate the important agronomic characteristics and disease incidence at each distinct location. Observations on the same entries from a number of diverse locations provide an indication of the potential for production and/or a parent in further varietal development. Comparisons of four selected entries and the local check varieties from results of the Ninth IWSWSN are reported for several locations in Table 3.

Table 3. Data for Entries Selected from Several Locations Reporting Results of the Ninth IWSWSN - 1982

Entry No.[1]	Location No.[2]	Test Wt. or 1000 KW	Plant Ht.	Days to Flower	LR	Sept.
		kg/HL or gms	(cms)	(from Jan.1)		
41	4	34	65	291	10 MR	4
	5	45	60	288		
	6		75	270	5 MS	5
	7		68	290		
	95	80	100	134		
49	4	35	60	293	20 MR	4
	5	42	55	292		
	6		70	273	10	3
	7	78	74	290		
	95	81	100	134		
57	4	36	60	291	10 MR	4
	6		75	270	10	4
	7	79	74	287		
	12	33	70	250		3
	95	81	95	134		
61	4	24	45	290	5 MR	5
	7	79	71	290		
	12	28	70	259		9
	95	81	85	133		
Local Check	4	34	70	302	30 M	4
	5	40	70	300		
	6		80	287	50 S	3
	7	81	75	297		
	12	35	95	255		5
	95	77	93	144		

[1]Pedigrees of entries chosen for comparison with the local check were: Entry 41 = RSK/CGN,F_1/4/F_1,NS732/3/CC/INIA//CAL; Entry 49 = JUP/4/CLLF/3/II14-53/ODIN//CI13431; Entry 57 = LR64/RSK; and Entry 61 = ZZS/KLAT.

[2]Locations were 4 = Balcarce, Argentina, 5 = Bordenave, Argentina, 6 = Marcos Juarez, Argentina, 7 = Criadero Buck, Argentina, 12 = Passo Fundo, Brazil, and 95 = Corvallis, Oregon.

Local checks by location were:

Balcarce, Argentina	San Augustin-INTA
Bordenave, Argentina	Chasico-INTA
Marcos Juarez, Argentina	Chaqueno-INTA
Criadero Buck, Argentina	Buck Pucara
	Buck Nandu
	Cargill T.800
Passo Fundo, Brazil	Jacui
Corvallis, Oregon	Stephens

The six locations chosen for comparison consisted of four sites in Argentina representing the major cereal regions, Passo Fundo in Brazil and Corvallis, Oregon. Observations for the local checks presented in Table 3 show a preference at these locations for medium to early heading date (day to flowering), semi-dwarf height and good test weight or 1000 kernel weight. The four entries being compared to the local checks were generally earlier in heading date, shorter in height but inconsistent in grain weight among locations. These entries also expressed adequate levels of resistance to leaf rust and Septoria with the exception of Entry 61 for Septoria tritici disease in Brazil. This confirms the wide adaptation existing in the winter x spring germplasm. Of course, there are many entries that express specific adaptation to low, intermediate, or high rainfall regions, extremes in temperatures, and various disease complexes. The International Winter X Spring Wheat Yield Trial includes 25 entries and check varieties selected from the IWSWSN. This replicated nursery is being evaluated at 15 to 20 selected sites in the winter wheat regions of the world and results from this nursery will provide a better evaluation of the overall performance of the selections. Several selections chosen for their superior agronomic performance in replicated yield trials are listed in Table 4.

Table 4. Selections for Superior Agronomic Performance in Replicated Yield Trials

Pedigree
AN//SN64/SS2
BEZ/ERA
BEZ/TOB
BEZ/TOB//8156
CLLF/PCH//P101/VGAF
FN/TH//K58/N/3/MY54/N10B//AN S/4/RFN/CLLF

Developing Communication Linkages

There are a large number of international centers, governmental agencies, philanthropic foundations, universities, and research institutes throughout the world that contain expertise and facilities. For these resources to be effectively utilized, linkages among these agencies and developing countries must be established through a multitude of coordinated efforts. One such cooperative effort was the development of the Winter x Spring Wheat Research and Training Program. USAID, CIMMYT, OSU, and the International Center for

Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA) have contributed their expertise in using wheat improvement as the vehicle to develop meaningful and responsive agricultural programs in certain developing countries.

Dissemination of information is an important component of communication. Timely distribution of the results of international nurseries should be helpful to the plant breeders. Attempts to standardize our methods of evaluating and reporting data allow us to better understand the results. Distribution of the Wheat Cultivar Abbreviations list should provide better understanding of the parentage of wheat genetic materials. Wide distribution of publications such as "Probing the Gene Pool" and others from CIMMYT increase communication among cooperators.

Personal visits of scientists from international programs to the country research institutes and reciprocal visits from the country to the centers are extremely informative.

THE COMPUTER - AN AGRONOMIST'S ASSISTANT

N. A. Scott

Abstract

Space age technology has made possible many innovative advances in electronic data processing equipment and the computer has become a valuable assistant to the agronomist.

As a clerical assistant, the computer can relieve the agronomist of such tedious chores as record-keeping and list-making. Computer software was developed to update and print pedigree lists for field books, pedigrees tags for field identification and labels to be used on harvest sacks. Pedigrees of new crosses are generated from source numbers of parental lines and numbers of selections made in each population are recorded for future use. Transcription errors are greatly reduced and pedigrees are standardized to facilitate computer searches for various parental sources.

Miniaturization and improved electronic circuitry have made the computer available as a field assistant. A fast method of weighing grain samples and analyzing yield data immediately in the field was devised. Analysis of harvest data is instantaneous and decisions can be made in the field as to what material should be advanced for further testing.

When the analytical and memory capabilities of the computer are harnessed, it becomes a valuable research assistant. In the summarization of data of the International Winter X Spring Wheat Screening Nursery, over 250,000 bits of information contributed from approximately 100 locations are sorted, catalogued and summarized. The cooperator then has information available to him before his next crossing season describing the adaptability, disease resistance and yield potential of the 250 lines comprising the screening nursery. The computer is also used for data storage and retrieval. Information concerning the agronomic performance of advanced lines is stored so that a catalog of that information over several years can be retrieved and used in identifying promising new lines and parental sources.

The agronomist can realize increased accuracy and efficiency when the computer is utilized effectively as an assistant rather than the dictator of research goals.

- - - - - - - - -

In the last ten years, the computer has come of age in our world of technology. Computer-aided advances in space technology or in the field of medicine are perhaps more spectacular, but the computer has also become an efficient tool in agricultural research. The cereal breeding program at Oregon State University has benefited significantly from the use of the computer in clerical and research applications as well as for in-field data analysis.

In plant breeding programs where each year new F1 plant populations are created through hybridization, it can become a logistics problem to keep track

of the hundreds of crosses that are made. This problem can become especially large when individual plants are selected in each succeeding generation and lines are bulked in later generations for yield tests. At any given point in time, the plant breeder has literally thousands of individual plants, rows, and plots, each unique and a potential varietal candidate.

To efficiently keep track of the experimental material, the computer has proven itself to be a valuable clerical assistant. A record is created for each new F1 and the computer updates the selection number through each cycle of selection. As a result, gummed labels which are used to identify the sacks of harvested seed can be printed. This clerical process used to take several people over a month to rewrite pedigrees each year. Now the computer can print the information overnight and transcription errors have been considerably reduced. Standardization of pedigrees and cultivar abbreviations has also facilitated the use of the computer to search for the frequency that particular parental sources have been used in hybrid combinations. Aided by such information, the plant breeder can more effectively plan and direct the breeding program to solve the more pressing problems limiting further genetic advance.

The selection number, which is updated each year by the computer and is unique for each line, can be a wealth of valuable information to the plant breeder. The number alone can tell the breeder the year the cross was made, the current generation, how the cross was made, the environmental and disease stresses the line has been subjected to throughout the selection cycle and at what generation it was first put under yield tests. The selection number can easily facilitate a computer search to determine the number of lines originating from a particular cross indicating to the breeder those crosses which appear to give the highest number of desirable progeny.

The computer can also be useful in cataloguing genetic differences found in the breeding material such as height, winterhardiness, disease resistance, quality characteristics and many other traits. By utilizing the computer as a memory bank, the breeder is able to handle more parental material and effectively utilize greater genetic diversity. With this type of information coupled with how many times a particular parent has been used, the number of progeny still remaining in the breeding program, he can plant more intelligently with less wasted effort on unproductive parental combinations.

It should be stressed that the computer will never take the place of the breeder in the field nor can it substitute for his knowledge and familiarity with the parental material. There are many nebulous characteristics that cannot be reduced to the elementary level necessary for computer cataloguing, so a good plant breeding program will always require the trained "artistic" eye of a plant breeder who is very familiar with the attributes of his parental lines. The computer's greatest contribution is realized when it is used as a memory bank from which pertinent information can be recalled for use by the plant breeder.

At Oregon State University, the computer is utilized to analyze the results of the International Winter X Spring Wheat Screening Nursery which is sent to over 100 locations throughout the winter wheat growing areas of the world. At each site cooperators collect data concerning heights, lodging, winterhardiness, earliness, disease resistance, and grain yield. The information, over 250,000 readings, is loaded into the computer for analysis.

Because the goal of the nursery is one of screening material, the lines are not sent out in replications so standard analysis of variance statistical

procedures cannot be used. A form of parametric statistics is employed. First the nursery at each location is analyzed individually. The information on each trait reported is ranked for all lines in the nursery from the most desirable reading to the least desirable. The highest ranked reading receives a score of 250, the next highest a score of 249, etc. Each line is thus assigned a score for each trait reported at a single location. These individual trait scores are then used to compute a weighted composite score for each line based on the following weighted percentages:

T1	Yield	.15		P1
T2	Earliness	.30		P2
T3	Winterhardiness	.24		P3
T4	Lodging	.01		P4
	Disease resistance	.30		P5
T5	*Puccinia striiformis*		.06	
T6	*Puccinia recondita*		.06	
T7	*Puccinia graminis tritici*		.06	
T8	*Septoria tritici or nodorum*		.06	
T9	*Erysiphe graminis*		.06	

The percentages are assigned to the traits based on the goals of the winter x spring wheat breeding program. Earliness, winterhardiness and disease resistance weight more heavily than yield because of the nature of the nursery and the limited amount of seed provided.

So that the scores from all locations can be similarly compared independent of the number of traits reported by each cooperator, equalizer variable A is calculated:

$$A = P1 + P2 + P3 + P4 + P5$$

where P1, P2, ... P5 are the weighted percentages for each trait reported. If a particular trait is not reported P(n) becomes zero. The value of P5 is .30 even if only one disease is reported. Relative weighted percentages are calculated for each disease reported by the following formula:

$$B = .30/\text{number of diseases reported}$$

A weighted composite score (WCS) for each line is then computed by the formula:

$$WSC = \frac{P1xT1 + P2xT2 + P3xT3 + P4xT4 + BxT5 + BxT6 + BxT7 + BxT8 + BxT9}{A}$$

where P1, P2 ... P5 are the weighted percentages for each trait, T1, T2 ... T9 are the scores for each ranked reading, B is the relative weighted percentage for the diseases reported, and A is the equalizer variable calculated above.

Once the scores are computed for each line at each location they can be sorted and ranked giving tables of the superior lines at each location, the most promising lines for overall agronomic potential in low, intermediate and high rainfall zones.

The computer is able to sort, rank, and calculate scores utilizing hundreds of thousands of bits of information in less than one hour. Thus it is possible to print data summary booklets which are returned to each cooperator prior to the subsequent crossing season. This information is then available to aid the international cooperator in planning parental combinations the following year. Not only does he have data concerning the lines at his location, but he is also able to benefit from information returned on the material from all of the major winter wheat-growing areas of the world.

Finally, the computer has become a valuable field assistant for the agronomist at harvest time. A small programmable calculator (Hewlett-Packard Model 9815) is interfaced to an electronic balance (Mettler PS15). A small gasoline-driven generator (Honda EM400) provides the electrical power so the complete system is portable and can be used directly in the field.

The calculator is programmed to prompt the user for certain necessary information making it possible to use the system without having any knowledge of computer programming or logic. As plots are harvested, the bags of grain are placed on the scale and the entry number and replication number are keyed into the calculator. In less than three seconds, the weight of the bag is transferred electronically to the calculator, printed on a paper tape and stored on a small magnetic tape cassette for later statistical analysis. Bags can be weighed in any order, but time is saved if nurseries are not mixed together.

Certain operating safeguards have been built in the calculator program. The user will not be allowed to enter an entry number or replication number which exceeds the limits of the nursery entered initially. If identifying numbers are entered for an entry for which a weight is already recorded, the calculator prints the weight that is recorded and asks the user if he wishes to record over the data. The electronic connection can be bypassed if desired and weights can be entered manually.

Upon completion of the weighing process, the calculator will search the tape and print identity numbers for any plots where yield data are missing. A printed list of all desired entries can be obtained. Then the calculator performs an analysis of variance for the yield nursery printing several useful statistical parameters such as the standard deviation, coefficient of variation, mean and least significant difference. When prompted by the calculator, the user enters the minimum yield he feels is acceptable. The calculator searches the tape and prints the entry number and average yield of each entry in the nursery which exceeds this level. Finally, the calculator ranks the yield of all entries in a nursery listing the entry number, rank, and yield.

Since the statistical analysis is made immediately in the field after harvest, unpromising material can be discarded at the site and only the best retained for further testing. Once back at the main station, yield data are transferred electronically to a large computer and merged with other agronomic data such as maturity, disease reactions, height and data from previous years enabling the plant breeder to more effectively identify high yielding, stable, disease resistant cultivars which can be released to the producer.

Modern technology has made possible many innovative and useful applications of the computer, but the field is only in its infancy. Many exciting challenges lie ahead. We are limited only by our imagination.

ENCOUNTERING THE COMPUTER

N. H. Scott

In the last several decades, we have witnessed a dramatic computer revolution. Modern technology has placed at our fingertips computing power that was previously reserved for large institutions that could afford to buy a main-frame computer. First generation computers of the 1950s were composed of vacuum tubes and occupied an entire large room. They were very cumbersome machines which required a cadre of experts to operate them. One computer might typically cost three million dollars. Today, computers are available with twice the computing power for under three thousand dollars. The central processing unit is concentrated on a thin chip no bigger than the tip of your little finger. Programs have been made so "user friendly" that anyone can take advantage of the computing and processing power to free man's mind from many of the routine, repetitive tasks.

This mysterious box that we call a computer is really a very simple machine. It is nothing more than a vast collection of switches. It does not have the ability to think or reason and can only do what programmers tell it to do. Since the computer is a collection of switches, it must store and work with data in a binary system. Any number can be represented by a series of switch patterns, 1 meaning "on", 0 meaning "off". For example, the number 125 in base 10 would be represented as 1111101 in base 2. All numbers and instructions are reduced to this binary system and manipulated through electric circuits within the machine.

There are four basic hardware components of a computer: 1) an input device, 2) an output device, 3) memory, and 4) the Central Processing Unit or CPU. In a microcomputer system the input device is usually a typewriter-like keyboard which provides a means for the user to communicate with the CPU. Some systems might employ a light pen or a "mouse", devices which activate certain instructions simply by pointing to a particular choice on a menu. The output device may be a CRT video screen or a printer. Usually you would want both: the video monitor for speed and verification and the printer for "hard copy". The size of the memory of a computer is measured in kilobytes or K for short. To understand this nomenclature, let us consider again that the computer works with a binary system of only two digits, 0 and 1. A binary digit is referred to as a bit. Eight bits form a byte. It takes one byte to represent one decimal digit or one letter or symbol. One kilobyte (1K) is roughly 1000 bytes or exactly 2^{10} (1024) bytes. For most business applications, a minimum of 48K is recommended. This main memory is divided into two basic parts: ROM, read only memory, and RAM, random access memory. ROM is the portion of memory with its information content built in. It is not volatile, that is, it is not lost when the power is turned off. Usually the ROM contains the set of instructions to make the computer operational and to produce a screen display when you turn the computer on. Instructions in ROM are fixed and cannot be altered. The RAM, or random access memory, is actually the working memory of the computer. Its contents are volatile and may be changed, erased, or overwritten. This is the portion which contains the applications program and any data which are being processed so it is the size of the RAM which is crucial. Random access simply means that data and instructions are stored in addressed locations similar to mail sorting slots. To retrieve data in slot 120, for example, it is not

necessary to examine the contents of slots 1-119. You would go directly to slot 120 to retrieve the data. This makes processing much faster. Random access is in contrast to sequential access which is characteristic of magnetic tape. To get to a particular piece of data on the tape, you must read everything that preceeds it.

The fourth component, the CPU, is the heart of the computer. The CPU is the conductor of the data processing symphony. It controls the function and interaction of all the other computer components and resides on a single chip no bigger than the tip of your little finger.

We have described the physical machine, the "hardware", but it is just a fancy, useless machine without the "software" to make it do what we want. Humans communicate with computers through programming languages. It is important to realize, though, that for most applications, software has been written, so it is not necessary to learn a computer language to be able to use a computer.

As we have seen earlier, the computer only understands "1" and "0" so the lowest level language, machine language, is strictly this binary representation. The instruction to add, for example, would be coded as a series of 1s and 0s. While this might be simple for the machine to understand, it certainly is a headache for the human. Fortunately, translation programs, called compilers and interpreters, have been written to break higher level programming languages which are more closely related to human language down into instructions in machine language. When you purchase a language for a computer, you are actually buying the compiler or interpreter.

The most popular higher level languages on microcomputers are BASIC, COBOL, FORTRAN, and PASCAL. Each has its strong points. "Beginner's All-Purpose Symbolic Instruction Code", BASIC", is the usual language for microcomputers. A revision, MBASIC, was especially adapted for use on microcomputers. BASIC is easy to learn and the commands and code are easy to understand. In that sense, BASIC is a simple language but it is capable of handling as complex a task as any other higher level language. It might require more code or more processing time, but the outcome is no different. FORTRAN which stands for "Formula Translation" was designed to give engineers and scientists access to the computer. It permitted these professionals to think in terms of their algorithms and formulas. Computation and complicated algebraic equations are simpler to set up in FORTRAN because it was designed for that purpose. "Common Business-Oriented Language", COBOL, is used frequently in business applications. Its strength is in data processing rather than computation and is used in applications which require sorting, printing, and data management. Because the compiler for COBOL is rather complex and occupies a large portion of memory, its use on microcomputers is limited. PASCAL is a relatively new language that was designed to combine some of the ease-of-use or ease-of-learning features of BASIC with some of the "power" and directness of FORTRAN. The name PASCAL is not an acronym. It was named for the 17th century French philosopher and mathematician, Blaise Pascal. The language that you choose for your microcomputer will be dictated by the software that you select, but if you plan to write any programs yourself, it is important to understand your choices.

There are basically two types of software for a computer: 1) systems software and 2) applications programs. Systems software are the utility programs which take care of routine tasks such as copying one file to another or displaying

text on the screen. Most of the time the operating system is completely transparent to the user. It is important to be literate about the operating system, though, because compilers for higher level languages are written around the operating system. Therefore, certain commercial software will only run under a particular operating system. One of the most popular operating systems is CP/M (Control Programs, Microcomputer).

Applications programs are the ones that work directly for you and they will be written either in batch mode or interactive mode. Batch mode is the original, old-fashioned way of doing things, but it is still useful for large volumes of data that have to be processed routinely. You will probably also be interested in interactive software. You and your staff will handle data in smaller sets and will want the results immediately. An interactive program actually converses with you, asking questions and giving prompts.

Some of the applications software which might be useful in a plant breeding environment are : 1) word-processing, 2) data-base management, 3) spread-sheet analysis, 4) graphics, and 5) statistical design and analysis. There are numerous, excellent commercially available software packages relating to the first four applications. Word processing is a very cost-effective use of a computer. It is invaluable in writing technical papers for publication because corrections and revisions are so simple. A large portion of data processing in plant breeding is a form of data base management. For example, you may have several thousand breeding lines in a germplasm bank which are catalogued for various strengths and traits. With a computer and a good data base management system it is easy to retrieve information on lines with a particular strength, trait, or parentage. Spread-sheet analysis programs are useful in preparing budgets, a necessary evil even in plant breeding programs. They can also be used effectively in trying out various "what-if scenarios". For example, if yield of a crop can be defined in terms of a formula or model, a spread sheet analysis program could be used to easily see the effect of changing one or more of the variables either one at a time or simultaneously. A good graphics system is a helpful application in a plant breeding program, particularly if the software is compatible to the data base management program or the statistical design and analysis system. It is often much easier to grasp concepts and relationships when they are represented graphically. There are a few systems on the market today which can handle statistical design and analysis. One of these, MSTAT from Michigan State University, was written specifically for plant breeding programs and deals with other applications such as the printing of field books and plot tags.

Undoubtedly, there will be other applications that you may identify for which no commercial software is available. You will have to have a programmer write these specific applications for you. However, as a rule of thumb, it is usually better to buy commercial software if at all possible. Programming is quite expensive and when you must pay the entire bill, you might question the cost-effectiveness of the application. Also, commercial programs have been tested on a much wider scale so most of the program "bugs" would have been worked out. In accepting commercial software, however, you usually have to compromise on many "tailor-made" features that you would like. You must make the decision on what is most important to you.

We have looked at the computer and how it works and have seen a few of the many applications of computers in the agricultural sciences. But how would one choose a microcomputer system among the many available today. A systematic procedure to arrive at that choice is usually the best way:

1. Identify your applications
2. Search for the software
3. Identify and specify the hardware
4. Purchase from a reputable manufacturer and dealer
5. Determine how you will handle human engineering problems

It may seem a bit backward not to buy the hardware first, but since some of the software you might wish to use is machine dependent or at least operating system dependent, it is best not to limit your choices so severly initially. First you should list your applications specifically and then search for the software which addresses those applications. The best place to begin is to logically define the input and output of the application, define what kind of data the program will have available to it, the kind of data or output it is supposed to produce, and the format in which the output should appear. If the particular program deals with a data base, be very careful at this step. Don't leave something out of the data base that might be needed later even if your initial application does not actually make use of it. In choosing software, flexibility should be a major consideration. A flexible program uses variables instead of specific quantities so that you can change data easier. Be sure that the software does what you want it to do. Ask for a demonstration and look at the documentation. The documentation is your guide to using the software and it is very important. Poor documentation can make an otherwise good program useless. It is a good idea to do a literature search for software. By actively reading the microcomputer magazines and newspapers, you will regularly see software and reviews. This will give you a good idea of what is available and what the different packages will do.

Once you have pinpointed a software package that does what you want, you may have already limited your hardware options. The software will generally dictate how much RAM is used, how many floppy disk drives are required and what type of peripherals are needed. You also want to be sure that the computer has the proper input/output interface to accommodate the keyboard and any other peripheral devices you may want.

Usually it is best to purchase from one of the larger, more well-known manufacturers. Because of their higher volume, greater size, and reputation for quality, you will more likely get a reliable, high-quality system and repair facilities make the larger manufacturers even more attractive. While you may pay a little more for a system from a larger, more reputable manufacturer, this extra cost is offset by enhanced service and support. Your choice of a dealer or computer store is also important. Look for one that has a good service record who will service the equipment they sell. A larger, well-known store is less likely to go out of business and they usually have more people and greater in-depth technical talent to help you.

Finally, an important part of your decision making should revolve around ergonomics--that is, how the equipment relates to the people who will be operating it. Even if the equipment you choose seems ideal for your applications, it will ultimately fail to serve your needs if it cannot be

operated comfortably and easily.

Computers have become an integral part of our daily lives. When used as a tool they can be a valuable resource in making our work more effective and efficient. There are many innovative and useful applications, but particularly in agricultural sciences, the field is only in its infancy. Many exciting challenges lie ahead. We are limited only by our imagination.

Software references:

MSTAT - A microcomputer software package with capabilities of experimental design generation, statistical analysis and data management.
Address: MSTAT
Dr. Virgil W. Smail
Department of Crop and Soil Sciences
Michigan State University
East Lansing, MI 48824
USA

STATPRO - A comprehensive statistics and graphics database program.
Address: Wadsworth Electronic Publishing Company
20 Park Plaza
Boston, MA 02116
USA

Computer programs for the Cornell Small Grains Breeding Program
Address: Dr. Mark E. Sorrells
Assistant Professor of Plant Breeding
Cornell University
Department of Plant Breeding and Biometry
252 Emerson Hall
Ithaca, NY 14853
USA

GLOSSARY

Word	Definition
applications programs	Software that works directly for you to accomplish a specific task or application. "SOFTWARE" QUE NOS PERMITE REALIZAR UNA TAREA O UNA APLICACION ESPECIFICA.
assembly language	A low-level language one step away from machine language which replaces the direct binary code with mnemonic symbols. LENGUAJE DE NIVEL INFERIOR, PERO SUPERIO R AL LENGUAJE DE LA MAQUINA, QUE REEMPLAZA EL CODIGO BINARIO DIRECTO POR SIMBOLOS "MNEMONICOS".
baud rate	A communications transmission rate. A baud is roughly defined as "one bit per second". LA CAPACIDAD DE TRANSMITIR COMUNICACION. UN "BAUD" SE DEFINE APROXIMADAMENTE COMO "UN BIT POR SEGUNDO".
bit	A "one" or "zero" in a binary number system. The smallest unit of computer data. UN "UNO" O UN "CERO". EN EL SISTEMA DE NUMERACION BINARIO. ES LA MENOR UNIDAD DE INFORMACION DE UNA COMPUTADORA.
bus	A scheme of wiring for a computer — a standard protocol of how all its components are connected together. The bus allows the major portions of a computer to communicate with one another. SISTEMA DE COMUNICACION INTERNO DE UNA COMPUTADORA MEDIANTE EL CUAL LOS DISTINTOS COMPONENTES SE CONECTAN ENTRE SI. EL "BUS" PERMITE LAS PRINCIPALES PARTES DE LA COMPUTADORA COMUNICARSE ENTRE SI.

byte	A unit of computer memory composed of eight bits. UNIDAD DE MEMORIA DE UNA COMPUTADORA COM PUESTA DE OCHO BITS.
compiler	Specialized software which translates an entire program into machine language at one time. "SOFTWARE" ESPECIALIZADO ENTRADUCIR UN PROGRAMA COMPLETO AL LENGUAJE DE LA MAQUINA.
CP/M	Control Programs for Microcomputers. A popular operating system around which much software has been written. "PROGRAMA PARA EL CONTROL DE MINICOMPUTA DORAS". ES UN SISTEMA OPERATIVO MUY POPULAR EN BASE AL CUAL MUCHOS "SOFTWARE" HAN SIDO ESCRITOS.
CPU	Central Processing Unit - does the actual computation or processing and controls communication between physical devices. "UNIDAD CENTRAL DE PROCESAMIENTO". ES LA ENCARGADA DE REALIZAR LOS COMPUTOS O EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION, ADEMAS DE CONTROLAR LA COMUNICACION ENTRE LOS DISTINTOS COMPONENTES FISICOS.
CRT	Cathode Ray Tube display units which resemble television screens and function to show the user both input and output data. "TUBO DE RAYOS CATODICOS" QUE SE ASEMEJA A LA PANTALLA DE TELEVISION Y QUE SIRVE PARA MOSTRAR AL O PERADOR LA INFORMACION INTRODUCIDA EN LA MAQUINA ("INPUT") Y LAS RESPUESTAS DE LA COMPUTADORA ("OUTPUT").
ergonomics	How the computer equipment relates to the people who will be using it. COMO SE RELACIONA EL EQUIPO DE COMPUTACION CON LA GENTE QUE HA DE UTILIZARLO.

floppy disk	A mass storage medium made of flexible plastic treated with a magnetic coating. Data stored on a floppy disk can be accessed rapidly and randomly and is not lost when the power is turned off. MEDIO DE ALMACENAMIENTO DE INFORMACION CONSTRUIDO DE PLASTICO FLEXIBLE Y TRATADO CON UNA COBERTURA MAGNETICA. LA INFORMACION ALMACENADA EN UN "FLOPPY DISK" PUEDE CONSULTARSE RAPIDAMENTE Y AL AZAR. NO SE PIERDE CUANDO SE DESCONECTA EL EQUIPO.
hard disk	Also called "fixed disk". A random access mass storage medium which is sealed in an air tight unit and cannot be removed from its device. TAMBIEN LLAMADO "FIXED DISK". MEDIO DE ALMACENAMIENTO DE INFORMACION DE ACCESO ALEATORIZADO QUE ESTA SELLADO AL VACIO DENTRO DE UNA UNIDAD DE LA CUAL NO PUEDE RETIRARSE.
hardware	The physical tangible device - the visible system EL APARATO EN SI - EL SISTEMA QUE TENEMOS A LA VISTA.
high level language	Programming languages such as BASIC, COBOL, FORTRAN, or PASCAL which more closely resemble human languages. LENGUAJES PARA PROGRAMACION COMO BASIC, COBOL, FORTRAN, Y PASCAL. SE ASEMEJAN ALLENGUAJE HUMANO.
interactive	Software written to "converse" with the user through questions, menus and prompts. "SOFTWARE" ESCRITO PARA "CONVERSAR" CON EL OPERADOR MEDIANTE EL USO DE PREGUNTAS, MENUES Y ORDENES.
interface	A circuit that enables the computer to communicate with some input or output device. CIRCUITO QUE PERMITE A LA COMPUTADORA COMUNICARSE CON COMPONENTES ACCESORIOS A LA MISMA.

interpreter	Specialized software which translates one instruction at a time into machine language. "SOFTWARE" ESPECIALIZADO EN TRADUCIR UNA INSTRUCCION POR VEZ AL LENGUAJE DE LA COMPUTADORA.
K	Abbreviation for kilobytes which is a measure of computer memory. 1K is equal to 1024 bytes or 2 to the 10th power. ABREVIATURA DE KILOBYTE QUE ES UNA MEDID A DE LA MEMORIA DE UNA COMPUTADORA. 1K EQUIVALE A 1024 BYTES (2 ELEVADO A LA DECIMA).
machine language	A low-level language with a very narrow code which is usually binary. Every machine language is machine or CPU specific. LENGUAJE DE NIVEL INTERIOR CON UN CODIGO MUY REDUCIDO (GENERALMENTE ES EL SISTEMA BINARIO). CADA LENGUAJE ES ESPECIFICO PARA UNA DETERMINADA MAQUINA O PARA UN DETERMINADO "CPU".
mass storage	External memory usually on fixed disk, floppy disk or magnetic tape. MEMORIA EXTERIOR. NORMALMENTE, EN FORMA DE "FIXED DISK", "FLOPPY DISK" O CINTAS MAGNETICAS.
modem	A device for connecting a computer with a communications line, typically a telephone line. MECANISMO QUE PERMITE CONECTAR UNA COMPUTADORA CON UN SISTEMA DE COMUNICACION EXTERNO, GENERAL MENTE CON UNA LINEA TELEFONICA.
operating system	The software which operates the computer and controls communication between the CPU and peripherals. Usually it is transparent to the user. "SOFTWARE" ENCARGADO DE "MANEJAR" LA COMPUTADORA Y CONTROLAR LA COMUNICACION ENTRE EL "CPU" Y LOS COMPONENTES PERIFERICOS. NORMALMENTE ES TRANSPARENTE PARA EL OPERADOR.

parallel interface	A circuit which transmits a bit of information along a separate wire so that several bits can be transmitted at once in parallel. CIRCUITO QUE TRANSMITE UN "BIT" DE INFORMACION POR CABLES SEPARADOS DE TAL FORMA QUE SE PUEDEN TRANSMITIR VARIOS "BITS" SIMULTANEAMENTE EN PARALELO.
RAM	Random Access Memory - Volatile memory which can be changed and overwritten and is lost when the power is disconnected. MEMORIA DE ACCESO ALEATORIZADO - MEMORIA "VOLATIL" QUE PUEDE SER ALTERADA Y VUELTA A ESCRIBIR Y QUE SE PIERDE EN EL MOMENTO DE DESCONECTAR LA MAQUINA.
random access	Information is retrieved using an address so that any item can be retrieved without going through all the items that preceeded it. LA INFORMACION SE LOCALIZA POR MEDIO DE SENAL DE LLAMADA. CUALQUIER ITEM PUEDE SER LOCALIZADO IMMEDIATAMENTE SIN NECESIDAD DE REVISAR TODOS LOS DEMAS.
ROM	Read Only Memory - the portion of memory with its information content built in. The content will not disappear even if the power is turned off but the content cannot be changed. ROM is also called "firmware". LA PARTE DE LA MEMORIA DE LA MAQUINA, CON SU CORRESPONDIENTE INFORMACION, QUE NO DESAPARECE AUN CUANDO SE DESCONECTA EL APARATO EL CONTENIDO DE "ROM" NO PUEDE ALTERARSE. TAMBIEN LLAMADO "FIRMWARE".
serial interface	A circuit which transmits data one bit at a time along the same wire. CIRCUITO QUE TRANSMITE UN BIT DE INFORMACION POR VEZ SOBRE EL MISMO CABLE.
software	A set of instructions that tell the hardware specifically what to do. GRUPO DE INSTRUCCIONES QUE LE INDICAN AL "HARDWARE" LA TAREA QUE ESPECIFICAMENTE DEBE REALIZAR.

THE TRAINING OF FUTURE SCIENTISTS

W. E. Kronstad

A major component of the Oregon State University (OSU), United States Agency for International Development (USAID) and the International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT) wheat germplasm enhancement program, is the training of dedicated and gifted young scientists. This aspect of the international program addresses the basic need found in many countries and that is the lack of a critical mass of trained people to develop and extend the necessary appropriate technology to increase food production. This graduate program leading to the M.S. and Ph.D. degrees has as its basic philosophy illustrated by an old Chinese proverb, "If you give a person a fish, he will nourish himself for a day; but if you teach a person to fish, he will nourish himself for a lifetime".

To date, more than 60 persons representing 21 countries have completed their graduate work as members of this research team. Their subsequent contributions as agricultural leaders in their respective countries are truly outstanding and the pride of all of those associated with the program. Several of the former students are now cooperators in the germplasm enhancement and evaluation phase of the program.

Oregon State University is in a unique position to provide a meaningful educational experience in many areas of cereal improvement with special emphasis in plant breeding and genetics. All students in the program receive a broad academic background which involves other disciplines such as plant pathology, soils, botany, and extension methods, to mention a few. The great environmental diversity found within the State of Oregon provides an excellent laboratory where nearly every biological stress influencing cereal production can be found. Likewise, the international wheat germplasm enhancement program in cooperation with 54 countries provides an effective vehicle in which to train students in interdisciplinary research. The program at OSU also complements the nondegree practical training available at CIMMYT and other international centers.

The graduate program is designed to provide future scientists with the most up-to-date and appropriate training possible. Should additional proficiency in English be desired, there is an English Language Institute located on campus. There is sufficient flexibility in the coursework to design programs to meet the needs of each student. This is also true in developing a research project for the thesis. Researchable problems are selected in keeping with the appropriate needs of one's own country. Where possible, students can do their thesis research in their own countries or at one of the international centers. Currently, one student is doing his research in Colombia, while other students have completed their research at CIMMYT or the International Rice Institute (IRRI).

Each student is also assigned some aspect of the international germplasm enhancement program. In this way, they become familiar with the germplasm and breeding methods employed. It is not the intent of the program to emphasize one breeding strategy, but rather to provide the student with a program upon which they can compare and subsequently modify based on the conditions which prevail in their own countries. Every student is expected to work in the program and

share in all phases of the program from crossing, note taking, selecting, harvesting and preparing materials for planting. Usually during the student's final years in the program, they are occupied primarily with their own thesis research.

The development of a professional attitude is established by stressing the scientific approach to solving researchable problems, the importance of scientific integrity in reporting results and the discipline and dedication necessary if one is to make the necessary contributions. Since these students will become leaders, it is also important to develop leadership skills. This is accomplished by having students serve as moderators or chairpersons in seminars, presenting papers at various professional meetings, or visiting with farmer groups during field days or directing various aspects of the cereal research program. Also, the team concept of conducting research, where people from different disciplines interact while working on a common problem is featured.

A fundamental learning experience is that there is dignity in working in the field and to sweat and get one's hands dirty. Here, the professors work right beside the students in an environment which is very conducive to learning how to breed plants. Since many of these students upon returning home will be required not only to develop new technology through research, but also to disseminate appropriate information at the grass roots, the philosophies and techniques of the extension system are stressed. This is done by visiting with farmers and learning of their concerns and how to communicate with them in the most effective manner.

A significant feature of the program is the interpersonal relations between students and between the students and staff. Each team member is vitally concerned with the well-being of his or her colleagues whether it be in or outside the classroom or perhaps in conducting their respective thesis research. Again, emphasizing the importance of the "espirit de corps" among the team members. As a result of the wheat improvement program, staff members from OSU travel to many countries each year, thus having the opportunity to interact with former students on a continuing basis.

One of the major goals involves institutional building and training within developing countries. Here it is critical to develop a critical mass of scientists and extension specialists to be effective. A very successful effort in this regard was the wheat improvement program in Turkey. As a part of this program, 15 very dedicated and outstanding young scientists were trained at OSU with several others receiving degrees from other universities. Together they formed a team so that when scientists from OSU, CIMMYT, and the Rockefeller Foundation left Turkey, a nucleus of valuable scientists were in place. Today, Turkey has one of the best cereal research teams found anywhere, and wheat production continues to raise from 7 million metric tons in 1968 to nearly 17 million metric tons today.

The regional or in-country seminars which is another component of the total international wheat improvement program is also used to assist former students in establishing strong and aggressive research and extension programs in their own countries.

Plant breeders are very much concerned about the quality of their germplasm. So it is with the graduate training program. The success of this program lies in

the fact that excellent genetic diversity has been available in the form of very outstanding young people. Those at OSU consider it an honor and a privilege to be associated with those who come for graduate training. It is an assumed obligation that they should receive the most meaningful educational experience as possible, an obligation the staff readily accepts. This perhaps can be found in another saying which typifies the program. "If you are planning for tomorrow - plant a seed; if you are planning for a generation - plant a tree; if you are planning for a lifetime - plant an idea." It is our goal to plant an idea so that sufficient food can be produced and distributed in such a way that everyone on this earth will have a better life.

THE WHEAT EXTENSION PROGRAM

C. Baque

The extension activities on wheat throughout the country are based on a program started in 1977. This program also includes other products (grains, oil seeds, beef, milk, etc.) and social topics of importance in the area as they relate to each of the participating agencies.

Programming has been based on a study of situations conducted by all the extension agencies including the following aspects:

1. Geographical location
2. Climate
3. Population
4. Institutions
5. Services
6. Company (business) distribution/unit area
7. Company distribution according to tenancy
8. Natural resource analysis
9. Analysis of the life conditions of the rural family
10. Agricultural production analysis
11. Livestock analysis
12. Production commercialization

The factors limiting productivity of each topic area arose from the agricultural and livestock analysis. These were grouped into two types of problems: 1) those for which there was information available, and 2) those for which no solution was known.

The first group were the obvious problems that had to be faced through an extension action and the remaining problems needed to be submitted for consideration to the experimental stations. According to their importance, they might or might not give origin to research projects.

This analysis stage was carried out by extension personnel and researchers in a genuinely integrated action and that, without a doubt, was of great advantage for the development of the activities to date.

The problems with known solutions were order by priority, considering several factors such as: 1) quantity and quality of information available, 2) quantity of affected people, 3) economical importance, 4) farmer attitude (degree of acceptance of possible solutions), 5) regional and national importance, 6) urgency, among others. The existing limitations for the application of the available solutions were also considered.

As a result of this process, each extension agency made its extension program. The major goal of these programs was the improvement of the standard of life in the rural population. The extension programs included partial objectives considering each of the improvement products of the area. It also included partial objectives of social aspects that are aimed toward the improvement of housing, health and nutrition of the rural family, among others.

The regional extension program is composed of all programs of the extension agencies. Wheat is present in the extension program and 98 extension agencies

include wheat as a partial objective in their programs.

Characteristics of the Wheat Extension Program

General Objective - Improvement of efficiency in the production of wheat

EE participants 18; AER participants 98

Each partial objective has been divided into topics (work themes) for better evaluation. These topics are:

1. Soil selection and preparation
2. Fertilization
3. Cultivars
4. Planting
5. Crop management
6. Insect pests
7. Diseases
8. Weeds
9. Harvest and handling of the production

Each work theme also has a variable number of specific objectives that define with precision the technique to be disseminated (distributed).

Methodologies for the development of the program

The wheat extension program has been developed through the traditional method of individual contact which involves consultation and visits, by group methods of meetings with or without demonstrations and by using the media, radio, newspapers, pamphlets and to a lesser degree, television.

It should be emphasized that the extension programs carried out last year involved professionals of the official and private sectors who participated in Actualization Meetings (Jornandas de Actualizacion) organized by the experimental and extension agencies. It also should be mentioned that the extension agencies organized groups of information exchange.

These activities attempt to enhance the distribution of technical information.

Deserving special mention is the integration of research and extension activities involving trials and demonstrations in fields of participating farms. This approach provides local information for those areas that have ecological differences with the experiment station locations. For such areas, the information obtained on experimental stations is less trustworthy.

These types of trials were conducted on several experimental stations, outlining the work done at Balcarce, Marcos Juarez and Pergamino. It is important to point out the active participation of the farmers, agricultural institutions and commercial organizations in the development of a network of experimental plots and trials. Their participation also includes offering the fields for experimental trials, financial contributions and loans of machinery and labor. The encouraging results of this integrated work are: knowledge of the possibility to increase wheat production through the use of nitrogen and phosphorous fertilizers, the adjustment techniques for determination of

phosphorous in soil analyses, the determination of the minimum phosphorous and nitrogen levels under which responses to fertilization begin, fallow and previous crop influence in fertilizer use efficiency, crop response to different planting seasons, adjustments of the plant densities and new planting systems.

These activities noticeably widened the quantity and quality of available information on growing wheat in a vast region of the country. Not only does it open new possibilities for the crop but also contributes to training participating professionals. In all cases, the experimental plots and trials were used for visits with farmers, professionals, and managers.

Production Contests

The production contest conducted in some parts of the country such as in Tres Arroyos and 9 de Julio should also be mentioned. The results obtained at these locations verifies the advantages in spreading production technology such as it was observed for two consecutive years in corn at the location of Carabellas .

Activities Developed by the Wheat Extension Agencies

At the same time the extension program that developed, a system was initiated to record activities monthly at the regional level. At the national level, the information is recorded by computers. Since 1981/82, the information has been sent directly by the extension agencies to the data computation service.

Following is information corresponding to the last four wheat seasons:

PERCENTAGE OF CONTACTED FARMERS

	EE Participants	AER Participants	Potential Audience*	Audience Contacted**	%
1979/80	11	85	51,664	8,976	17.4
1980/81	12	91	61,237	9,301	15.18
1981/82	12	98	62,500	10,440	16.70
1982/83	12	98	62,500	15,081	24.60

*Estimated number of farmers who grow wheat

**Number of farmers who had one contact with Extension

It should also be pointed out that in addition to the farmers, there are other categories, as listed in the following table, showing the consultations and visits computed in the period 1979/80 to 1982/83.

Regarding the professionals contacted by extension, the numbers reached 1,413 for 1981/82 and 2,309 for 1982/83.

	Consultants				Visits			
	79/80	80/81	81/82	82/83	79/80	80/81	81/82	82/83
Farmers	6,413	11,948	11,092	12,518	2,293	4,131	3,941	5,331
Youth	410	540	256	293	129	119	130	174
Demonstrators	318	469	350	266	465	574	378	297
Collaborators	901	800	544	522	663	829	514	565
Farming and Livestock Organizations	779	1,367	738	815	642	1,165	1,215	1,404
Other Organizations	579	1,350	1,766	1,843	258	638	974	1,222
Professionals	140	2,054	2,084	2,109	78	668	536	670
TOTAL	9,540	18,528	16,830	18,640	5,168	8,134	7,688	9,689

GROUP ACTIVITIES

Number of Meetings	79/80	80/81	81/82	82/83
With demonstration	62	70	108	137
Without demonstration	107	289	614	856
TOTAL	169	359	722	993

GROUP ACTIVITIES AUDIENCE

	79/80	80/81	81/82	82/83
Producers	1,888	4,634	7,117	8,791
Youth	420	1,369	935	1,615
Demonstrators	74	68	188	163
Collaborators	267	264	435	474
Farming and Livestock Organizations	87	162	480	547
Other Organizations	42	168	640	728
Professionals	133	720	1,557	1,664
TOTAL	2,926	7,385	11,385	13,033

Results

Even though there have been no systematic evaluations of the results arising from extension activities from 1978 to the present there are estimated values which have been calculated every year by each extension agency. These estimates show the existing tendency to adopt the recommended practice. The practices having the most positive tendency for adoption in each region are:

Anguil:	field selection-fallow-recommended cultivar-season and plant density, weed control
Bordenave:	weed control
Balcarce:	fallow-fertilization-cultivars-planting season
Famailla:	cultivars-pest control
Marcos Juarez:	soil preparation-rotations-fertilization-cultivars-pest control and weed control
San Luis:	cultivars-planting density-pests
Manfredi:	weeds-pest control
Parana:	cultivars-pest and weed control
Pergamino:	fallow-rotations-cultivars-fertilization-plant density, pest and weed control
Saenz Pena:	fallow-cultivars-plant density-fertilization-pest and weed control-field and planting time selection
Rafaela:	fallow-fertilization-cultivars-pest control, and planting season

The yields of the farmers who apply the package of techniques available for wheat are noticeably different from the averages for each area. This difference has been over 100% in many areas. This means that there is an extremely wide gap between the highest and the lowest yields, providing a challenge for the professionals in extension. However, it is also important to emphasize that wheat registered a yield increase of 19.9 kg/ha per year from the 1960-61 to 1981-83 seasons. It is obvious that in addition to the newly available technology, the extension action has also made an important contribution.

Previous reference was made to the importance of integrated extension and research activities making it possible to conduct experimental plots and trials in farmers' fields. The demonstration activities on the use of fertilizer that have been conducted for the last four years in the area of the EERA Pergamino are showing positive results in the present season (1983/84). The practices are being accepted (dissemination). More than 899.500 hectares were planted by 18,520 farmers and approximately 18% of these farmers have fertilized about 19% of the total area. Likewise, 13% of the farmers carried out soil analysis. In the areas of Chivilcoy, Bragado, May 25 and July 9, where the practice of fertilization was almost unknown three years ago, approximately 15% of the area was fertilized during the 1982/83 crop season. Eleven percent of the farmers have fertilized and a similar percentage of farmers have used soil analysis.

It should be noted that the extension specialist believed that these numbers could have been higher had it not been for financial problems, lack of product supply, and low availability of machinery to apply fertilizers.

On the other hand, there is total agreement that the level of trial adoption has been very favorable. This is because of effective demonstration based on experimental trials conducted in previous years.

Finally, it should be pointed out that an intensive campaign has been initiated for the present year, an intensive campaign to spread the wheat technology. Its goal is to improve the quality of production.

The campaign has developed satisfactorily and the number of participants in the extension activity from June to August are as follows:

AUDIENCE ASSESSED IN DIRECT FORM

	June	July-August
Producers	3,633	4,141
Youth	226	237
Demonstrators	61	87
Collaborators	145	195
Farming and Livestock Organizations	247	655
Other Organizations	384	333
Professionals	574	603
Others	12	35
TOTAL	5,282	6,286

	Extension contacts	Visits
Producers	5,472	1,839
Youth	107	74
Demonstrators	126	120
Collaborators	222	220
Farming and Livestock Organizations	422	532
Other Organizations	846	443
Professionals	1,079	283
Other	19	7

Meetings held: 329

Attendance at meetings:

Producers	3,616
Youth	349
Demonstrators	26
Collaborators	126
Professionals	726
Farming and Livestock Organizations	217
Other Organizations	238
Others	24
TOTAL	5,324

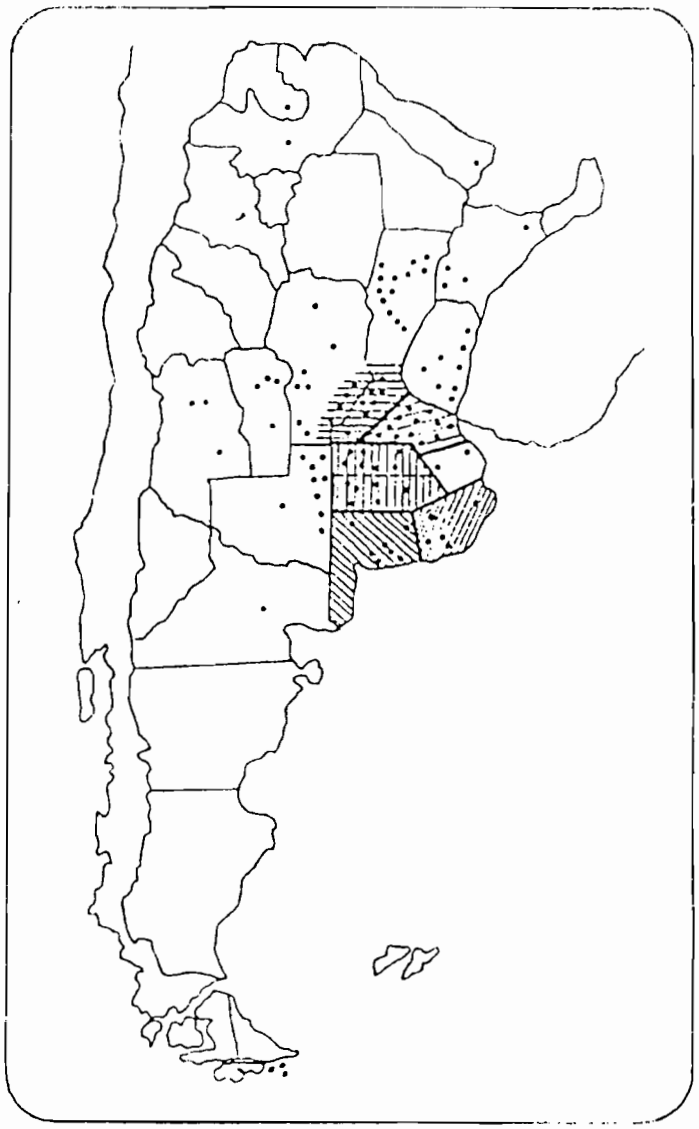
The activities during the last part of the crop cycle have not yet been recorded. The demonstration meetings will take place in the production fields and plots, as organized in the majority of the extension agencies.

To close this brief review of the activities in wheat, a reference to mass media must be made. Each extension agency has made use of the mass communication media available within its jurisdiction depending on its access to them. The radio programs, as well as the farm and livestock supplements, agencies bulletins, etc., have contributed to disseminate the information.

REGIONAL ACTIVITIES OF EXTENSION IN WHEAT

E. A. Fonseca

CREA (Regional Consortium of Agricultural Experimentation) are groups of farmers from the same region who form a society (consortium) to improve their production techniques and their training. Currently, there are 138 CREA groups (definitive) in the Argentine Republic. They are distributed in different areas; however, they are more concentrated in the areas of high production potential. The distribution and concentration of the groups can be observed on the following map.



Eight to twelve farmers constitute one CREA. They meet once a month on one of the farms. During these meetings, they analyze the plans and development of production programs, exchange experiences and study the application of new cultural practices, evaluating the economic and technical feasibility of the techiques. Each CREA has a technical advisor who visits the farms every month and participates in the meetings.

The totality of the CREA groups constitute AACREA (Argentine Association of CREA). This association consists of a:

- -Board of Directors
- -Institutional Department
- -Department of Studies
- -Department of Economy
- -Media Department
- -Administrative Department

Each of these departments helps the groups in their respective areas. Contributions from the farmers and grants from cooperative projects with different institutions constitute the source of finance for CREA and AACREA. AACREA has cooperative projects with official institutions; however, most of them involve technical cooperation.

Source of Technical Information

Technical information used, analyzed and disseminated by CREA comes from different sources. The sources most frequently used are INTA (National Institute of Agricultural Technology), the universities, the Regional Research Centers and its own information. CREA has two ways of developing technical information: survey and experimentation. In the particular case of wheat, farmers from the most important wheat regions fill out papers with detailed information of each of their cultivated fields each year. This information is later processed and conclusions are drawn concerning harvested areas, yield, performance and participation of the differerent varieties, and reaction to different cultural practices such as herbicides, fertilizers, soil management, etc. From the information arising from the surveys, and according to the farmers' interests, trials to test new cultural practices are conducted.

Dissemination Methods

One of the principal goals of CREA is to disseminate the adopted techniques among the farmers of its area. CREA uses different methods such as periodical publications (every month or every two months) and special publications. Technical meetings which the farmers and professionals attend are organized to exchange ideas and knowledge. Many such meetings are "field days" including tours of the crops and discussions about the technology used.

Wheat Production

I would like to make some personal observations about extension activities and the possibilities of advancement in the area of wheat production. As is true in other crops, advances in wheat yield have not occurred continuously, but rather in peaks and plateaus. The last important peaks were caused by the introduction of Mexican germplasm and the increase of cultivated area from the extension of

the soybean-wheat system in the areas north of Buenos Aires and south Santa Fe provinces, which consequently lowered the corn acreage in these areas.

Technologic improvement always results in more income for the farmers; therefore, these techniques are generally adopted more easily by the farmer. If this new technology leads to a large difference in production and economics for the farmer, then the technology will be accepted much faster. The farmers are always ready to accept new techniques if they understand clearly that they will be more profitable. Imposing technology through legislation only limits the acceptance of the new technology. Education rather than legislation is the way to promote technologic development. Extension as part of education must be based on the transmission of complicated knowledge in the form of explanations that farmers can easily comprehend. These explanations must be related to the belief that the technology will bring success and technologic advances. One approach to success is to periodically revise goals and plans to be sure of the value of the steps to follow. Under the present situation, the increase in wheat production in Argentina will be related to yield increase. This yield increase is also influenced by genetic advances and crop management techniques. Considering the genetic advances, I believe that some concepts should be reviewed considering the possibility of diversifying the quality of our wheat. The diversification of quality should be related to the appropriate handling of wheat production to avoid a global quality deterioration of Argentine production. The yield increase by the improvement of crop management techniques is closely related to the improvement of the crop nutrition level. This improvement should arise not only from more intense use of fertilizer but also from better rotation and tillage practices. It should be kept in mind that to maintain the fertility level of the soil is a basic responsibility.

I am convinced that communication is the most effective way to achieve an increase in production. Good communication channels will allow the fastest spread of new techniques. Also, appropriate communication among researchers in different fields and among people in production will speed advances and the reality of being able to feed more people.

EVOLUTION OF THE WHEAT CROP IN THE LAST TWENTY YEARS IN THE AREA OF THE REGIONAL EXPERIMENT STATION AT MARCOS JUAREZ

Miguel A. Peretti

I. INTRODUCTION

The area influenced by the station of Marcos Juarez, INTA is in the center of the Argentinian Republic. The various departments are in the southern provinces of Cordoba and Sante Fe (Figure 1). The farming and animal husbandry area of this region consists of 3,943,000 hectares distributed among 18,573 established farms. The average area of 212 hectares for an individual farming business would be classified as small and medium in size and this is typical as shown in the following table:

Classification	Hectares 0-25	26-100	100-400	>400
Number of farms	2009	7429	7377	1758
Percentage of total farms	11%	40%	40%	9%

The tenure system that prevails is one of propriatorship. Approximately 82% of the farms are managed by owners of the entire farm (62%) or part of the acreage (20%).

The region described is not homogeneous as regards its natural conditions (soil, climate, etc.). It has been divided into 5 large homogeneous ecological zones (Figure 1):

Zone No.	Description
5	Subhumid plain
6	Salty lowlands
7	Humid undulated pampa
8	Plain with sandy loam soil
9	Plain having sandy soils with dunes

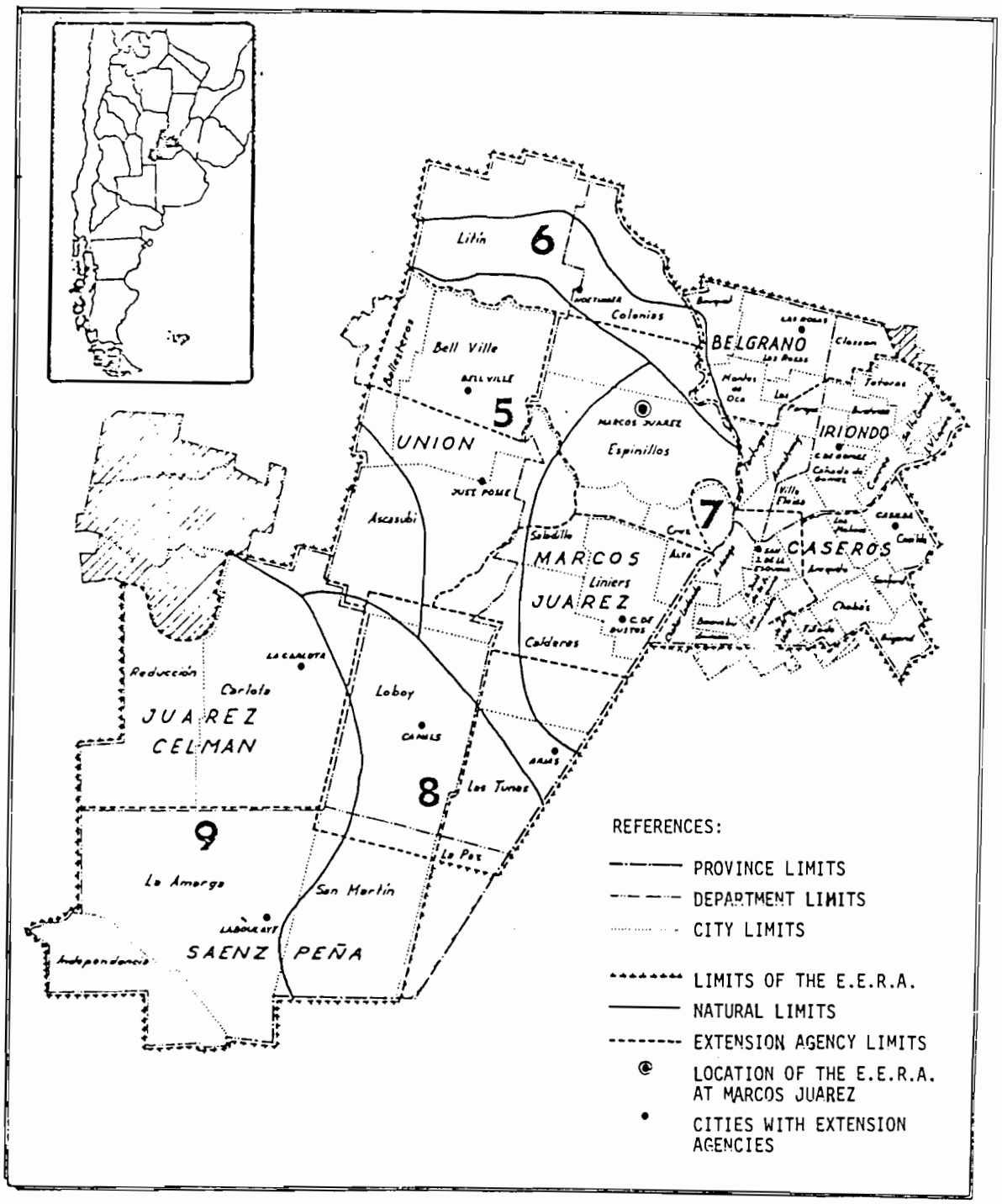
The conditions for agriculture are very favorable in zone 7 and then gradually become more unfavorable toward the southwest (zone 9).

The majority of the farms operate mixed production systems combining agricultural and livestock activities.

The main agricultural crops of the region are: wheat, soybeans, corn, and grain sorghum. These crops have covered 90.6% of the area dedicated to agriculture in the last triennium 1979/82.

As regards livestock, the most important activity is the production of beef cattle (3,187,400 head) and to a lesser extent, swine production (595,325 head) and dairy production (393,951 milking cows and calves) according to a 1977 census.

FIGURE 1: AREA OF THE REGIONAL EXPERIMENTAL STATION OF MARCOS JUAREZ AND ITS LOCATION IN ARGENTINA



BEST AVAILABLE COPY

II. Evolution of wheat

Wheat has been one of the most important crops throughout the entire area of the EERA Marcos Juarez (Table 1). It is cultivated on approximately 80% of the 18,600 farms of the region.

Table 1 shows the area cultivated in wheat for the region and its proportion of the total agricultural area for the years considered.

The two periods, 1960/63-1970/73 and 1970/73-1979/82, were very different from the remaining years in the evolution of the crop.

The regressions of the triennial averages of the cultivated area for the main crops of the region are shown in Table 2 and Figure 2. The observed tendencies are very clear (except for grain sorghum -R^2=35.8- in the period 1970/73-1979/82) and can be summarized as follows:

Period 1960/63-1970/73

Wheat	Δ -45.973	ha/year
Corn	Δ +15.459	"
Grain sorghum	Δ +17.576	"
Remaining crops	-	
Livestock	Δ +12.983	ha/year

Period 1970/73-1979/82

Wheat	Δ +44.359	ha/year
Soybean (1a)	≅Δ +10.000	"
Soybean (2a)	Δ +47.694	"
Corn	Δ -23.620	"
Grain sorghum	Δ -7.412	"
Remaining crops	-	
Livestock	Δ -23.327	ha/year

The 1960s were characterized by the following:

1. Stagnation of wheat yields with an average of 1,300 kg/ha.
2. Improvement of corn production per hectare (introduction of hybrid corn which was generally adopted during this period).
3. Introduction of the cultivation of grain sorghum.
4. Favorable cycle in the prices of livestock.

These facts produced a spectacular reduction in the area cultivated with wheat during this period to such a point that if this tendency had continued, wheat would have disappeared from the region by 1980.

In the 1970/73 triennium, wheat decreased to its lowest acreage in the area and during the following period, two factors totally transferred the tendencies and activities in the production system.

The first factor was the introduction of soybeans, a new crop to the area. This crop quickly spread during the second period 1970/73-1979/82 (22,451 cultivated hectares in 1970/73; 510,093 hectares in 1979/82).

Table 1: Land Use in the E.E. R.A. Marcos Juarez Area

Years	Wheat (1) Hectares	Corn (1) Hectares	Grain-Sorghum (1) Hectares	Soybean (1) Hectares	Sunflower, (2) Millet, & Oth. Hectares	Harvested Area Hectares (3)	Planted Area (4) Hectares	Area With Cattle (5) Hectares	Total Area (6) Hectares
1960 / 1963	740.700 (57,9 %)	395.200	69.600	-	111.000 - 185.000 -	1.316.500 -1.390.500-	1.548.800 (39,3 %)	2.394.200 (60.7 %)	3.943.000
1970 / 1973	331.200 (28,0 %)	539.400	213.300	6.400 - 21.300 -	111.000 - 185.000 -	1.201.300 -1.290.200-	1.413.300 (35,8 %)	2.529.700 (64,2 %)	3.943.000
1979 / 1982	734.600 (42,6 %)	389.400	146.200	99.400 -497.000 -	111.000 - 185.000	1.480.600 -1.952.200-	1.721.600 (43,7 %)	2.221.400 (56,3 %)	3.943.000

Sources:
(1) Our own analysis of the annual data from the "Servicio de Estimaciones Agrop. de la Soc. de Agric. y Gan. de la Nacion".
(2) The 1960-80 average was taken as a constant value for all the small crops of the region.
(3) Addition of the previous columns.
(4) Calculations based on the average non-harvested area from the "SEAGN".
(5) The difference between 6 and 4.
(6) Total agrarian area of the region according to the last Agrarian National Census (1974).

BEST AVAILABLE COPY

Table 2: Tendencies of the harvested area in the region of the E.E.R.A. Marcos Juarez in the last 20 years

	Period 1960/63 - 1970/73	Period 1970/73 - 1979/82
Wheat	$ScT = 872.206 - 45.973\ X$ (R^2 91,83)	$ScT = 306.222 + 44.359\ X$ (R^2 93,52)
Soybeans	- -	$ScSi = -92.343 + 57.694\ X$ (R^2 95,21)
Corn	$ScM = 374.809 + 15.459\ X$ (R^2 98,21)	$ScM = 556.095 - 23.620\ X$ (R^2 84,25)
G.Sorghum	$ScSg = 9.782 + 17.576\ X$ (R^2 84,25)	$ScSg = 251.752 - 7.412\ X$ (R^2 35,83)

BEST AVAILABLE COPY

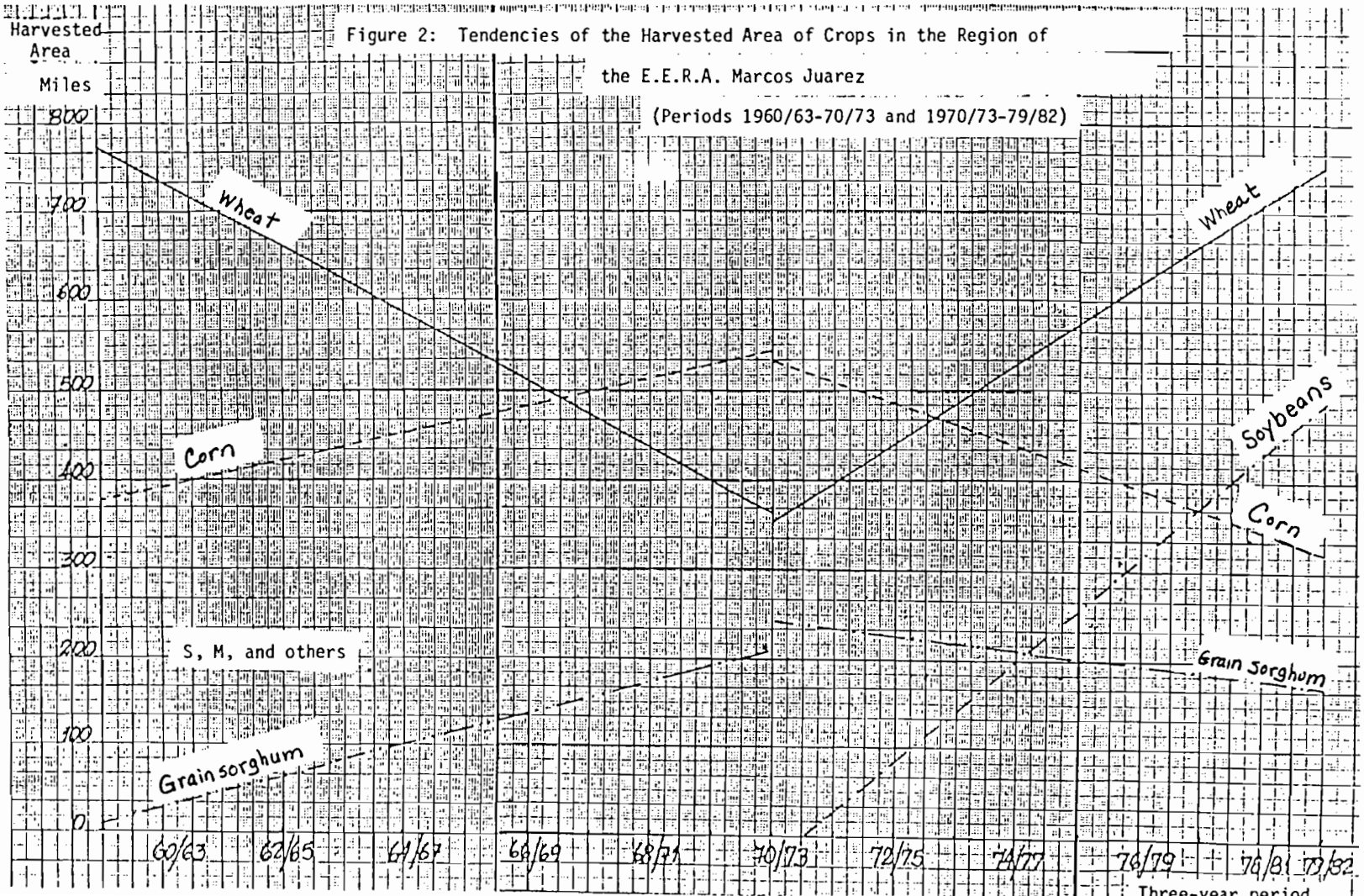


Figure 2: Tendencies of the Harvested Area of Crops in the Region of the E.E.R.A. Marcos Juarez (Periods 1960/63-70/73 and 1970/73-79/82)

BEST AVAILABLE COPY

The soybean crop was introduced by the farmers basically as a double crop after wheat. (Approximately 78 to 82% of the cultivated area of soybeans was planted after wheat in this decade.)

The introduction of the soybean crop produced a reversal of al recent tendencies and the wheat crop reverted to a similar area as it had experienced in the previous decade.

The second factor occurring after the 1970/73 triennium was the appearance in the area of the first wheats with Mexican germplasm. This germplasm had high yield potential and with this available genetic material, the program of wheat research was initiated with INTA. The widespread acceptance of the new varieties among the farmers of the region made possible increased wheat yields per hectare (mean yield 1960/63-1970-73: 1,319 Kg/ha and 1970/73-1979/82: 1,826 Kg/ha). This contributed to a revision of the tendency of the crop's cultivated area during the past decade.

III. Economical aspects of the change in the tendencies.

The high relationship that exists between the recuperation of the wheat area and the spread of soybeans can be verified by the regression of the increased area cultivated to wheat as a function of the area in soybeans during the period 1970/73-1979/82:

$$Sc\ T = 76.129 + 0.85\ Sc\ S; \quad (R^2\ 81.09)$$

The fundamental cause of the adaptation of the double crop wheat-soybeans has been of an economic nature.

The tables that are further presented correspond to the homogeneous ecological zone 7 of the EERA Marcos Juarez (Figure 1).

The yields, prices, and production and commercialization costs of the main crops of area 7 enable us to calculate the average gross margin per hectare in past years.

The average yields of the 1977/82 quintennium for the main crops were*:

Wheat	2,050	Kg/ha
Corn	4,150	"
Grain sorghum	3,950	"
Soybeans (first)	2,600	"
Soybeans (second)	1,900	"

*Ecological homogeneous zone 7 close to ± 25 Kg.

The average prices for the same period measured in permanent currency (deflated by the index of non-farming/livestock wholesale prices) were:

Crop	Dollars (in millions) from 1960/100 Kg.
Wheat	290.00
Corn	222.00
Soybeans	475.00
Grain sorghum	185.00

The production cost per hectare of the above mentioned crops and the crop and marketing costs as percentage over the product value have been averaged to constant currency. The operative costs include labor, fuel and oil, spare parts, tractor and equipment replacements and repairs, tractor and equipment depreciation, seed, inoculants and agrochemicals of the technological packet used in each crop by the average farmer of the area.

The harvest costs include the lease of machinery. Leasing is the method most commonly used by the farmers of this area. The contractor's tariffs oscillate between 8-10% of the harvested crops' market value.

The marketing costs expressed in percentage of the product value include: transportation, administration, loading and unloading, direct taxes, and drying expenses in the case of corn and soybeans.

Table 3. Operation, harvest and marketing costs $\overline{X}$ 1977/82*

Cultivar	Average Operation Cost $ 1960 per Ha.	Market and Harvest Cost in % of the Product's Price		
		Market%	Harvest%	Total%
Wheat	15.79	16	8	24
Corn	15.87	22	8	30
Soybeans (1a)	28.29	14	10	24
Soybeans (2a)	22.57			
Sorghum	13.28	24	8	32

* Source: Department of Economics and Statistics annual cost information of the EERA Marcos Juarez

Based on the average data for the yields, prices, and costs presented up to this point, the grain margins per hectare for the crops of the region are presented in Table 4 and the production alterations are listed in decreasing order in accordance to their gross margin per hectare in Table 5.

Table 4. Gross Margins per Hectare ($\bar{x}$1977/82) for the Main Crops of the EERA Marcos Juarez (ZEH 7)

Index	Wheat	Corn	Soybean(1st)	Soybean(2nd)	Sorghum
1 Mean yield (Q/Ha)	20.50	41.50	26.00	19.00	39.50
2 Grain revenue ($/Ha)/100	59.45	92.13	123.50	90.25	73.08
3 Operation cost ($/Ha)/100	15.79	15.87	28.29	22.57	13.28
4 Market and harvest ($/Ha)/100	14.27	27.64	29.64	21.66	23.39
5 Grain margin ($/Ha)/100	29.39	48.62	65.57	46.02	36.41
6 Margin/reversed weight	186%	306%	232%	204%	274%

(1) G.R.= (1) x Rosario part market price
(3) from Table 3
(5) G.M. - (2)-(3)-(4)
(6) $= \frac{(5)}{(3)} \times 100$

Table 5. Comparative Gross Margin per Hectare for Yields and Average Prices 1977/1982 (ZEH 7)

Crop	Yield	Gross Margin per Hectare $ m/n of 1960	$ as of Nov. 1983	Index
Soybean/wheat	2050/1900	7,451.00	4,600.00	100
1st Soybean	2600	6,556.00	4,000.00	87
Corn	4150	4,862.00	2,966.00	64
Grain sorghum	3950	3,641.00	2,221.00	48
Wheat	2050	2,939.00	1,793.00	39

The values of Tables 4 and 5 clearly show the comparative advantage of the double crop wheat/soybean alternative over the other crops.

The results of Tables 4 and 5 represent average margins for the area in the last five years. However, there are fundamental differences depending on the productivity and the market prices of the different products.

These results clearly explain the large expansion of the soybean crop in the area and the resurgence of wheat from the early 1970s to the present.

DRYLAND CEREAL PRODUCTION FROM A PRODUCER'S VIEWPOINT

Larry Kaseberg

My name is Larry Kaseberg. I live on a 1,600 hectare wheat and cattle ranch in North Central Oregon. It has been in the family for four generations. My wife, Sherry, and I attended Oregon State University where I graduated in the School of Agriculture. We live on the farm with two of our sons, daughter-in-law and a grandson. Two of our sons have completed four years of college having studied business, agriculture and metal and wood construction skills. The other two sons are attending universities in Oregon and Washington. We also have one hired man full-time on the ranch.

Our farm is a wheat-fallow rotation operation with an average annual rainfall of 250 mm (10") mostly coming in the fall and winter months. Our soil is a deep sandy silt loam with excellent water-holding capabilities. Unfortunately, it is susceptible to wind and water erosion. We have 800 hectares (2000 acres) of wheat each year in the rotation with fallow which collects and conserves moisture for the next year. There are 600 hectares (1500 acres) of range pasture for our livestock, normally 80 cow/calf pairs, 100 yearlings on feed and 60 head of sheep.

The management practices are varied and are determined by weather, available moisture, soil conditions and recent research data. Farm decision-making is increasingly complex. Our universities, through research and extension, supply the farming community with up-to-date information and improved varieties to facilitate cost effective decision making. Oregon State University crop and soil scientists, working closely with wheat growers in the Pacific Northwest, accumulate research results to benefit the producer. With this in mind, I will describe our own farming operation which utilizes the results of research from many sources. In reviewing the operation, let's start immediately after harvest in August.

The standing wheat stubble is cut to about 15 cm (6") for ease in cultivation and faster deterioration of straw. The finer straw mulch from this chopping process is important throughout the cultivation and planting process. Stubble mulch is the most important part of our farming practice because it preserves as much available moisture as possible and it is closer to the soil surface for the fall wheat seeding. The mulch also holds the soil thus reducing wind and water erosion, allows for filtering and aeration of the soil and provides a cover to reflect sunlight that dries the soil.

After the stubble is cut in the fall, we cultivate with a tillage implement designed to cut straw with colter discs in front and heavy curved shanks behind tilling 25-37 cm (10-15") deep and 55 cm (22") apart. This breaks up any "hard pan" and provides a trench to catch water, allowing deep percolation in the soil. This implement is pulled on the contour of the hills to reduce erosion. Since most of our moisture occurs in the winter in the form of rain and snow, this type of cultivation reduces runoff thus allowing for more moisture to be stored in the soil.

We disk the stubble as early in the spring as we can work the soil effectively.

A heavy 7.5 meter (25') wide tandem disk operating at approximately 15 cm (6") depth which further chops straw, mixes the top soil with straw and kills unwanted grasses and weeds. Weed control in fields, pastures, roadsides and ditch banks is essential. University scientists, weed control districts funded by farmers, local chemical companies and dealers cooperate with farmers in finding the most effective forms of controlling weeds. Our major weed problem is cheatgrass (Bromus tectorum). Without proper management practices, this weed can seriously reduce wheat yields. To date, no effective herbicides have been identified to control this weed.

Various implements are used to prepare a seedbed for the crop to be planted in the fall. We prefer a stubble mulch method of sweep plowing with a cultivator having 40 cm (16") v-type sweeps operating about 15-20 cm (6-8") in depth. This lifts the soil, mixes it with the remaining straw, uproots weeds and grasses and lets the soil fall back into place. A tined harrow attached to the back of this cultivator stirs the soil, dislodges any plant growth, levels and seals the soil surface to reduce moisture loss.

In the late spring, after the initial tillage operations, we apply nitrogen fertilizer in the form of anhydrous ammonia gas with a specially designed cultivator applicator. To determine the proper amount of nitrogen for application, we consider soil type, depth of soil, available and anticipated moisture, wheat variety, amount of crop residue and the present nitrogen content. Soil tests made by the extension agent or the fertilizer dealer help determine the proper amount of fertilizer to be applied.

Nitrogen is the most needed element in wheat production, increasing our yields by 50%. For the last three years we have applied 60 kilograms/hectare (53.4 lbs/Ac) of N at a cost of about U.S. $15 per hectare. Our average yield was 4500 kilograms/hectare (67 bu/A) in this three year span.

After fertilization, the summer-fallow is maintained free of weeds by one to four operations with a rod weeder. It is a simple machine consisting of a frame mounted on wheels that has a square or round rod the full length of the implement. The rod turns opposite the direction of implement movement, cutting the weed roots and placing the plant on top of the soil surface. The rodweeder also smooths and reseals the soil surface to preserve moisture. Straw cover is essential.

With the seedbed ready for fall planting we turn our attention to harvest in July. It is the "final exam" of our business, the net result of labor, research, sound decision making and weather. Our harvest takes about three weeks and involves our whole family. We operate two John Deere 6602 hillside combines with 6.0 meter (21') headers, each capable of harvesting about 24 hectares (60 acres) each day, weather and machinery cooperating. We haul the wheat from the fields to our own grain storage facility in two tandem axle trucks which each hold about 11 tons. By using the larger trucks, thus making fewer trips, soil compaction on the fields is reduced. The longest distance from the field to storage is 5 kilometers 3 miles). The wheat is stored in bins to separate varieties and preserve identity for sale or seed.

When the wheat is sold to a nearby grain company, it is transported in our trucks to a cooperative farm grain storage facility on the Columbia River where it will be shipped by train or river barge to an export terminal about 200

kilometers (125 miles) away. Having farm storage affords us the following advantages:

1. Maintaining our own wheat identity.
2. Easy availability for immediate delivery when market price is most favorable.
3. No outside storage costs.
4. Freedom from worry of sales by the elevator company without receiving payment.

We harvest our own seed wheat, selecting the variety and quality while it is still uncut. It is stored separately to allow cleaning, sizing and treating in our own seed plant adjoining the storage bins. This gives us control over quality and proper cleanliness.

Early fall rains (late August or early September) are desired for adequate moisture for seeding. The rains also start weed growth and after allowing the ground to settle a few days, we cultivate with 23 cm (9") sweeps operating 8-12 cms (3"-5") depth to kill the sprouting weeds and grasses which would rob us of essential moisture if left growing.

Timing of seeding is critical! Seeding is an important event on the ranch, a new beginning and certainly is symbolic of the hope and optimism of farmers. Years and years of wheat breeding have continually provided farmers with new and better varieties as old ones succumb to disease.

Fall seeding normally begins around September 10, depending on the weather, wheat variety and soil conditions. We seed with four deep-furrow drills operating in series totalling 15 meters (50') in width with 25 cm (10") spacings, planting the seed about 4 cm (1.5") deep. By cultivating ahead of seeding, we eliminate the most recent weed growth; however, it further pulverizes the soil causing the furrows to cover the wheat too deep. We must have good growing conditions and no moisture to crust the surface until the seedlings emerge.

Wheat is seeded at a rate of 65 kilos/ha (58 lbs/Ac). We seed north and south at right angles to our predominate winds for erosion control. More importantly, the furrows catch the winter snow as it blows resulting in blanketing the wheat with a protective insulation. An additional benefit in the north-south drill rows is that water running downhill in the furrows causes less erosion than if it were running across the furrows.

This fall I seeded wheat before a rain which caused some crusting of the soil surface. The sprouting wheat had difficulty penetrating the surface crust and we are seeing about 25% loss in this field, therefore, we did reseed portions of it. In areas where there is excellent surface straw mulch, there was less soil crusting and emergence was more successful.

In our areas, farmers are experimenting with minimum tillage and no-till practices. On-going research is being conducted by the chemical companies and Oregon State University. This practice will require new approaches for the use of tillage and seeding implements, fertilization and herbicide application.

Oregon State University research is linked to the farmers and the communities

throughout Oregon by extension agents assigned to each county. This provides the farmer access to the latest information. Additionally, Oregon State University, weed control districts and chemical and fertilizer companies maintain trial plots on their research stations and cooperating farms to obtain results showing the way to the high production without crop damage using appropriate chemicals. The array of chemicals necessary to control weeds is vast and farmers depend upon these sources for continued research. As new weeds appear, the application of chemicals must change and so must the information to the farmer.

The Oregon Wheat Growers League is a self-help group, which was formed 57 years ago in the county where I live, to facilitate the cooperative efforts of farmers and others. The League is an excellent, productive grass roots organization funded by and for wheat growers. Oregon's group led the way for a national organization which includes all the wheat-growing states in a most effective unit. It allows farmers to participate in the decision-making process of the organization from the local to the national level thus influencing political decisions which may vary from how a producer can farm to the marketing of the crop.

The Oregon Wheat Commission was formed a few years later by the Oregon legislature to provide a legal body for receiving and distributing a member-assessed tax on each bushel of wheat sold. These funds are used to support marketing, education, and research in the wheat industry and the community or region.

VISITS AND FIELD TOURS

The seminar was held at the National Institute of Agricultural Research (INTA) near the city of Marcos Juarez. Simultaneous translators in Spanish and English and communication facilities were good. All of the administration and staff were very hospitable during our visit. An excellent outdoor sheltered area was available at the institute for serving lunch and the facilities were very comfortable for the participants.

After the seminar, the participants visited the quality laboratory and greenhouse and field experiments. The quality laboratory, under the direction of Mr. E. Tombetta, is in the central office building at the Marcos Juarez Research Institute. This laboratory receives and analyzes all experimental samples of wheat for the INTA research sites within the country. Approximately 1200 advanced lines and 10,000 selections from segregating populations are analyzed annually. Selections in early generations (F_3, F_4, etc.) are primarily tested for gluten strength using the Pelshenke dough ball test. Advanced lines from the F_6 generation have adequate bulk quantities of seed for 250-gram samples of flour milled with the Brabender Mill binding method. Flour protein content is determined by the UDY dye binding method and the Alveograph machine provides a measure of loaf volume for baking quality. A national committee requires three years of data for yield, response to pathogens and quality before considering a new candidate of wheat for possible release as a variety.

Research activities in the glass greenhouse were centered primarily on screening local and introduced germplasm for resistance to Fusarium (scab). Spores of the pathogen are injected into the central florets of the spike. Several Brazilian cultivars have appeared resistant to scab in the field but were susceptible in the greenhouse. Resistant cultivars such as Peking 8, Klein Atlas, Las Rosas (Cowbirds "S"), Las 1409 and Vilela Sol are being used as parents in crosses with commercial varieties. The Marcos Juarez location had a seasonal rainfall last year of 310 mm and high temperatures during the grain filling and harvest period. Therefore, stress conditions do exist.

Mr. Nisi and his wheat breeding staff showed the participants extensive plantings of segregating populations, observation nurseries, yield trials and demonstration blocks of all major commercial varieties grown in Argentina. In addition to evaluation of the local and regional germplasm, this program evaluates the International Winter x Spring Wheat Screening Nursery from OSU, the International Winter Wheat Performance Nursery from the University of Nebraska, and nine bread wheat nurseries from CIMMYT/Mexico. These nine nurseries consist of three F_2 generations (Irrigated Spring, Dryland Spring, Spring x Winter), four screening nurseries (IBWSN, Aluminum tolerance SN, Drought SN, ISEPTON) and two yield trials (ISWYN, ESWYT). Many entries are being selected from these international nurseries that express good yield potential, good agronomic types, frost resistance, and resistance to stem and leaf rust, and Fusarium (scab) diseases.

The agronomic trials conducted by Mr. Novello consisted of variations of seeding date, seeding rate, fertility levels of nitrogen, phosphorus and crop rotation systems. All experiments express a yield increase with application of nitrogen. Although the cost of nitrogen is very high, there is interest in increasing its utilization. Rotation studies thus far have shown wheat response to be better

following sorghum or corn than following wheat or soybeans. All experimental fields at this location were well managed. Large fields of seed multiplication had good weed control; however fertility levels did not appear adequate for high yields.

INTA Centrale had arranged for their three small airplanes to transport some participants to visit the Buck Breeding and Seed Production Farm, INTA at Bordenave and Balcarce. Because of extremely heavy wind and rain, it was not possible to fly from Marcos Juarez to Necochea. Arrangements were made for the group to drive from Marcos Juarez to Rosario and travel by commercial airlines to Buenos Aires and Mar del Plata. Mr. Buck arranged transportation by surface to La Dulce and Necochea. The entire visit to the breeding and agronomy nurseries, production fields, laboratories, and large seed processing and storage facilities was extremely interesting.

Size, scope and management of the breeding nurseries of Mr. Buck were impressive. The plant breeders make approximately 1000 new F_1 hybrid combinations each year. They observe approximately one million F_2 plants and select individual plants for advancement to the F_3 generation. Only the best F_3 plant rows are chosen for advancement and 12 plants are selected at random from each. Similar selection continues until bulking for testing in yield trials. The International Winter X Spring Wheat Screening Nursery from OSU and four nurseries from CIMMYT (F_2 Dryland Spring, F_2 Spring X Winter, IBWSN, and ISWYN) are evaluated by the breeders. At present, the major commercial variety for this regional is Buck Pucara. Several winter x spring selections that appear very promising in advanced testing include: KAVKAZ/JARAL S, SONORA/SS2//ALONDRA S and RIEBESEL//TOBARI S/II62-85/3/JUPATECO S.

Rainfall can be limiting at this location; however the soils have good structure and organic matter content. There is need for approximately 60 Kg/Ha of phosphorus fertilizer to optimize yield potential. Although it was not possible to visit the INTA at Balcarce, which is within 200 kilometers of Necochea, the major research objectives were reported to be similar to those of Mr. Buck for this region IV. We were sorry to miss visiting this location.

The group was transported to Bordenave by the INTA airplanes and the field tour was very informative. There are many similarities between the breeding and agronomy research activities at Bordenave and the low rainfall region in Central Oregon. Development of tillage equipment for proper management of the soil has resulted in modifications that were of specific interest to the group.

The director of INTA at Bordenave, Mr. A. Glave, is also the research agronomist. Mr. Glave spent six months at OSU as a visiting scientist several years ago to study the moisture management of eastern Oregon and Washington. He has convinced several commercial wheat producers to apply some of these tillage practices directly and others are being further evaluated in agronomic studies. The agronomic trials are extensive involving seed rate, seeding date, various tillage practices, rotation systems, grazing studies, fertility rates, and times of application. Forage for livestock and green manure crops for increased fertility and organic matter are common in rotations with cereal crops throughout the cereal region. Common crops in rotation are vetch, alfalfa, clovers, soybeans, corn and perennial grasses.

Moisture stress is a common problem during anthesis and the grain filling period. The wheat breeder, Mr. S. Garbini, and his staff have an excellent breeding program for this region. Diseases are not normally considered to be major problems; however, sterility is common for cultivars reaching anthesis too early. In addition to the domestic breeding program, the institute evaluates the IWSWSN (screening nursery) and IWSYT (yield trial) from OSU, the IWWPN (yield trial) from University of Nebraska and the F_2 Dryland Spring, F_2 Spring X Winter, IBWSN, and Heat Tolerant Screening Nursery from CIMMYT/Mexico. The following selections from the winter x spring nurseries have been identified and are in multiplication for possible release: ANZA/STURDY, OR342//WRR/MN541/3/CID/MAX, SDY/3/BB/CNO//CNO S/NO66 and KTZ M1-2/PATO/3/BMAN/7C/CDL. Presence of the winter parentage in these winter x spring crosses provides necessary genes for tolerance to cold temperatures, daylight sensitivity, and growth rate which are required to fit the crop cycle at this location. Chasico INTA, the major variety for this area, was developed at this institute and is considered to have a long growth cycle. True spring wheats do not generally perform well at this location.

Inclement weather conditions in the region of Balcarce prohibited travel by airplane from Bordenave, thus the group returned to Buenos Aires. In addition to the summary session at Castelar, there was opportunity to visit the genetics laboratories.

DISCUSSION

The final wrap-up session was held at the INTA Department of Genetics, Castelar at the outskirts of Buenos Aires. Approximately 30 participants attended.

Mr. J. Nisi began by summarizing the objectives of the seminar, field tour, and final session. The major objectives are presented in the Foreward. Mr. Nisi emphasized the bilateral cooperation between OSU and local agencies in graduate training, short term visits by individuals and organized groups.

Dr. M. Kohli explained that presentations during the seminar were not meant to be in-depth, detailed coverage of subject areas but rather an overview. The details are in the manuscripts included in the proceedings.

Dr. W. Kronstad stated that it is difficult to summarize in detail the local cereal situations based on a visit of one week in one year. A large number of local and international nurseries were observed at three very diverse sites. There are similarities between Oregon and Argentina in cereal diseases, drought stress, management systems for soils, and water but differences in Argentina's need for early maturity and concern for quality (high protein). A positive aspect is the adaptation of winter x spring germplasm to Argentina and other cooperating countries. Systematically crossing winter x spring germplasm has been encouraging but we are still questioning the best method of evaluation and utilization. Early maturity in winter genotypes needs emphasis. Opportunity for improved earliness might come from incorporation of early germplasm obtained from Chinese institutes during visits from scientists at OSU, CIMMYT, and INTA, Argentina.

Quality factors for bread wheats have not been strong in OSU winter X spring material. Selection for hard red wheat quality has not been very effective in Oregon; however, conditions are good for screening in Argentina. The International program at OSU is responsible for developing and disseminating germplasm as survelliance nurseries for monitoring diseases and providing new genetic sources.

M. Kohli--Question: How is winter x spring material performing in Argentina in the areas of a) breeding, b) agronomy, c) quality, and d) diseases?

J. Nisi - a) Breeding - Historically, introductions came from the USA, Canada, Europe, etc., and early Argentine varieties yielded up to 2000+ Kg/Ha. Introductions from CIMMYT provided a significant increase above local varieties. The winter x spring crosses are now giving another significant increase in yield and adaptation. Several crosses containing winter parents Kavkaz and Aurora and spring parents Bluebird, Ciano/Gallo, and Bobwhite are yielding from 6000 to 8000 Kg/Ha. Winter wheat genes have increased the disease resistance and quality potential of spring wheats. The major problems to overcome with winter wheat crosses are prolonged grain filling and susceptibility to stem rust.

P. Nivello - b) Agronomy - In experimental trials conducted under favorable weather conditions there have been consistently higher yields from winter x spring wheat lines as compared to the spring wheat check varieties. The winter x spring lines are yielding 6000-7500 Kg/Ha vs. 4000 Kg/Ha for the check varieties.

E. Tombetta - c) Quality - There is major concern about the fate of quality when yields increase from 4000 to 7000 Kg/Ha. The quality laboratory has had, thus far, only two-to-three years experience of analyzing samples of experimental lines with higher yields. The quality generally has been good for Argentina requirements; however, protein must be higher for export purposes. The hope is that the addition of winter wheat genes through winter x spring crosses will help improve the hard red wheat quality. It is projected that the 12 million tons of wheat to be harvested this year in the Pampa region will be low in protein content as was observed last year.

E. Antonelli- d) Pathology- No specific research has been implemented to compare the winter x spring entries with either spring or winter cultivars for reaction to leaf and stem rust. These two rusts are the primary pathogens being used in greenhouse screening at Castelar. It would be possible to test the International Winter X Spring Nursery for leaf and stem rust in the greenhouse. Six hundred seeds of each entry are sufficient to test 3 races of the pathogens.

M. Kohli - What bilateral exchange would you envision between OSU and the countries of the southern cone?

J. Nisi - The exchange of wheat germplasm is very important. We are pleased to receive the F_2 bulk populations, screening nursery, and yield trial from OSU. We need this variability in our programs. We agree to send germplasm to OSU as requested. I think it would be good to exchange F_2 populations.

J. Brun - In addition to germplasm, we are interested in exchanging personnel. This should be planned so as to be most productive for both institutes.

W. Kronstad - The student can complete all requirements for an advanced degree at OSU or finish the coursework at the University and conduct the thesis research either in-country or at an international center. It is possible for professors from in-country institutes to be appointed to the OSU graduate faculty and serve as a student's advisor.

J. Brun - There would need to be mutual agreement on qualifications of in-country personnel being added.

M. Kohli - In reference to wheat breeding strategy, there are two questions to consider: 1) what breeding methods are available? and 2) what about the game of numbers?

W. Kronstad - The majority of wheat breeding programs follow the pedigree method and approximately 90% of the effort is put into maintenance breeding. We must be continually looking at new, innovative approaches of handling segregating populations, such as single seed descent, modified bulk, and recurrent selection. The OSU domestic breeding program has used the modified bulk method with very good success for development of new varieties.

N. Scott - Numbers of selections in an aggressive breeding program become so large that computerization is essential for timely management of data and keeping organized records. The OSU cereal program has been computerized for several years and new innovations are being added as time permits. I visited with the staff members responsible for the computer at INTA Centrale in Buenos Aires. They showed me the program that will keep records of F_1 through F_8 plant selections storing quality, yield, and disease observations. There are other programs available, similar to maintaining inventories, that can be used to collect, store, and retrieve information. This software is available for use on microcomputers.

W. Nelson and M. Kohli - There is the complementary program of spring x winter germplasm developed at CIMMYT, Mexico that is being heavily evaluated in Argentina. A large number of wheat, barley, and triticale nurseries of spring habit are evaluated within the major cereal zones throughout the southern cone region. Several Argentine commercial wheat varieties were derived from CIMMYT segregating populations and advanced lines in International Nurseries.

P. Fox - Is there true advantage of using winter parents such as Kavkaz containing the 1B/1R chromosome substitution in winter X spring wheat crosses?

W. McCuistion - There is definite advantage in selecting good, combining winter parents for use in improving specific characteristics in the plant. A good example is the winter parent Kavkaz having a piece of rye chromosome which transmits a good level of tolerance to infections of stem rust. Many new hybrid combinations with this or related parents have expressed comparable tolerance.

W. Kronstad - In a recent summary of the international winter x spring wheat screening nursery for 39 countries, the performance of some winter x spring wheat breeding lines was superior to the local cultivars.

E. Favret - Can we modify the long cycle of winter wheat for the southern cone?

W. McCuistion & W. Kronstad - Yes, we can significantly shorten the growth cycle of new cultivars by crossing adapted long cycle winter wheats with new germplasm received from China and Korea. We are selecting many early plants from these crosses in segregating generations. The important factor is to maintain high yield potential by selecting for good fertility in the spike and rapid grain-filling period. Also, information is becoming available as the result of winter x spring crosses where changes in the rate and duration of the grain-filling period can be modified.

M. Kohli - In addition to developing new varieties, we are concerned with obtaining the highest possible production from the varieties. We had opportunity to visit agronomic research activities at Marcos Juarez, Criadero Buck, and Bordenave. What are the impressions of the agronomists?

P. Nivello - There are two major factors, water and soil fertility, limiting production in Argentina. In the 500-800 mm rainfall zone, water is not the limiting factor. Present yield levels are 5 kilograms/millimeter water; however, fertilizer use in yield trials raises yield levels to 6-7 Kgs/mm water. The level of natural soil fertility is decreasing and no additional nitrogen is applied. The region northeast of Marcos Juarez is deficient in both nitrogen and phosphorus and increased yields of 1200 to 4000 Kg/Ha are noted with

application of fertilizer.

In low rainfall regions of the north, date of seeding is important. Early seeding is optimal and late seeding generally causes reduced yields even with good late moisture. The major problem in the semi-arid region is lack of water. Low phosphorus levels are common in these areas. In the region of Bordenave, the deep furrow system of planting is being adopted with positive results.

F. Bolton - The dry area we observed in Bordenave and from the airplane would not be considered dry area in Oregon. The difference is in the time of occurrence of the dry period and also the rotation cycle.

Experience in Oregon shows that the soil moisture stored produces 15 Kg/Ha of grain/mm vs. 3-5 Kg/Ha of grain/mm from rainfall during the crop season.

Production levels in Argentina are not optimum at the present time because of lack of imputs, such as nitrogen. When these constraints are lifted, the grower must be ready to impose changes to reach the potential on his farm.

L. Kaseberg - Farming is a family operation and education of young family members is necessary before they return to the farm. Our average yields in recent years have been 4500 Kg/Ha with 250 mm annual rainfall, which is one-half of the rainfall received in the dry area of Argentina. It would be a pleasure to produce wheat on level land as you have in Argentina. Our land is primarily steep hillsides. Stubble mulch with straw reflects sunlight, controls erosion, catches moisture and helps hold it from evaporation, etc. Weed control and surface tillage are important for proper preparation of the seed bed. Controlling weeds along road sides, fence lines, etc. is important to reduce weed populations in the field. Although weed control is expensive, resulting increase in yield will pay the cost. Fertilizer is also a requirement for obtaining optimum yields, even under limited annual rainfall. The addition of 60 Kg/Ha of Nitrogen on my wheat fields increases yield by 50 percent.

F. Bolton - It is important to point out that wheat production on Mr. Kaseberg's farm is at the level of 7-8 Kg grain/mm rainfall. He stated that 60 Kg of nitrogen/Ha are applied and an additional 60 Kg/Ha are available in the soil. This has been determined by soil laboratory analyses. The cost of Nitrogen in the USA is approximately 3-4 times cheaper than in Argentina. Mr. Kaseberg's yield increased from 2000 Kg/Ha to 4000 Kg/Ha with application of 60 Kg/Ha which costs $42 U.S. dollars.

E. Favret - There is a major difference in water use efficiency in Argentina and Oregon. In Oregon, the rainfall is uniform in the time it comes while in Argentina it is very irregular in time and quantity. Also, economically, we are trying to adopt a system of cropping for providing the fertility which is different from the system described for low rainfall regions of the Pacific Northwest.

In development of varieties, date of seeding is fixed for each region; however, actual seeding normally varies by 15 days from optimum, requiring elasticity in the varieties. I would suggest use of the modified bulk system for developing elasticity in the varieties. We should not get embroiled in the perfect genetic purity of varieties used in Europe which works against natural biological conditions.

L. Kaseberg - Wheat research and extension are crucial to the growers' operation. The Oregon Wheat Growers League (organized farmers) tax themselves for each kilogram of wheat produced, providing money from the Wheat Commission to promote local research and to develop international marketing. Communication and linkages are essential for meeting the needs of the grower.

J. Dawson - You have already heard of the importance of weed control from Mr. Kaseberg. We had an opportunity to visit several farms during the field tours as well as observing the agronomic research. There are many different weed species in Argentina and infestations were common on the farms; however, at this time, control is generally acceptable for production. In observing the fields and discussing use of herbicides, it is apparent that a number of weeds are increasing in quantity and will be of major concern in coming years.

W. McCuistion - On behalf of OSU and CIMMYT, we wish to express our thanks for the very informative week of formal presentations, touring the research and production areas and discussion with participants at Castelar. Thank you for your kind hospitality.

Brun - Appreciation is expressed to OSU and CIMMYT for helping to develop this cereal review. One of the successes of the seminar was the collection of disciplines (interdisciplinary). Also, the bilateral exchange developed will help to serve needs of research, production, etc. for all agencies represented.

One of the administration's major concerns is the lack of trained people of younger ages. A plan is being developed to train many young people and there are a number of young scientists being evaluated for graduate training.

SUMMARY AND CONCLUSIONS

Sincere appreciation is expressed to the National Institute of Agricultural Research (INTA) in Marcos Juarez, Bordenave, Castelar, and the Central Office in Buenos Aires and also to the Buck family and others in Argentina who extended their generous hospitality during the cereal seminar. A special thank you is extended to Mr. Jorge Nisi, INTA Coordinator of the National Wheat Program, for his leadership in organizing and directing the seminar and field tours, and to Dr. Mohan Kohli of CIMMYT, who played a significant role in contributing to the success of the seminar.

The formal presentations exposed participants to a broad picture of the wheat research and extension activities within Argentina. Visits to the laboratories and field research including personal communication with many scientists proved to be an excellent way of developing positive interactions between all participants.

Results of the wheat improvement seminar identified a number of areas where scientists in INTA and in the private sector in Argentina along with those at OSU and CIMMYT can cooperate in a mutually beneficial manner to increase both the quality and quantity of wheat.

Areas where such opportunities exist include the following:

1. Germplasm exchange and enhancement: Materials originating from the wheat programs in Argentina have and can continue to contribute significantly to the international programs by providing useful germplasm for many traits. This is particularly true for milling and baking quality and sources of disease resistance. Programs in Argentina can benefit from the international germplasm exchange network established for winter and facultative-type wheats by OSU and for spring-type wheat by CIMMYT.

2. Multi-location testing: The great diversity in growing conditions found in Argentina, Oregon, and Mexico, with the many different biological and environmental stresses, provides an excellent opportunity to evaluate germplasm for a wide array of desired attributes. Also, using two hemispheres with their differences in latitude allows for the exchange of information and germplasm in a most efficient and timely manner.

3. Scientific expertise: This workshop reflected the depth and diversity which exists in the community of scientists involved in the various programs repesented in this seminar. It also established linkages for future interactions to take place between individuals and various research units.

4. Educational opportunities: Exchanges of scientists between the various programs on a national and international level would provide for additional educational opportunities to upgrade existing staff and broaden the knowledge base of all those involved. A major need to strengthen and maintain on-going programs is the training of gifted young people in various disciplines. This includes graduate training at the M.S. and Ph.D. levels and applied or short-term short courses in specific disciplines.

5. Research and training support: The key factor for success of all agriculture improvement programs is a strong commitment by governments or sponsoring agencies to provide an adequate level and continuing support to such programs. The strong endorsement made by the Director General of INTA and the high priority placed on wheat improvement in Argentina is most encouraging. Certainly, very few countries in the world are so blessed with the natural resources to produce high-quality wheat as is Argentina. By providing the necessary support to the research and extension programs, Argentina can not only increase wheat production, but enhance all segments of her agriculture.