

AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT WASHINGTON, D. C. 20523 <b>BIBLIOGRAPHIC INPUT SHEET</b>	<b>FOR AID USE ONLY</b>
---	-------------------------

1. SUBJECT CLASSIFICATION	A. PRIMARY <b>Agriculture</b>
	B. SECONDARY <b>Cereal Crops</b>

2. TITLE AND SUBTITLE  
**Latin America Wheat Conference**

3. AUTHOR(S)  
**Johnson, V.A. et.al.**

4. DOCUMENT DATE <b>October 1974</b>	5. NUMBER OF PAGES <b>452p.</b>	6. ARC NUMBER <b>ARC</b>
---	------------------------------------	-----------------------------

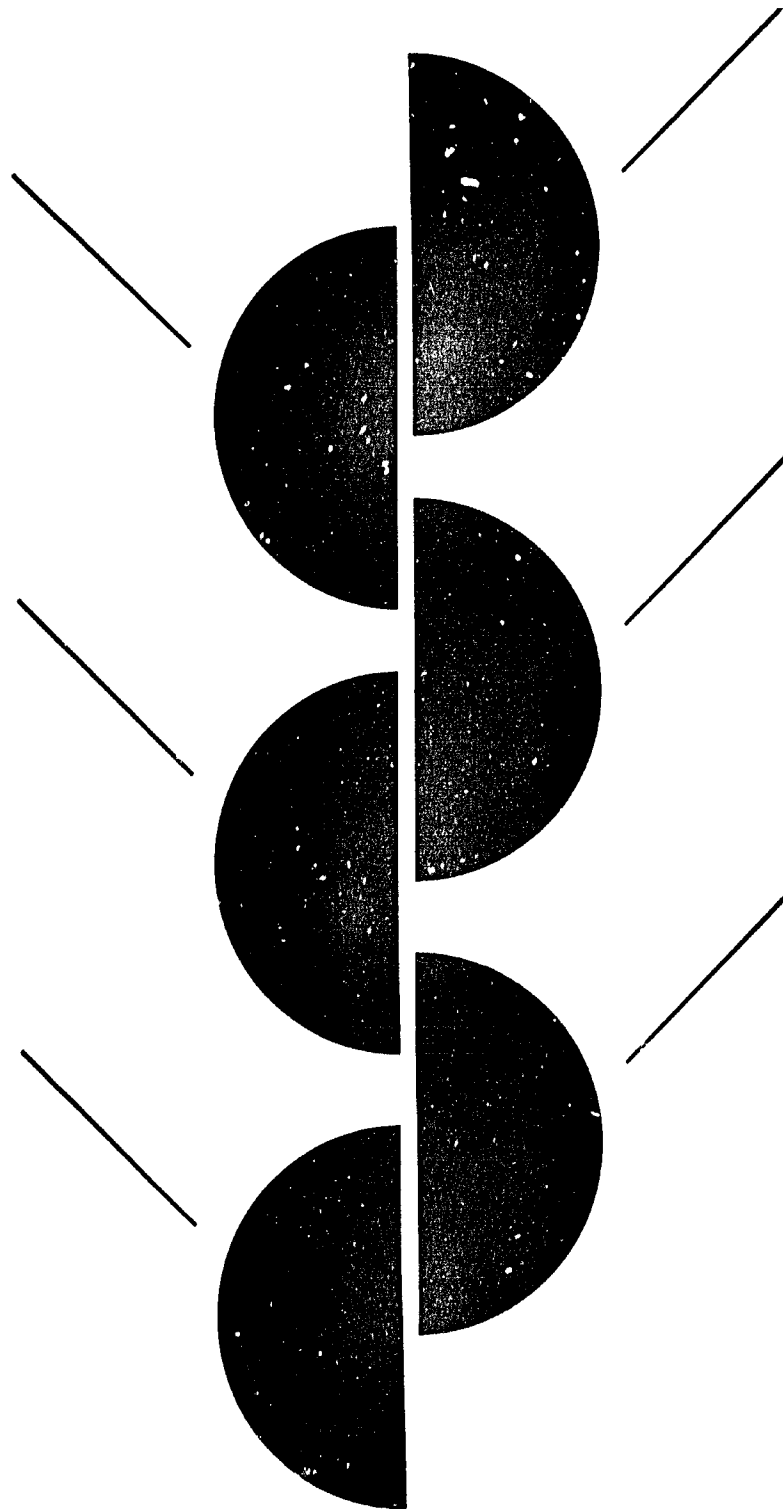
7. REFERENCE ORGANIZATION NAME AND ADDRESS  
**University of Nebraska  
 Department of Agronomy  
 Lincoln, Nebraska 68503**

8. SUPPLEMENTARY NOTES (*Sponsoring Organization, Publishers, Availability*)

9. ABSTRACT  
 Proceedings of the Latin American Wheat Conference held October 21-28, 1974 in Porto Alegre, Brazil. Summaries of the wheat situation in the various countries of Latin America: socio-economic conditions; research projects; production problems balance between consumption needs and production, diseases, etc. In Spanish or Portuguese with brief English summaries of most reports.

10. CONTROL NUMBER <b>PN-AAB- 248</b>	11. PRICE OF DOCUMENT
12. DESCRIPTORS <b>Proceedings, Brazil, Conference, Latin America, Socio-Economic, Production, Diseases, Research</b>	13. PROJECT NUMBER <b>931-17-130-471</b>
	14. CONTRACT NUMBER <b>AID/CSD- 1208</b>
	15. TYPE OF DOCUMENT <b>Conference Report</b>

**PORTO ALEGRE, BRAZIL**  
**21a28/10/74**



**REUNIÃO LATINOAMERICANA DO TRIGO**  
**CONFERENCIA LATINOAMERICANA DEL TRIGO**  
**LATIN AMERICAN WHEAT CONFERENCE**

REUNIÃO LATINO-AMERICANA DO TRIGO

SALÃO DE CONVENÇÕES DO HOTEL  
PLAZA SÃO RAFAEL

PORTO ALEGRE, RS - 21 a 28/10/74

COMISSÃO DE HONRA

Excelentíssimo Senhor Governador do  
Estado do Rio Grande do Sul  
Euclides Triches

Excelentíssimo Senhor Ministro da Agricultura do Brasil  
Alysson Paulinelli

Excelentíssimo Senhor Secretário da Agricultura do  
Estado do Rio Grande do Sul  
Edgar Írio Simm

Ilustríssimo Senhor Presidente da Empresa Brasileira  
de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)  
Trineu Cabral

Ilustríssimo Senhor Presidente da Federação das  
Cooperativas Brasileiras de Trigo e Soja (FECOTRIGO)  
Ary Dionísio Dal Molin

COMISSÃO ORGANIZADORA

Presidente Honorário:  
Almiro Blumenschein - EMBRAPA

Coordenador Internacional:  
Virgil A. Johnson - USDA, Universidade de Nebraska

Coordenador Brasileiro:  
Joaquim Santiago - FAO

Secretário:  
Aroldo Gallon Linhares - EMBRAPA

Membros:  
Mario Bastos Lagos - Secretaria da Agricultura  
Ottoni de Sousa Rosa - FECOTRIGO  
Augusto Carlos Baier - EMBRAPA

Consultor:  
Alva M. Schleichuber - USAID

INSTITUIÇÕES PATROCINADORAS

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)  
Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul  
Federação das Cooperativas Brasileiras de Trigo e Soja (FECOTRIGO)

REUNIÓN LATINO-AMERICANA DEL TRIGO

SALON DE CONVENCIONES DEL  
HOTEL SAO RAFAEL

Porto Alegre, RS - 21 a 28/10/74

COMISIÓN DE HONRA

Excelentísimo Señor Gobernador del Estado de  
Rio Grande del Sur  
Euclides Triches

Excelentísimo Señor Ministro de Agricultura del Brasil  
Alysson Paulinelli

Excelentísimo Señor Secretario de Agricultura del  
Estado de Rio Grande del Sur  
Edgar Irio Simm

Ilustrísimo Señor Presidente de la Empresa Brasileira  
de Investigaciones Agropecuárias - EMBRAPA  
Irineu Cabral

Ilustrísimo Señor Presidente de la Federación de las  
Cooperativas Brasileñas de Trigo y Soja - FECOTRIGO  
Ary Dionisio Dal Molin

COMISIÓN ORGANIZADORA

Presidente Honorario:  
Almiro Blumenschein - EMBRAPA

Coordinador Internacional:  
Virgil A. Johnson - USDA, Universidad de Nebraska

Coordinador Brasileiro:  
Joaquim Santiago - FAO

Secretario:  
Aroldo Gallon Linhares - EMBRAPA

Miembros:  
Mário Bastos Lagos - Secretaria de Agricultura  
Ottoni de Souza Rosa - FECOTRIGO  
Augusto Carlos Baier - EMBRAPA

Consultor:  
Alva M. Schlehuber, USAID

INSTITUCIONES PATROCINADORAS

Empresa Brasileira de Investigaciones Agropecuarias (EMBRAPA)  
Secretaria de Agricultura de Rio Grande del Sur  
Federacion de las Cooperativas de Trigo y Soja (FECOTRIGO)

LATIN AMERICAN WHEAT CONFERENCE

CONVENTIONS ROOM HOTEL PLAZA  
SÃO RAFAEL

Porto Alegre, R. S.  
from 21st October to 28th 1974

HONOUR COMMITTEE

His Excellence the Governor of the State of  
Rio Grande do Sul  
Mr. Euclides Triches

His Excellence the Agriculture Minister of Brazil  
Mr. Alysson Paulinelli

His Excellence the Agriculture Secretary of the State of  
Rio Grande do Sul  
Mr. Edgar Trio Simm

Most Honorable Chairman of Empresa Brasileira de  
Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA  
Mr. Trineu Cabral

Most Honorable Chairman of Federação das Cooperativas  
Brasileiras de Trigo e Soja - FECOTRIGO  
Mr. Ary Dionisio Dal Molin

ORGANIZING COMMITTEE

Honorary Chairman  
Almiro Blumenschein - EMBRAPA

International Coordinator  
Virgil A. Johnson - USDA, University of Nebraska

Brazilian Coordinator  
Joaquim Santiago - FAO

Secretary  
Aroldo Gallon Linhares - EMBRAPA

Members:

Mário Bastos Lagos - Agriculture Secretary  
Ottoni de Souza Rosa - FECOTRIGO  
Augusto Carlos Baier - EMBRAPA

Consultant  
Alva M. Schlehuber, USAID

SPONSORING ORGANIZATIONS

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)  
Federação das Cooperativas Brasileiras de Trigo e Soja (FECOTRIGO)  
Secretaria de Agricultura do Estado do Rio Grande do Sul

PROGRAMA

Día 21/10

Mañana

SESSÃO SOLENE DE ABERTURA  
(OPENING SESSION)

SESION I - RELATO SOBRE LA SITUACION DE LA TRITICULTURA EN  
LOS PAISES PARTICIPANTS  
(WHEAT PRODUCTION SITUATION IN PARTICIPANT COUNTRIES)

	<u>Page</u>
E. F. Godoy - Argentina - - - - -	1
H. Villarroel A. - Bolivia - - - - -	5
M. A. B. Rocha - Brasil - - - - -	15
I. Ramirez A. y C. Hewstone M. - Chile - - - - -	21
M. Zapata B., R. Lopez O., y D. Varela A. - Colombia - - - - -	28
M. Lalama H. - Ecuador - - - - -	29
N. Borlaug - Mexico - - - - -	no manuscrito
E. Alarcon - Paraguay - - - - -	34
M. Romero L., C. Llosa B., L. Gomez P. y J. Mendoza P. - Peru - - - - -	38
C. M. Tavella - Uruguay - - - - -	41

Tarde

SESION II - MEJORAMIENTO DEL TRIGO PARA RESISTENCIAS A LAS  
ENFERMEDADES EN AMERICA LATINA  
(BREEDING FOR DISEASE RESISTANCE)

Presidente - Ady Raul da Silva - Brasil

A. R. da Silva - Melhoramento para Resistencia do Trigo as Doencas e as Pragas - - - - -	56
E. Antonelli - Trabajos Bealizados en la Argentina - - - - -	no manuscrito
R. Cortazar S. - Mejoramiento del Trigo para obtener Resistencia a las Enfermedades en Chile - - - - -	77
M. Zapata B., R. Lopez O., y D. Varela A. - Variedades Promisorias de Trigo para Colombia - - - - -	84
V. R. Caetano - Melhoramento para Resistencia as Viroses no Trigo - - - - -	106
G. C. Luzzardi, C. R. Pierobom, E. A. Osorio, J. C. S. Moreira, M. M. V. S. Wetzel, y J. C. A. Dias - Melhoramento de Trigo para Resistencia as "Septorioses" - - - - -	110
G. C. Luzzardi, C. R. Pierobom, E. A. Osorio, J. C. S. Moreira, M. M. V. S. Wetzel, y J. C. A. Dias - Melhoramento de Trigo para Resistencia a "Giberela" (not presented at conference) - - - - -	117

Día 22/10

Mañana

SESION III - MELJORAMIENTO DEL TRIGO EN GENERAL  
(GENERAL WHEAT BREEDING)

Presidente - Ignacio Ramirez A. - Chile

	<u>Page</u>
I. Ramirez A. - Trigo: Demanda Creciente de Aumentos en Produccion y Rendimiento Unitario - - - - -	122
M. A. Quinones, R. Rodriguez - Cruzas Remotas en Cereales y su Posible Utilidad en Programas de Mejoramiento en America Latino - - - - -	129
J. D. Varela A. y J. Franco D. - Adaptabilidad de Variedades Promisorias de Trigo- - - - -	135
J. Acevedo A. y Cristian Hewstone M. - Cruzas Invierno x Primavera en el Mejoramiento de Trigo para el sur de Chile- - - - -	152
M. Romero L., L. Gomez P., E. Aguilar C., R Mont K. y R. Montenegro - Reaccion a Bajas Temperaturas en Trigo y otros Cereales en el Peru - - - - -	159
P. C. Parodi P., I. M. Nebreda M., M. S. Diaz G. - Mejoramiento Genetico de Cereales en la Universidad Catolica de Chile - - - - -	162
L. E. Aguayo Ch. - Mejoramiento de Cultivares de Invierno y Primavera para la Zona Centro sur de Chile- - - - -	170
M. H. Bodanese, F. Moraes, M. Irene B., y W. L. Schramm - Efeito de Tratamento de Temperatura no Processo Meiotico de Celulas Maes de Polen de Trigo - - - - -	177
L. J. A. Del Duca y M. Irene Moraes Fernandes - Indices Meioticos em Variedades Brasileiras de Trigo- - - - -	178
Guerra F <sup>o</sup> , M. dos S. e M. Irene Moraes Fernandes - Instabilidade Cromossomica em Celulas Mitoticas da Variedade Brasileira IAS-54 - - - - -	179

Tarde

SESION IV - PRACTICAS CULTURALES  
(CULTURAL PRACTICES)

Presidente - Walter Kugler - FAO

W. Kugler - Introducao ao Assunto - - - - -	180
M. J. Monsalvo - Manejo del Cultivo de Trigo en la Region Semiarida Argentina - - - - -	184
E. F. Godoy y Hector Conta - Manejo del Cultivo del Trigo en la Zona Humeda de la Region Triguera Argentina - - - - -	197
A. C. Fagundes - Principais Insetos que Atacam a Cultiva do Trigo no R. G. do Sul - - - - -	201

	<u>Page</u>
M. Mellado Z., R. Carrillo Ll. - Informe Sobre los Afidos que Atacan al Cultivo del Trigo en Chile- - - - -	204
V. R. Caetano - Controle de Doencas no Trigo- - - - -	216
M. R. Barker - No Tillage Farming in the Wheat Soyabean Rotation- -	226

Noche

Palestra proferida por Norman Borlaug - - - - -	238
---	-----

Día 23/10

Mañana

SESION V - MANEJO DE SUELOS  
(SOILS MANAGEMENT)

Presidente - Juan Papadakis - Argentina

J. Papadakis - Posibilidades de Aumentar la Produccion de Trigo en America Latina con Fertilizantes y otras Técnicas - - - - -	247
J. Mielniczuk - Adubacao do Trigo e Manejo do Solo no Sul do Brasil com Enfase ao Problema de Acidez - - - - -	258
R. Munoz y L. A. Leon S. - Fertilizacion de Trigo ( <u>Triticum</u> <u>aestivum</u> L.) en Colombia- - - - -	264
J. F. Araos F. - Estudios sobre la Fertilizacion del Trigo en Chile - - - - -	283
J. S. Molina - Acondicionadores Naturales del Suelo y el Cultivo del Trigo en Regiones Subtropicales - - - - -	292
A. E. Glavé - Manejo del Suelo para Trigo en la Region Semiarida de la Provincia de Buenos Aires - - - - -	310
L. Nijensohn - Interacciones de Regimenes Hidricos y de Tratamientos de Fertilizacion en el Rendimiento y Calidad del Trigo Regadio - - - - -	313

Tarde

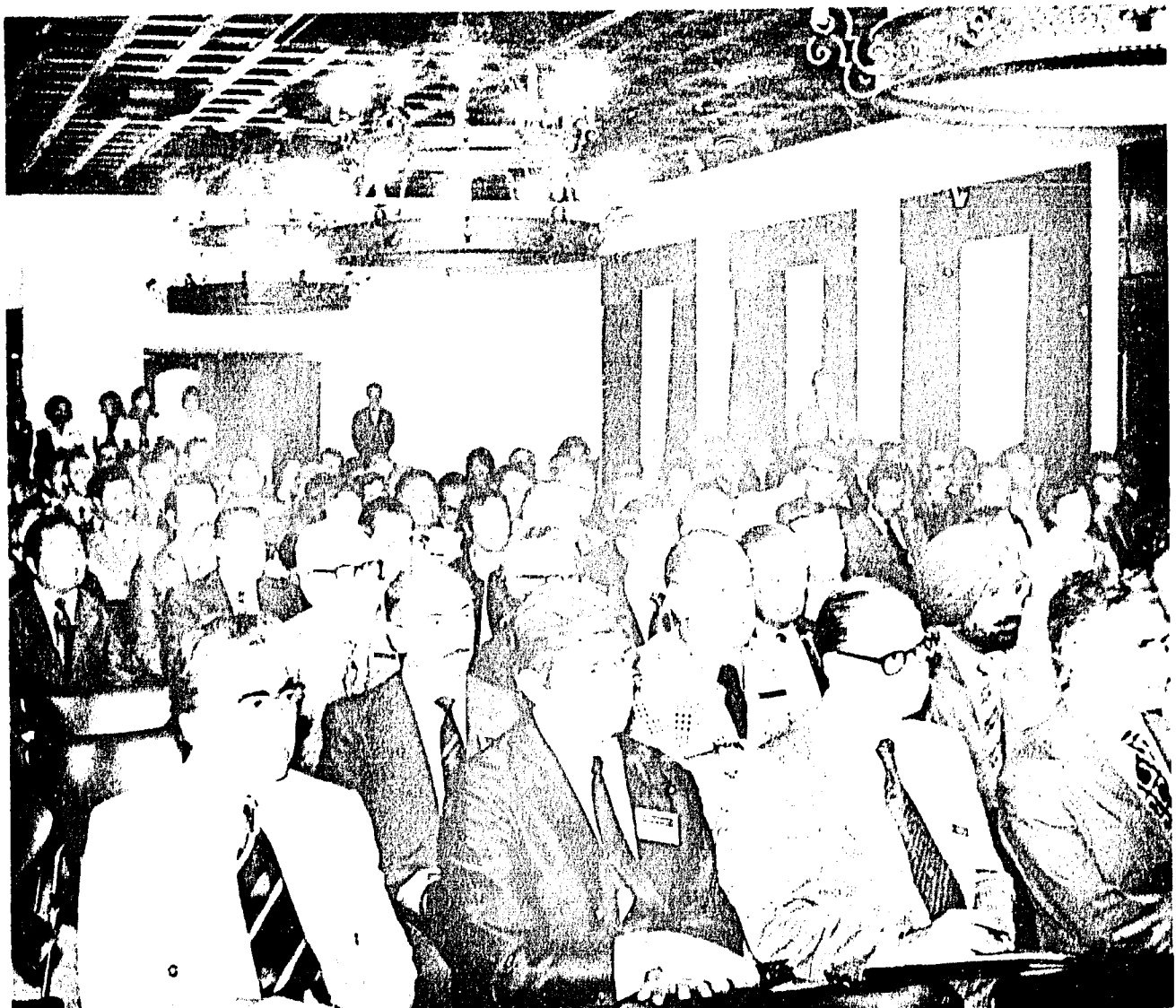
SESION VI - MEJORAMIENTO PARA CALIDAD Y ENSAYOS INTERNACIONALES  
(NUTRITIONAL IMPROVEMENT OF WHEAT AND INTERNATIONAL  
NURSERIES)

Presidente - Virgil A. Johnson - Estados Unidos del America

V. A. Johnson - Nebraska Research on Wheat Protein Improvement - -	327
P. J. Mattern - Laboratory Methods for Protein Evaluation - -	332
L. A. Klepper - Nitrate Reductase and its Role in the Accumula- tion of Protein in the Grain of Wheat - - - - -	337
J. Dobereiner, J. M. Day - Associacao de Bacterias Fixadores de Nitrogenio com Raizes de Gramíneas - - - - -	344



	<u>Page</u>
K. D. Wilhelmi - Effect of Variety, Cultural Practices, and Nitrogen Fertilizer Regime on Protein Content of Wheat	- - 362
J. W. Schmidt, J. E. Stroiike, and V. A. Johnson - The International Winter Wheat Performance Nursery in Latin American Countries	- - - - - 374
E. F. Godoy, S. Garbini, H. Conta, R. Bedogni - Informacion sobre el Ensayo Internacional de Trigos de Invierno Conducido en Argentina	- - - - - 385
M. A. B. Rocha - O Ensaio Internacional de Trigos de Inverno no Brasil, 1970 a 1973	- - - - - 387
I. Ramirez, J. Acevedo, L. Aguayo - La IWVPN Y 2 <sup>a</sup> IWW Prelim N en Chile	- - - - - 390
R. A. Olson - Use of Soils Data for Improved Interpretation of IWVPN Data	- - - - - 398
<b>SESION VII</b>	
Apreciacion de los Problemas del Cultivo del Trigo en la America Latina	- - - - - 414
Proposiciones Formuladas: Para ser Presentadas al Comite de Redaccion y Conclusiones	- - - - - 424
Participants	- - - - - 431



## EL TRIGO EN LA ARGENTINA Y LA EXPERIMENTACION

Ernesto F. Godoy  
Coordinador Programa Trigo  
Argentina

Este cereal, es el grano fino, que dispone de mayor superficie de siembra en la Argentina y el de mayor importancia económica.

En el auge de su desarrollo, entre los años 1925/26 a 1934/35 en que la superficie sembrada alcanzó a 9.000.000 de ha (1928/29) y la exportación a 6.000.000 de t. (1929/30), conquistó para el país el calificativo de Granero del Mundo.

Como cultivo fundamental desde el punto de vista económico, por su aporte en divisas y como integrante complementario de la dieta alimentaria de la población esencialmente carnívora, su mejoramiento es motivo de permanente atención.

La experimentación e investigación en materia de trigo, se remonta a la primera década del presente siglo, y es atendida por instituciones oficiales nacionales y provinciales, de Universidades, dependencias de la Secretaría de Agricultura y Ganadería de la Nación y Estaciones Experimentales del INTA y criaderos privados.

Desde la iniciación del cultivo en la última década del siglo pasado, durante su expansión hasta el presente, la superficie sembrada y producción experimentaron oscilaciones debido al propio desarrollo agropecuario del país, competencia de otros rubros y por causas de orden económico.

Durante este proceso, la experimentación e investigación en trigo, no se paralizó y, por el contrario, renovó los esfuerzos para resolver los múltiples y variados problemas del cultivo. Debe tenerse en cuenta que el mismo se practica en una amplia región de variadas condiciones ecológicas, lo que significa problemas diversos y distintos requerimientos varietales.

El mejoramiento genético, fué la línea de trabajo que primero se consideró para mejorar el comportamiento agronómico de las viejas poblaciones introducidas por los colonizadores y luego el de las variedades introducidas.

En esta línea de trabajo, se encaró en primer término específicamente la resistencia a la Roya de la hoja (Puccinia recondita).

La presión del medio y las exigencias de los mercados consumidores internos y externos, indujeron a involucrar de inmediato el mejoramiento de otras cualidades como: adaptabilidad a las distintas condiciones ecológicas y calidad industrial y resistencia a la roya del tallo (P. graminis tritici).

A medida que se progresó en la experimentación e investigación, las líneas de mejoramiento se hicieron más específicas, pudiéndose resumir en tres, los aspectos que interesó mejorar; rendimiento, sanidad y calidad.

En estos tres aspectos, la investigación triguera ha hecho significativos progresos.

Se elevaron los rendimientos unitarios del nivel de los 700 kg/ha a la situación actual aproximada a los 1.500 kg/ha de promedio anual.

En materia de calidad, los avances fueron notables, colocando a los trigos argentinos en la categoría de correctores equiparables a los trigos canadienses.

En el aspecto sanidad, se mejoró sensiblemente la resistencia a las dos enfermedades clásicas del trigo, la roya del tallo (Puccinia graminis) y la roya de la hoja (Puccinia recondita).

El progreso en los aspectos mencionados, en Argentina, es el resultado de una tezonera labor de los criadores de trigo privados y oficiales. La actividad de estos últimos, se desarrolló en su iniciación en las Ests. Exps. de Pergamino, Guatraché, Paraná y Bordenave y actualmente en la de Marcos Juárez, Paraná, Pergamino, Bordenave y Balcarce, estaciones todas ubicadas estratégicamente en distintas zonas de la región triguera.

En la experimentación triguera debe señalarse la valiosa labor desarrollada por el Instituto de Fitotecnia de Castelar en el campo de la inmunología y por la Estación Exp. La Previsión, hoy Chacra Exp. Benito Machado, en la crianza de variedades. Sin embargo los rendimientos medios del trigo en la Argentina, no reflejan cabalmente el nivel alcanzado en el mejoramiento.

Como causa de este hecho, debe señalarse que el esfuerzo en el campo de la fitotecnia, no ha sido acompañado del indispensable mejoramiento de la técnica de cultivo.

El trigo, es un cultivo tradicional y su manejo ha mejorado más por la mecanización que por el aporte de la investigación y experimentación sobre prácticas del cultivo, salvo en lo que se refiere al uso de herbicidas selectivos y control de plagas. Aunque siempre en técnicas de cultivo los aportes son aislados, por lo general, tanto en la zona triguera semi-árida como en la húmeda, se consideran aspectos parciales y no proporcionando una tecnología integrada que apoye los logros del mejoramiento genético de la planta.

Sin embargo, no debe dejarse de señalar, que existe una preocupación por remediar en forma inmediata esta deficiencia (inclusive contemplándose la técnica de la fertilización química).

En el nivel de los rendimientos medios anuales, influyen además factores climáticos incontrolables, como sequías y heladas primaverales.

También el rendimiento medio general del país es influenciado por la irregularidad de los rendimientos en subregiones ecológicas poco favorables. Por ejemplo, en la década 1963-1972 el rendimiento promedio del trigo en la subregión IV con buenas condiciones de suelo y clima, fué de 1.721 kg/ha, mientras en la subregión V Sur ubicada en la región semiárida, el rendimiento promedio solamente alcanzó a 1.286 kg/ha.

En el último decenio 1963-1972 las series estadísticas de superficie sembrada, rendimiento y producción, muestran una tendencia al estancamiento del cultivo.

Los avances producidos en los últimos años en el mejoramiento genético del trigo y de la técnica de cultivo, alentados por una política de precios estables y rentables a largo plazo, puede modificar el panorama triguero argentino, aumentando la producción al incrementar los rendimientos por hectárea por el aporte de nuevas variedades y el aprovechamiento de toda su capacidad productiva.

En 1962, con el estimable aporte personal del Director del Programa Internacional de Mejoramiento del Trigo del CIMMYT, Dr. Norman E. Borlaug, apoyado ampliamente por los mejoradores de trigo argentinos de las Ests. Exps. del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), se dió al mejoramiento genético del trigo un nuevo impulso que marca una nueva etapa en la actividad fitotécnica argentina, transformando la forma convencional de trabajo, en un programa de equipo, coordinado y dinámico, e incorporando en los planes de crianza plasma germinal de los trigos enanos de alto rendimiento.

La resultante de este plan de mejoramiento iniciado con cruzamientos de trigos argentinos y trigos mexicanos efectuados en México en 1961 por los Ings. Agrs. Enrique Ernie y Alberto Chabrigón y continuado en la Argentina por el equipo de mejoradores del INTA, son las nuevas variedades: Precoz Paraná INTA, Marcos Juárez INTA, Leones INTA, Caldén INTA, y Diamante INTA actualmente en cultivo, además el material próximo a inscripción como variedades y un gran volumen de material segregante y estabilizado que se encuentra este año sembrado en los campos experimentales.

Además de la búsqueda de variedades de alto rendimiento, resistentes al vuelco y de buena sanidad, el mejoramiento del trigo involucra actualmente aspectos de cantidad y calidad de proteína.

De acuerdo a datos estadísticos del Anuario F/A/O/ 1972, el rendimiento del trigo en la Argentina alcanzó en el decenio 1963-1972 a 1.380 kg/ha, el rendimiento más elevado de los países de Latinoamérica exceptuando México y Chile, donde la mayor parte del cultivo se hace bajo riego con fertilización.

Para el mismo período el rendimiento de este cereal en Canadá alcanzó a 1.640 kg/ha.

En el momento actual, el Gobierno de la Nación, ha adoptado una política definida para incrementar la producción de trigo en el país en un período de tres años, de acuerdo a las metas fijadas para el Sub-Programa Trigo del Plan Trienal 1974-77.

El objetivo de éste, en cuanto a volumen de Producción, se basa en el aumento del rendimiento unitario y no en el aumento de la superficie sembrada, a excepción de nuevas áreas trigueras ubicadas fuera de la Región Pampeana.

Las metas del Plan Trienal, se basan en los siguientes valores promedio del decenio 1962/73 y sus metas son:

Superficie sembrada media del decenio: 5.888.260 ha.  
Rendimiento medio: 1.358 kg/ha.  
Producción media: 6.899.000 tn.

Las metas del Plan Trienal son para 1976/77:

Superficie sembrada: 5.661.006 ha.  
Rendimiento medio: 1.750 kg/ha.  
Producción: 8.500.000 tn.

Estas metas, han sido establecidas previo análisis del grado de tecnificación medio y de las condiciones ecológicas de cada subregión triguera, con el fin de concentrar los esfuerzos en los ajustes tecnológicos e incorporando en forma dinámica los nuevos aportes de la investigación. Se prevé a la vez, una sólida acción educativa del productor triguero, por medio del servicio de extensión agropecuaria del INTA y de las provincias.



PRODUCCION, INVESTIGACIONES Y PROBLEMAS DEL CULTIVO  
DEL TRIGO EN BOLIVIA

Hugo Villarroel A.  
Coordinador Nacional de Investigaciones Trigueras  
Bolivia

Introducción

El trigo constituye uno de los alimentos básicos de la población boliviana. La producción nacional de este cereal alcanza a 57.000 TM., siendo la necesidad total de 225.000 TM. Para llenar los requerimientos, Bolivia importa trigo y harina de trigo por un valor aproximado de \$us. 20'000.000.--. Esta cantidad erogada va en desmedro de las divisas, por un alimento que puede ser producido en el país.

Los estudios efectuados en la última década determinaron que Bolivia dispone de áreas potencialmente aptas para este cultivo. A pesar de este recurso natural, el país no está autoabastecido de este producto. Las causas para esta situación fueron varias y entre las más importantes se citan: una política inadecuada de importaciones y las ayudas externas con trigo y derivados. Como consecuencia de estos factores, se registró en los últimos años una disminución del área cultivada y por consiguiente el volumen de trigo producido.

En la política agropecuaria actual de Bolivia se considera el trigo como un producto prioritario. Es así que a partir de 1967 el Gobierno inició una acción vigorosa encaminada a incrementar la producción triguera en base a la investigación, promoción, comercialización y estadística. Entre las determinaciones adoptadas se mencionan, la organización del Proyecto Vertical del Trigo en el año 1969, en base al cual se creó el Instituto Nacional de Trigo que a partir de 1970 toma a su cargo las siguientes actividades:

- a) Coordinación de la política nacional del trigo.
- b) Promoción a incentivación de la Producción triguera con la consecuente industrialización y comercialización.
- c) Planificación del desarrollo de la industria triguera, considerándola como máxima prioridad dentro de la economía nacional.

Con el propósito de disponer de tecnología adecuada a los diversos medios ecológicos donde se cultiva el trigo, a partir de 1967 se reforzó el programa de investigaciones, para que de esta manera se permita incrementar la actual producción deficitaria.

En este trabajo se presenta un resumen de la industria triguera de Bolivia, con énfasis en la producción, investigación y otros problemas del cultivo.

### Produccion

Tradicionalmente el trigo en Bolivia es producido principalmente en los valles y zonas de altura. Estas zonas incluyen áreas con altitudes que varían entre los 2.000 y 3.500 metros sobre el nivel del mar y cuya precipitación pluvial oscila entre los 300 y 750 mm anuales. Las temperaturas anuales promedio de dichas zonas fluctúan entre los 14° y 18.5° centígrados.

La mayor proporción del cultivo es realizado en siembras de primavera y sin auxilio de agua de riego. Las épocas de siembra se inician en las zonas de altura a partir del mes de octubre y en las zonas de valle a fines del mes de diciembre, para concluir a mediados de enero. La cosecha se practica a partir del mes de mayo.

En zonas de clima benigno y provistas de agua de riego, como el valle de Tarija y ciertas áreas de Chuquisaca y Cochabamba, se dan cultivos de tipo invernal. La época de siembra incluye todo el mes de julio iniciándose la cosecha a partir del mes de octubre. Su cultivo se alterna en estas zonas como parte de rotaciones con maíz, papa y hortalizas principalmente.

A partir de 1970 creció el interés en extender el cultivo de trigo a la zona sub-tropical del país como un medio rápido de incrementar el volumen disponible. En efecto, las experiencias logradas en años anteriores por algunos agricultores, hicieron posible que en el invierno de 1973, se programara la siembra extensiva de trigo en el Norte de Santa Cruz. Los resultados alcanzados en este primer intento no fueron completamente satisfactorios, debido principalmente a la intensa sequía registrada durante el período de desarrollo del cultivo. Estas siembras fueron a secano y con semilla de la variedad mexicana "Jaral F-66".

No obstante el resultado no muy halagador del año anterior, en el invierno de 1974, se insistió nuevamente con el cultivo del trigo en el Norte de Santa Cruz y esta vez incluso se programaron siembras en escala limitada para el Proyecto Abapó-Izozog. Los resultados alcanzados este año fueron considerablemente mejores que los del invierno anterior. Sin embargo, se admite que todavía son varios los factores de la producción que se deben mejorar antes de realizar programas de siembras de mayor magnitud.

En el Proyecto Abapó-Izozog se utiliza riego suplementario, y los rendimientos promedio obtenidos superan las 2,5 ton/ha. Por las condiciones de suelo, clima y principalmente superficie, Abapó-Izozog con la implementación de una adecuada infraestructura de riego, podría constituirse en un futuro inmediato, en la zona de producción triguera mas importante del país.

En el cuadro 1, se presentan datos de producción y consumo nacional de trigo para los últimos diez años. Observando el cuadro indicado, se ve que la superficie total cultivada y consecuentemente la producción, experimentaron una disminución de importancia con relación a 1964. Sin embargo, los rendimientos promedio por unidad de superficie acusaron un ritmo constante de incremento como consecuencia de la introducción de tecnología y principalmente de variedades adaptadas a cada una de las zonas de cultivo.



La introducción de la variedad mexicana "Jaral F-66" (adaptada a suelos de buena fertilidad y riego) permitió lograr rendimientos de 2 ton/ha en las zonas tradicionales. De otra parte, la variedad "Chinoli 70" (adaptada a zonas de altura y cultivo a secano) está permitiendo lograr rendimientos promedio de hasta 1.5 ton/ha. A medida que se amplíe el área sembrada con estas variedades, junto a la utilización de mejores técnicas de cultivo, se espera que los rendimientos por unidad de superficie aumenten paralelamente.

Finalmente, el consumo nacional de trigo (independientemente de la producción y la política de importaciones) acusa un ritmo de crecimiento en volumen que en promedio es aproximadamente de 3%.

La estadística disponible demuestra que con las producciones totales de trigo producidas en años consecutivos a partir del año 1964 hasta 1973, se ha logrado un incremento de producción total aproximadamente de 6.09%. En cuanto al área cultivada con este cereal disminuyó en 36.96% durante este mismo lapso de tiempo. El rendimiento fué incrementado de 530 kg/ha hasta 827 kg/ha (promedio nacional). Este aumento de producción por unidad de superficie cultivada representa el 35.9%.

Cuadro 1.--Producción y Consumo Nacional de Trigo (1964-1973).

Año	Superficie cultivada ha	Producción T/M/	Rendimiento kg/ha	Consumo Trigo en grano T.M.
1964	109.245	57.000	530	196.243
1965	63.636	35.000	550	221.819.
1966	74.545	41.000	550	205.883
1967	45.000	27.000	600	231.131
1968	75.000	45.000	600	227.574
1969	76.000	53.000	697	246.166
1970	63.130	43.560	690	251.208
1971	59.424	41.016	690	258.601
1972	63.407	53.595	845	277.904
1973	68.863	57.006	827	224.909
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>				
1974 <u>o</u>	75.970	64.246	845	275.955

Fuente: Servicio de Estudios Económicos y Estadística del Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios.

Instituto Nacional del Trigo

o Estimación preliminar susceptible de variación.

### Investigaciones

Los primeros trabajos de investigación en trigo fueron iniciados en 1942 con la introducción de un lote de variedades recibidas de Chile. Sin embargo, recién a partir de 1967 la actividad cobró importancia dentro de los programas, debido a que el trigo fué considerado como cultivo prioritario dentro de las actividades de este Ministerio. En 1973 se organizó el programa nacional centralizado de investigaciones trigueras, dependiente de la División de Investigaciones Agropecuarias del Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios. Dicho programa centraliza y coordina la actividad de las siguientes Estaciones Experimentales del país que trabajan con este cereal:

#### Estación Experimental "Chinoli"

Localización: Provincia Linares, Departamento Potosí. Características ecológicas: Estepa montano-templado y estepa espinosa, montano sub-tropical predominante. Fisiográficamente es un área muy variable desde cumbres de gran elevación, valles intermontañosos, penepianos, hasta planicies aluviales de importancia agropecuaria. Los suelos están clasificados como cryopsamments, deficientes en nitrógeno y fósforo.

#### Estación Experimental "San Benito"

Localización: Provincia Punata, Departamento de Cochabamba. Características ecológicas: Estepa espinosa montano bajo sub-tropical. Es una región de amplia llanura aluvial, con topografía plana o suavemente ondulada que alterna en su secuencia con cerros de altura variable. Los suelos son de textura pesada y tienen problemas de drenaje con deficiencia de fósforo y potasio.

#### Sub-Estación Experimental "Portachuelo"

Localización: Provincia Sara, Departamento de Santa Cruz. Características ecológicas: Bosque húmedo sub-tropical. Es una región que varía desde la llanura aluvial inicial hasta la llanura aluvial de senectud, cuyas características dominantes son la presencia de bacines, diques naturales, cursos temporarios de ríos, etc.

#### Estación Experimental "6 de Agosto"

Localización: Provincia Cordillera, Departamento de Santa Cruz. Características ecológicas: Zona árida con vida de bosque muy seco-tropical en transición a templado. Esta región constituye una planicie aluvial con riachuelos de cursos temporales. En esta planicie predominan suelos de material grueso con poca capacidad para retención de agua. Existe algunas áreas de material arcilloso con problema de drenaje ocasionando retención tempral de agua de lluvia.

#### Estación Experimental "Villa Montes"

Localización: Provincia Gran Chaco, Departamento de Tarija. Características ecológicas: Bosque seco templado con vegetación de porte bajo, perennifolias y estacionales. El estrato bajo está constituido por gramíneas y leguminosas nativas y vegetación herbácea. Los suelos son planicies de tipo aluvial con material poco consolidado. Esta región está comprendida entre la cordillera andina y el escudo brasileiro.

Las Estaciones Experimentales de Chinoli, San Benito y Portachuelo pertenecen al Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios, mientras que las Estaciones Experimentales "6 de Agosto" y Villa Montes dependen del Ministerio de Defensa y de la Corporación Boliviana de Fomento respectivamente.

Cuadro 2.- Temperaturas, elevación y precipitaciones medias de las Estaciones Experimentales.

Estación Experimental	Elevación m.s.n.m.	Temperatura Media ambiente °C	Precipitación anual m.m.
Chinoli	3.400	14.6	351.0
San Benito	2.800	16.6	375.0
Portachuelo	450	24.0	1.798.0
6 de Agosto	340	25.0	650.0
Villa Montes	448	24.0	801.0

No obstante los pocos años de trabajo efectivo realizado por las Estaciones Experimentales y las condiciones precarias en que se llevó a cabo el programa se han logrado los siguientes resultados de significación:

#### Area tradicional (Valles y altura)

##### Mejoramiento

Trabajos conducidos en las Estaciones Experimentales de La Tamborada y San Benito (Cochabamba) y Chinoli (Potosí) concluyeron con la selección de la variedad semi enana de origen mexicano "Jaral F-66". Un trabajo de selección individual realizado en Chinoli a partir de 1965, concluyó con la obtención de la variedad "Chinoli 70", la misma que en promedio de 75 ensayos regionales conducidos durante 4 años mostró un incremento superior a 400 kgs. por hectárea con respecto a las variedades localmente más cultivadas (criollas) y de cerca a 300 kgs. por hectárea en comparación de la variedad mexicana "Jaral F-66". Esta variedad tiene la desventaja de ser de grano blando é inapropiada para la panificación industrial.

Estas dos variedades junto a la variedad colombiana "Napo 63" son las que actualmente están en difusión. Los organismos encargados de esta difusión son el Servicio Nacional de Extensión Agrícola y el Instituto Nacional del Trigo, mediante sus agentes de extensión y promoción respectivamente. En los últimos dos años el Programa Nacional de Semillas ha tomado a su cargo la producción y procesamiento de semilla de estas variedades.

De otra parte, anualmente, se reciben tres juegos de las colecciones internacionales de trigo de primavera para resistencia a las royas del tallo y listada, enviadas por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica. Además se recibe material de otras fuentes tales como: el Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y del Trigo (CIMMYT), Fundación Rockefeller (Colombia), Universidad del Estado de Utah, Brasil, Paraguay, etc.

Finalmente, las Estaciones Experimentales del área tradicional desarrollan programas de mejoramiento genético como un medio de lograr las variedades específicas para cada una de las diferentes áreas trigueras.

### Prácticas culturales

En el convencimiento de que mejores prácticas de cultivo permitirán lograr mayores incrementos de rendimiento por unidad de superficie así como también ampliación de las actuales superficies cultivadas, los técnicos de las Estaciones Experimentales han estado conduciendo ensayos encaminados a solucionar problemas que confrontan la producción triguera del país. En este sentido, merecen citarse los siguientes resultados logrados:

Épocas de siembra: Se han determinado las épocas apropiadas de siembra para el cultivo del trigo en Lequezana-Potosí y el valle de Cochabamba, correspondiendo a la primera como mejor época de siembra la segunda quince del mes de noviembre; y para Cochabamba la primera quincena del mes de enero.

Niveles de fertilización: Las recomendaciones más generalizadas para la zona tradicional son: 40-40-00 y 40-20-00. No se ha encontrado respuesta a la aplicación de potasio.

Métodos de preparación de suelos y siembra: Se han realizado trabajos comparativos entre los métodos tradicionales de labranza (con animales) y la mecanización. Como era de esperar, se ha logrado un resultado positivo en favor del uso de la maquinaria en la preparación de suelos y la consecuente siembra. Sin embargo, el análisis económico favorece a la forma tradicional del cultivo. Una ventaja que implica el uso de la maquinaria es que permite la realización más oportuna de estos trabajos en una agricultura de secano y sobretodo en una superficie mayor.

### Estudios especiales

Estudios de clasificación de suelos: Entre 1967 y 1970, los técnicos del Departamento de Suelos del Ministerio de Agricultura han realizado estudios de clasificación de suelos de todas las principales zonas trigueras del país. La superficie total estudiada fue de 513.660 hectáreas.

Costos de producción: Se tienen determinados los costos de producción bajo las formas tradicional, tradicional mejorada, y completamente mecanizada para las zonas de Cochabamba y Lequezana, que en promedio para los dos zonas es de \$b. 3.000.-- (\$us. 150.--)

### Áreas nuevas (Sub-trópico)

Con el propósito de ampliar el cultivo del trigo a la zona sub-tropical del país en los últimos cinco años se han venido realizando trabajos de investigación que permitan disponer de información tecnológica necesaria para la implementación de programas de producción extensiva en esta parte del país.

La zona sub-tropical que comprende la parte norte de Santa Cruz, el área de Abapó-Izozog (Provincia Cordillera del mismo Departamento) y Villa Montes en el Departamento de Tarija, significan una superficie potencial de 160.000 hectáreas, las mismas que con un rendimiento promedio de 1.5 TM/ha podrían significar la solución del actual problema triguero de Bolivia.

En consideración de lo manifestado anteriormente se viene intensificando el trabajo de investigación en estas zonas, cuyos resultados son los siguientes:

### Mejoramiento

Las variedades sobresalientes, a través de los años, no muestran consistencia en los resultados debido a la variación de los factores climatéricos. Sin embargo, se mencionan a Tg-3 (M-Rw<sup>2</sup> x K58/N-Fr; 15914-13t-3t-3b-1t) para Abapó-Izozog y Norteña y Noroeste para el Norte de Santa Cruz, como variedades aptas para ser incorporados al gran cultivo junto a Jaral F-66 que hasta la fecha es la variedad recomendada.

### Prácticas culturales

Épocas de siembra: Siendo áreas en las que se intenta introducir el cultivo, la determinación de las épocas apropiadas de siembra fue considerada prioritaria. Los resultados de tres años de observación muestran al mes de mayo como al período más apropiado para la siembra del trigo en el Norte de Santa Cruz, así como también para el área de Abapó-Izozog.

Niveles de fertilización: Los estudios hasta ahora conducidos no mostraron respuesta a la aplicación de fertilizantes, probablemente debido a que se trata de suelos recientemente incorporados a la agricultura.

Métodos de siembra: Con los experimentos conducidos en la Estación Experimental de Portachuelo se logró determinar que la siembra en surcos es la más conveniente, frente a las siembras realizadas al voleo y con punzón.

Densidad de siembra: No se encontró respuesta significativa a la utilización de diferentes cantidades de semilla tanto en Portachuelo, como tampoco en Abapó-Izozog. Sin embargo, por consideraciones de orden práctico y principalmente para evitar competencia con las malas hierbas se recomienda utilizar la densidad de 150 kgs/ha.

Frecuencia y volumen de riego: Los estudios conducidos para las condiciones de Abapó-Izozog determinaron que se requieren entre 4.235 y 5.577 metros cúbicos de agua de riego por hectárea. El volumen de agua aplicada por cada riego fluctúa entre 531 y 1.374 metros cúbicos por hectárea. En promedio se requiere un riego cada 17 días, debiendo aplicarse un total de cuatro a cinco riegos durante el período vegetativo del cultivo.

### Estudios especiales

Costos de producción: En la zona Abapó-Izozog se ha acumulado la información necesaria para elaborar el cálculo correspondiente de costos de producción para el cultivo del trigo bajo condiciones de riego, correspondiendo al riego un 43% del total de gastos de producción.

### Problemas y Objetivos de la Investigación Iriguera a nivel Nacional

El Comité del Programa Nacional de Investigaciones Trigueras, ha realizado un trabajo de identificación de los problemas y objetivos que deben ser encarados a través de las diferentes Estaciones Experimentales que trabajan con trigo. Estos problemas y objetivos se presentan resumidos en el Cuadro 3.

### Problemas

Los problemas que afectan o restringen más seriamente la producción triguera en Bolivia son los siguientes:

#### Los tipos de áreas y tierras en que se cultiva el trigo en la actualidad:

Por la baja rentabilidad del cultivo de este cereal, el trigo en Bolivia es comúnmente relegado a zonas de suelos marginales (suelos superficiales, suelos de baja fertilidad, pedregosos, con mucha pendiente y elevación sobre el nivel del mar). Una combinación de estos factores afectan seriamente al rendimiento potencial.

La topografía en esas zonas es generalmente muy inclinada, siendo en consecuencia impracticable la mecanización. Esto restringe el tamaño de la parcela de cultivo de cada agricultor a una pequeña superficie. El empleo de sistemas de riego y fertilizantes en tales zonas es por su parte impracticable.

#### Minifundio:

El área tradicional para el cultivo del trigo está densamente poblado y como el crecimiento demográfico tiene índices elevados, ha dado lugar a la excesiva parcelación de tierras y como consecuencia al minifundio. Por consiguiente, es difícil organizar empresas de producción extensiva y mecanizada. Sin embargo, muchas de estas áreas tienen características agrológicas favorables para el cultivo.

#### Cuadro 3

#### Problemas y objetivos de la investigación Triguera en Bolivia

##### A. Mejoramiento

Rendimiento  
Precocidad  
Resistencia a *P. striiformis*  
Resistencia a *P. graminis tritici*  
Tamaño de planta  
Tolerancia a granizadas y heladas  
Resistencia a virus  
Resistencia a *P. recóndita*  
Resistencia a septoria  
Resistencia a insectos  
Resistencia a royas  
Tolerancia a sequía  
Calidad panadera

##### B. Prácticas Culturales

Determinación de niveles económicos de fertilización  
Epocas y métodos de fertilización  
Efecto residual de fertilizantes  
Interacción y fijación de elementos mayores y menores  
Rotación de cultivos  
Conservación de agua y suelo  
Salinidad y manejo de agua de riego

B. Prácticas Culturales

Épocas de siembra  
Control de malezas  
Métodos de preparación de suelos  
Métodos de siembra  
Cosecha y secado de granos  
Control de insectos

C. Estudios Especiales

Determinación de razas fisiológicas de P. graminis tritici  
Evaluación económica de daños causados por P. striiformis  
Determinación de especies de carbones que atacan al trigo  
Costos de producción

Para salvar el obstáculo señalado, en la actualidad se trabaja en la organización de grupos asociados o cooperativas, con las que se podrá incorporar una tecnología moderna y la utilización de insumos; de manera que este cultivo tenga características rentables y de significación económica para el agricultor en particular y el país en general.

Insumos agrícolas

Su disponibilidad es limitada sobre todo por los precios elevados, los mismos que inciden en los costos de producción, especialmente para un cultivo de bajo rendimiento como es el trigo, comparado con otros cultivos más rentables como la papa. La disponibilidad de semilla mejorada para los agricultores es todavía limitada. Para resolver estos problemas el Gobierno ha organizado la División de Certificación de Semillas, encargada de la multiplicación, procesamiento y distribución a los agricultores de semilla mejorada, para que en base a este insumo importante se eleve la producción de las variedades recomendadas por las Estaciones Experimentales. Haciendo un análisis económico en función de la utilización de fertilizantes, productos fitosanitarios y semilla mejorada se ha logrado obtener mayores rendimientos (1.000 kg/ha, \$b. 4.000/ha), comparado con cultivos sin insumos agrícolas y con semillas criollas (600 kg/ha, \$b. 2.400/ha).

Tecnología

Al hablar de insumos se dijo que las variedades recomendadas tienen especial importancia. Es así que actualmente en las Estaciones Experimentales se trabaja para la obtención de variedades adaptadas a diversas zonas ecológicas y de altos rendimientos. Paralelamente a los anteriores trabajos se ha puesto énfasis en la búsqueda de mejores prácticas culturales. Sin embargo, el país ya dispone de paquetes tecnológicos, los mismos que tienen una lenta adopción por el agricultor debida a los insuficientes medios de promoción y la limitada educación del receptor.

Infraestructura de riego

El área tradicional donde está establecida la mayor proporción del cultivo de trigo es a secano y con un período corto de precipitaciones que dá un estrecho margen al cultivo. Para que esta área tradicional sea más productiva se requiere de una infraestructura de riego, la misma que no se dispone y limita el uso eficiente de fertilizantes. En consecuencia, resolviendo este problema se puede solucionar la baja productividad de este cultivo.

### Caminos

La falta de caminos vecinales es otro factor que tiene su influencia desfavorable, especialmente para que los insumos agrícolas lleguen a nivel de finca o parcela, lo mismo que para la comercialización del producto. La falta de este medio de comunicación incide en los costos de producción y comercialización, razón por la que áreas apropiadas para el cultivo del trigo no están siendo incorporadas en su máxima extensión. Si bien se hacen esfuerzos para que áreas alejadas a los caminos sean utilizadas para el cultivo del trigo, muchas veces la disponibilidad de insumos es inoportuna y lo que es más dificulta la posibilidad de la asistencia técnica y crediticia.

Para resolver los factores anotados que influyen en la mayor producción de trigo se pretende incentivar a los productores de trigo con buenos precios, además de dar prioridad al trigo nacional para la industria molinera, pagando primas por calidad y tipo de trigo. Paralelamente a la política de precios se pretende mejorar la comercialización, organizando centros de acopio por parte del Gobierno, ofreciendo créditos para insumos, materiales de labranza, semillas, asistencia técnica, maquinaria agrícola y otros de interés para el cultivo.

Otro aspecto en que se pone énfasis es en la información técnica, que a través de Extensión Agrícola, radio y televisión se pone a disposición de los agricultores. Por otra parte se fomenta el intercambio de información técnica y experiencia entre técnicos dedicados a la investigación, promoción y crédito, a través de cursillos, reuniones y correspondencia.

Finalmente, para ampliar el área de cultivo del trigo se ha iniciado un trabajo que consiste en la búsqueda de nuevas áreas trigueras en la zona tropical y sub-tropical.

### SUMMARY

National wheat production in Bolivia is approximately 57,000 M.T. per year. The yearly consumption requirement for Bolivia is 225,000 M.T. The deficit is covered by wheat and flour imports which cost approximately \$U.S. 20 millions.

Wheat research in Bolivia is relatively new but the 35.9% increase in yield per hectare has resulted from research conducted during the last ten years.

Since wheat production in the traditional high land areas cannot supply the national requirements, a concentrated research effort is being made in the sub-tropical areas where 500,000 hectares of new lands could be available for wheat production. This area could supply enough wheat to meet national consumption.

Among the problems which retard self-sufficiency in wheat production in Bolivia are the following: (1) wheat is relegated to steep unproductive high lands; (2) minifundia; which offers little opportunity for mechanization; (3) the lack and high cost of production inputs; (4) lack of modern production techniques by the farmers; (5) lack of irrigation facilities; (6) lack of roads and marketing facilities.



## RELATÓRIO SÔBRE A PRODUÇÃO DE TRIGO NO BRASIL E SEUS PROBLEMAS

Milton Alberico Bianchi Rocha  
Professor titular da Universidade Federal de Pelotas  
e melhorista particular de trigo em sua fazenda  
no município de Herval (Estado do Rio Grande do Sul)  
Brasil

Honrados pelo convite dos organizadores desta Reunião Latino-americana de Trigo para apresentarmos um breve relatório introdutório na Sessão I sôbre a produção de trigo, os seus problemas e as atividades de pesquisa em andamento no Brasil, devemos limitar-nos, dentro do que nos foi solicitado, a uma apresentação muito resumida, panorâmica, que servirá apenas como base para melhor compreensão dos trabalhos e debates que se processarão nas demais sessões.

### Produção

Inicialmente, devemos salientar que o Brasil produz trigo (unicamente Triticum aestivum) desde a latitude de 32°S até 21°S, em regiões, portanto, com características agroclimáticas bastante diversas e que já foram descritas pelo autor com maiores detalhes na Iª Conferência Internacional de Trigos de Inverno (Rocha e Schlehuber, 1972). Naquele trabalho salientávamos, ainda, que o Brasil havia aumentado espetacularmente sua produção tritícola, passando de 0,36 milhões de toneladas em 1967 para 2,03 milhões de toneladas em 1971. Os rendimentos por hectare, no entanto, haviam passado, no mesmo período, de 750 kg/ha para 1050 kg/ha. Comentávamos, também, que este aumento espetacular de produção devia-se, principalmente, ao estabelecimento de um preço mínimo pelo govêrno, à compra estatal e imediato pagamento da safra total e ao estabelecimento com sucesso da rotação trigo-soja que proporciona um menor custo de produção para ambas as culturas e consequentemente lucros compensadores que estimulam os agricultores a cultivar maiores áreas.

O ano de 1972, considerado o pior na história da triticultura brasileira, devido a condições climáticas desfavoráveis (forte ocorrência de geadas tardias e precipitação quase o dobro de normal) e a um devastador ataque de Septoria tritici e Septoria nodorum, entre outras doenças, constituiu-se num enorme desastre que unicamente não trouxe piores consequências por que a economia dos agricultores não mais se baseava apenas no trigo e a produção e os preços da soja na safra seguinte puderam compensar em grande parte os prejuízos do trigo.

Houve, contudo, diminuição da área plantada no ano seguinte (1973) quando os rendimentos voltaram a ser normais. Destaca-se, a partir de 1973, e mais notadamente, em 1974 o aumento da produção tritícola do Estado do Paraná, que aumentou sua área plantada com o binômio trigosoja através da incorporação ao cultivo de novas áreas e à eliminação de cafezais velhos, economicamente improdutivos. Aproveitando solos de grande fertilidade, a maioria sem acidez nociva do alumínio, no norte e no oeste, com melhores conhecimentos de tecnologia e variedades melhor adaptadas às suas condições, o Estado do Paraná, sem dúvida alguma, a partir de 1975 poderá começar a disputar com o Rio Grande do Sul a primazia da produção tritícola brasileira.

Apresentamos a seguir dois quadros demonstrativos da evolução da lavoura tritícola no apís, de 1971 a 1974, e os rendimentos médios comparativos entre o Rio Grande do Sul e o Paraná.

Quadro 1. - Produção e área cultivada com trigo no Brasil, de 1971 a 1974 em milhares de toneladas e milhares de hectares, respectivamente. Os dados de produção de 1974 são estimativas.

	1971		1972		1973		1974	
	Prod.	Area	Prod.	Area	Prod.	Area	Prod.	Area
R. G. Sul	1747	1614	565	1800	1402	1360	1600	1400
Sta. Catarina	23	--	9	--	9	--	64	53
Paraná	240	266	92	375	455	310	930	657
Sao Paulo	24	--	18	--	54	--	120	80
Mato Grosso	4	--	6	--	9	--	12	20
Total	2038	--	690	--	1929	--	2726	2210

Quadro 2. - Rendimentos em kg/ha, de 1971 a 1974, nos Estados do Rio Grande do Sul e do Paraná. Os dados de 1974 estão baseados em estimativas de produção.

	1971	1972	1973	1974
R. G. Sul	1082	314	1031	1143
Paraná	902	245	1468	1416

#### Problemas

O Brasil produzirá em 1974 cerca de 60% do trigo necessário ao consumo de sua população, necessitando importar de 1,6 a 1,8 milhões de toneladas. Isto significa um pesado encargo à sua balança de pagamentos, mormente quando os preços internacionais do trigo estão altos e os custos das importações de petróleo sobrecarregam em demasia os países importadores.

Além destes fatores, o binômio trigo-soja continua a ser a melhor solução para a agricultura das regiões às quais estas culturas se adaptam, não só por razões econômicas de diminuição dos custos fixos pela utilização de maquinária e mão de obra de outra forma ociosas, mas também pela necessidade de cobertura adequada para proteção dos solos principalmente nos meses de inverno e princípios de primavera, particularmente muito chuvosos no Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

A principal zona tritícola brasileira, o planalto do noroeste do Rio Grande do Sul, com média pluviométrica em torno de 1700 mm anuais, solos muitas vezes extremamente ácidos (pH 4,3 a 5,0), com níveis altamente tóxicos de alumínio e manganês solúveis e, como causa ou consequência, muito baixos teores de fósforo e soma de bases trocáveis, elevada incidência de grande número de doenças e algumas pragas, realmente situa-se em região que, talvez, muitos julgariam nos limites marginais para uma lavoura tritícola econômica.

No entanto, as razões acima apresentadas justificam plenamente o enorme esforço que agricultores, governo e cientistas brasileiros e internacionais vêm fazendo para vencer este extraordinário desafio técnico que é o de aumentar a produtividade

dessa região, através da correção de seu solo, de melhores práticas de cultivo e da criação de cultivares mais produtivos e mais resistentes às doenças.

Além dos problemas decorrentes dos elevados níveis de alumínio e manganês, extremamente tóxicos à grande maioria dos genótipos alienígenos, encontrados na principal região tritícola brasileira: o planalto do noroeste do Rio Grande do Sul e ainda em Santa Catarina, centro-sul e sudeste do Paraná e em algumas áreas do Mato Grosso, os principais problemas são doenças. Devido ao clima extremamente úmido, principalmente em julho, agosto e setembro, com temperaturas relativamente elevadas, surgem com muita frequência elevadas incidências de Septoria tritici, Septoria nodorum, Erysiphe graminis tritici, Fusarium graminearum ou Gibberella zeae, Puccinia graminis tritici, Puccinia recondita, e, com menor frequência, Helminthosporium sp, Ustilago tritici e dois vírus: "barley yellow dwarf" e "soil-borne mosaic".

Tem sido verificada em alguns anos e em alguns cultivares a ocorrência de "brown necrosis". Esta sendo investigada a ocorrência de alguns fungos no solo, além de Fusarium sp e da ocorrência já comprovada do fungo Polymyxa graminis apontado como vetor do vírus "soil-borne mosaic". Ocorrem quase todos os anos, porém com infestações de intensidade variáveis, alguns insetos de muita importância. Afídeos tem sido particularmente importantes, principalmente pelas suas funções de vetores do vírus "barley yellow dwarf", sendo os de maior ocorrência: Acyrtosiphon dirhodum ou Metopolophium dirhodum, Macrosiphum avenae, Rhopalosiphum padi, Rhopalosiphum rufiabdominalis e Schizaphis graminum. Em alguns anos ocorrem fortes ataques da lagarta de Pseudaletia adultera (Cirphis unipuncta). Há alguns anos foi verificada considerável ocorrência de Diatraea sacharalis no sul do país. Agrotis sp causa danos esporádicos em terras recém abertas ao cultivo. Elasmopalpus lignosellus, junto com Agrotis sp, foram constatados como causadores de consideráveis prejuízos em anos secos e terras novas no Mato Grosso.

Nos solos mais férteis, principalmente os do oeste (produzindo 340 mil toneladas em 1974) e do norte (produzindo 450 mil toneladas neste ano) do Paraná, o acamamento tem sido um fator de grande importância e, possivelmente, limitante à obtenção de níveis mais elevados de produtividade. A seca no norte do Paraná, São Paulo e Mato Grosso é frequentemente de grande importância, havendo causado redução nos rendimentos neste ano. Nessas regiões, mais secas do que o sul do país e sem alumínio tóxico na sua maior parte, cultivares de origem mexicana ou deles descendentes vem sendo cultivados em maiores extensões. Porém, já tem sido verificadas ocorrências de Gibberella zeae, Helminthosporium sp, Erysiphe graminis tritici, Septoria tritici e Septoria nodorum, além de fortes ataques que normalmente ocorrem de Puccinia graminis tritici e Puccinia recondita. Verificamos pessoalmente um caso isolado de ocorrência de Puccinia striiformis em material experimental em Palotina, no oeste do Paraná.

Há uma região, entre os paralelos 32°S e 31°S, no sul do Rio Grande do Sul, onde predominam os solos negros, sem alumínio tóxico, de grande fertilidade natural, na qual poderá ter lugar um tipo de agricultura consorciada com pecuária, através do uso de cultivares do tipo de inverno, de ciclo longo, que permitiriam o pastoreio durante os meses críticos de deficiência de pastagens nativas (julho e agosto) e ainda poderiam ser utilizadas para a produção de grãos.

#### Pesquisa

A pesquisa do governo federal com trigo nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina vem sendo realizada numa rede de estações experimentais coordenadas pelo

IPEAS (Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuárias do Sul), com sede em Pelotas (Estado do R. G. Sul). A pesquisa federal no Estado do Paraná é coordenada pelo IPEAME (Instituto de Pesquisas e Experimentação Meridional), com sede em Curitiba (Estado do Paraná).

Além dos trabalhos federais de pesquisa, as Secretarias da Agricultura dos quatro estados do sul do país realizam pesquisas próprias em suas estações experimentais e participam na realização de ensaios regionais que abrangem, principalmente, a avaliação de rendimento de novos cultivares com vistas ao seu lançamento oficial. A Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul, principalmente através de suas estações experimentais São Borja, Júlio de Castilhos, Veranópolis e Bagé continua realizando trabalhos de cruzamentos e seleção de novos cultivares dos quais foi a pioneira no Brasil. A Secretaria da Agricultura do Estado do Paraná vem iniciando trabalhos de pesquisa e melhoramento genético em seu novo IAPAR (Instituto Agro-nômico do Estado do Paraná, localizado em Londrina), além de participar na realização de ensaios regionais. A Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo é praticamente a única responsável por trabalhos de pesquisa e melhoramento genético de trigo para aquele estado.

As Universidades, principalmente as do Estado do R. G. Sul, vem também realizando trabalhos de pesquisa com trigo e participando de programas regionais, particularmente a UFPel (Universidade Federal de Pelotas), a URGs (Universidade Federal do R. G. Sul, em Porto Alegre), a UFSM (Universidade Federal de Santa Maria), e a Universidade de Passo Fundo.

Organizações particulares também vem participando dos trabalhos de pesquisa com trigo e no seu melhoramento genético. A FECOTRIGO (Federação das Cooperativas de Trigo) possui um centro experimental próprio em Cruz Alta (R. G. Sul), possui acordo com a Secretaria da Agricultura deste estado para apoiar pesquisas em São Borja, participou até recentemente, através do PAT (Plano Acelerado do Trigo), de um trabalho conjunto com a mesma Secretaria da Agricultura, principalmente em Júlio de Castilhos (R. G. Sul), participa da organização e execução de alguns ensaios regionais de todas as instituições envolvidas com pesquisas em trigo e possui um acordo com a EMBRAPA para realizar pesquisas com trigo no Estado do Mato Grosso. A OCEPAR (Organização das Cooperativas do Paraná) recentemente organizou um serviço de pesquisa com trigo, principalmente ensaios de rendimento de cultivares a adubações e ensaios demonstrativos em 7 regiões naquele estado. O autor do presente trabalho, desde 1968, vem realizando trabalhos de cruzamentos e seleção em sua fazenda no município de Herval, além de colaborar na execução de alguns ensaios regionais, nos quais acham-se incluídas algumas de suas primeiras seleções. Este mesmo material também vem sendo testado pela OCEPAR e estações experimentais federais e estaduais no Paraná e pela FECOTRIGO no Mato Grosso.

As principais estações experimentais e sua localização foram já descritas pelo autor em seu trabalho já mencionado (Rocha e Schlehuber, 1972). A nova EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), empresa pública com autonomia administrativa, financeira e personalidade jurídica de direito privado, idealizada para proporcionar maior agilidade e dinamização da pesquisa agropecuária do país, vem de criar um Centro Nacional de Pesquisa de Trigo, a ser inaugurado oficialmente nos próximos dias, localizado na Estação Experimental de Passo Fundo (Latitude 28°16'S, longitude 52°24'W, altitude 676 m), no centro da principal região tritícola brasileira: a do planalto do noroeste do R. G. Sul, a que já nos referimos. Neste centro atua também um grupo de técnicos da FAO através de um projeto especial em conjunto com o governo federal. Este centro está destinado a ser o

coordenador de todos os trabalhos de pesquisa no país com a cultura do trigo. A FEMBRAPA, a través de unidades estaduais, organizadas com a participação das Secretarias da Agricultura, Universidades e entidades privadas, pretende interligar todos os sistemas estaduais à coordenação nacional.

Os objetivos que a pesquisa vem procurando atingir têm sido, justamente, a solução dos diversos problemas apresentados e que, muitos deles, naturalmente, serão objetos de trabalhos especiais e debates durante a presente Reunião Latino-americana de Trigo. Apesar das variedades brasileiras serem consideradas das mais resistentes no mundo a condições de solos ácidos e às septorioses, ainda há muito a realizar.

Nós, os brasileiros, não somente nos sentimos honrados com a presença de tão ilustres cientistas e técnicos da América Latina e de outros países, como também solicitamos e esperamos a sua colaboração na crítica, no debate e nas sugestões que possam apresentar de tudo que virem e ouvirem durante esta Reunião, o que certamente poderá ser feito na sessão final de debates sobre os problemas do trigo na América Latina.

#### ENGLISH SUMMARY

After raising its wheat production from 0.36 million tons in 1967 to 2.03 million tons in 1971, Brazil had a dramatic year in 1972 when it produced only 0.69 million tons from an expected crop of 2.5 million tons. The assigned causes were climatic, mainly excessive rains (nearly double the normal that is already very high--1.7 mm per annum--in the main producing area, the northwestern plateau of Rio Grande do Sul State) and late frosts, associated with severe disease problems, primarily Septoria tritici and Septoria nodorum.

In 1973, despite an area reduction, the crop reached 1.93 million tons and in 1974 a record crop of 2.73 million tons from 2.2 million hectares is expected.

The average yields increased from 7.5 quintals/hectar in 1967 to 10.5 in 1971. In 1972 the yields dropped to 3 quintals/ha and increased again in 1973 to 11.7 quintals/ha. In 1974 the expected average yield is 12.4 quintals/ha.

So, by the figures, it is possible to realize that the increase in production is due more to an increase in cultivated area than to an increase in yields. The largest increase in yields should be reckoned to a good development of the wheat crop in Paraná State in the two last years (Tables 1 and 2).

The double crop system wheat-soybeans, the good soybean prices in 1973, the guarantee of prices and immediate buying and payment of the entire wheat crop by the government are the main reasons for the continuous increase in production for these last years.

Regarding problems, Brazil still needs badly to increase its wheat production. With a total consumption of nearly 4.2 million tons per year, Brazil will need to import in 1974 from 1.6 to 1.8 million tons of wheat, and this is a heavy burden on its payment balance already badly charged by the petrol imports.

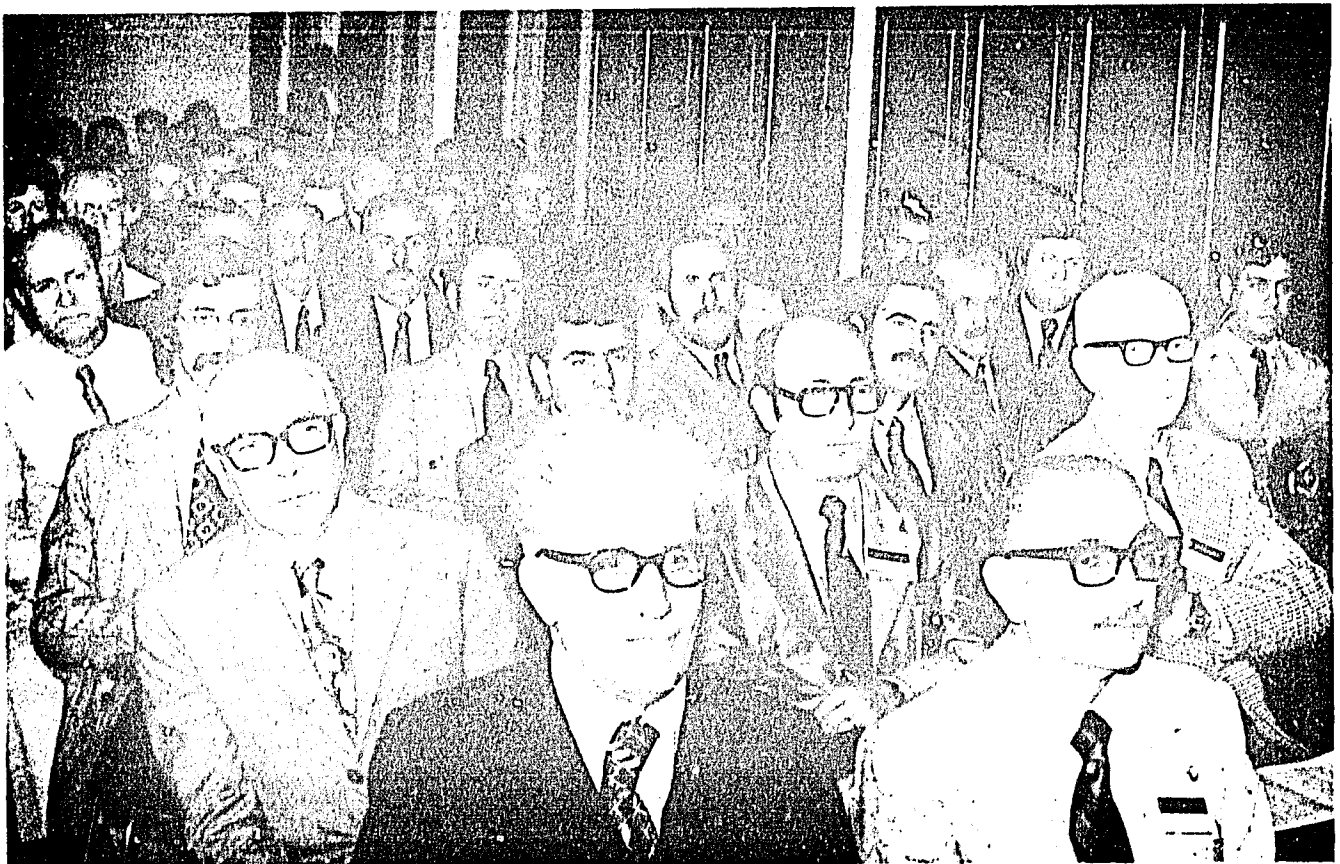
To increase its wheat production, Brazil has to face several very difficult problems, mainly diseases caused by Septoria tritici, Septoria nodorum, Giberella zeae, Puccinia graminis tritici, Puccinia recondita, Erysiphe graminis tritici,

Helminthosporium sp, barley yellow dwarf and soil-borne mosaic viruses, aphids, besides aluminum and, probably, manganese toxicity in the very acid soils of the main wheat production area (the northwestern Plateau of R. G. Sul State). In the Paraná State, with many regions of high fertility soils, no aluminum toxicity and lower rainfall with consequent lower diseases losses, the average yields are higher and, so, seem to be destined to a higher participation on the whole production of the country.

Some other areas may also increase their role in the solution of the problem, but it may take more time and better know-how. The author also describes the main federal, state, and private organizations involved in wheat research. The newly organized "EMBRAPA" (Brazilian Agricultural Research Organization), linked to the Ministry of Agriculture but with some autonomy of private organizations, is a new approach to increase the efficiency and coordination of the agricultural research and, for that, it is inaugurating, on the day of conclusion of this Conference, its new "National Wheat Research Center," located in the previously named Passo Fundo Experimental Station (latitude 28°16'S, longitude 52°24'W, altitude 676 m).

#### Referência Bibliografica

Rocha, M. A. B. and A. M. Schlehber. Some problems of wheat production in Brazil and the role the International Winter Wheat Performance Nursery may play in their solution. In Proceedings of the First International Winter Wheat Conference. Ankara, Turkey, June 5-9, 1972. University of Nebraska Press.



LA PRODUCCION DE TRIGO EN CHILE

by

I. Ramírez A. and C. Hewstone M.  
 Instituto de Investigaciones Agropecuarias,  
 Estación Experimental La Platina, and  
 Estación Experimental Carillanca  
 Chile

Importancia y Características Generales

Casi el 60% de la superficie que ocupan los cultivos anuales en Chile está destinada al cultivo del trigo. El valor de su producción sobrepasa el 15% de la producción agrícola chilena, incluyendo cultivos y ganadería, exceptuando los productos forestales. (1, 2).

En general los cereales, y específicamente el trigo, representan los aportes más importantes en la alimentación de los chilenos. Un 40% o más de la disponibilidad calórica y proteíca de su dieta proviene del trigo. En las estratas socioeconómicas de ingresos más bajos ese porcentaje puede alcanzar valores de 60% o superiores (9) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Disponibilidad de Cereales. Gramos de producto, calorías y gramos de proteína por habitante día. Promedio de 3 años 1970, 1971 y 1972.

Cereal	Gr. producto	Disponibilidad neta	
		Calorías	Gramos proteína
Trigo	315.3	1011.3	29.3
Arroz	18.7	67	1.3
Cebada	5.4	18	0.5
Avena	5.3	18.6	0.6
Centeno	1.0	3.3	0.1
Varios	1.9	6.6	0.1
<b>Total</b>	<b>347.6</b>	<b>1125.8</b>	<b>31.9</b>

Fuente: Disponibilidad Alimentaria: Chile 1970, 71 y 72 (9).

La superficie cultivada con este cereal fluctúa alrededor de las 730.000 hectáreas, de las cuales un 94% más o menos corresponde a trigo de pan (Triticum aestivum L. em. Tell) y el resto a trigo duro o candeal (Triticum durum Desf.). La principal área de cultivo se encuentra entre los paralelos 28 y 43 de Latitud Sur.

No obstante, su rol principal en la alimentación diaria y en la economía nacional, lejos de aumentar, la producción de trigo ha mostrado desde hace más de 30 años una tendencia deficitaria frente a las necesidades del país.

En efecto, hasta el año 1940, Chile era autosuficiente en este grano y aún exportaba pequeñas cantidades. Desde 1942 hasta hoy se ha tenido que importar cantidades crecientes de este cereal, ocasionando al país fuertes gastos en moneda extranjera. La situación hizo crisis en los últimos 3 años ya que en 1971 se importaron más de 350.000 toneladas y en 1972 esa cifra se duplicó. (Cuadro 2). La situación producida ha sido grave, puesto que también en estos años la producción mundial descendió considerablemente provocando un alza general de precios en los países exportadores (7).

Cuadro 2. Disponibilidad neta de trigo en los años 1970, 1971 y 1972.

Disponibilidad	Miles de Ton. métrica		
	1970	1971	1972
Producción Nacional	1.306,9	1.367,9	1.195,1
Importación	200,0	367,1	761,9
Donación	1,4	0,9	0,5
Exportación	-	-	-
Uso semilla	116,4	113,9	74,3
Consumo animal	59,7	27,5	182,7
Disponibilidad bruta	1.508,3	1.735,9	1.957,5
Disponibilidad aparente	1.279,3	1.538,9	1.649,3
Disponibilidad neta	991,5	1.197,3	1.278,7

Fuente: Disponibilidad Alimentaria: Chile 1970, 71 y 1972. (9).

Otros factores que han agravado el problema nacional en las últimas décadas son el rápido crecimiento de la población y de la demanda de alimentos, la estabilización del área sembrada junto a un aumento insuficientemente rápido del rendimiento promedio nacional, y una política económica carente de estímulo en los precios agrícolas y en el desarrollo agropecuario. Recientemente, este año se ha iniciado una política de fijación de precios a niveles competitivos internacionales para estimular a los productores de trigo esperándose que esto contribuya al aumento de la producción.

Si se consideran las condiciones ambientales para el cultivo del trigo en el país, es posible concluir que Chile tiene condiciones excepcionales para el cultivo intensivo de este cereal. Más del 85% de la superficie cultivable con trigo recibe suficiente cantidad de lluvia, o tiene riego (6). Sin embargo, los rendimientos unitarios del país son bajos, especialmente si los comparamos con algunos países europeos o México, por ejemplo. (Cuadro 3). Esto se debe, entre otros factores, a que se cultiva trigo en zonas marginales, como en algunas áreas del Norte del país en que la escasa pluviometría e irregular distribución de las lluvias provoca serias limitaciones de humedad; o en partes de las zonas Centro-Sur y Sur donde la pobre calidad de los suelos conduce a rendimientos muy bajos. Otro factor importante lo constituye la insuficiente divulgación y extensión de la tecnología ya disponible en el país. Los esfuerzos hechos por Instituciones Gubernamentales, Universidades, o empresas privadas en el estudio de programas de fertilización, formación y empleo de variedades mejoradas, uso de herbicidas y pesticidas, y de otros aspectos tecnológicos destinados a obtener un manejo eficiente del cultivo, no han sido acompañados por una campaña simultánea y agresiva de comunicación y extensión de los resultados obtenidos por los investigadores (7).

#### Áreas de Cultivo

Geográficamente, se pueden diferenciar 3 zonas a lo largo de la región triguera del país.

Zona Norte. Comprendida entre las provincias de Tarapacá y Curicó, contiene la casi totalidad de los suelos regados en que se cultiva trigo. La pluviometría varía entre 200 mm. y 600 mm., siendo casi inexistente en el extremo norte de esta región. Se cultivan sólo variedades de primavera y la totalidad del trigo durum se produce en esta zona. Las necesidades de fertilizantes son moderadas en relación al resto de país, fluctuando las recomendaciones de fósforo entre 30 y 40 Kg/ha, y las de nitrógeno entre 60 y 100 Kg/ha.



Cuadro 3. Características principales, Producción y rendimiento unitario de las tres zonas trigueras de Chile.<sup>1/</sup>

Zona	Límites	Sup. riego %	Precipit. mm	Hábito	Tipo	Superficie Ha	Produc. miles Ton	Rendimiento Kg/ha
Norte	28°-35° Lat.Sur	80	200 a 700	P <sup>2</sup>	Blando-duro	206.790	438.923	2.122
Centro	35°-38° Lat.Sur	50	700 a 1300	P-A-I	Blando	243.090	371.378	1.527
Sur	38°-43° Lat.Sur	10	1300 a 2000	I-P-A	Blando	277.540	557.673	2.009
T O T A L . . . . .						727.420	1.367.974	1.880

<sup>1/</sup> Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas. Publicación N° 9., Octubre 1971, Santiago. Chile.

2 = P = Primavera; I = Invierno; A = Alternativa.

Las variedades principales en cultivo y sus características se exponen en el Cuadro 4. (8).

Cuadro 4. Características de las principales variedades en cultivo en la zona Norte de Chile. (Trigos de Primavera).

Variedad	Rendimiento qqm/ha <sup>1/</sup>	Reacción a royas <sup>2/</sup>			Precocidad	Tenditura	Altura pl.adulta cm.
		P.striiformis	P.recon-dita	P.graminis			
Mexifén	56	R	R	R	Semiprecoz	R	85
Aurifén	54.8	R-MR	R	R	Precoz	R	95
Toquifén	52	R	R	R	Semiprecoz	R	95
Collafén	47	S	MR	S	Semitardío	R	85
Huelquén	46	MS	S	MS-S	Semiprecoz	S	115
Centrifén	45	R	R	R	Precoz	R	95
Menflo	42	MS-S	S	S	Semiprecoz	S	130
Quilafén (D)	62	R	MS	MS	Semiprecoz	R	85
Candealfén 5(D)	45	MS	R	S	Semiprecoz	S	115

<sup>1/</sup> Promedio ocho años 1965 - 1972, Ensayos Regionales y E. E. La Platina, Santiago

<sup>2/</sup> R = Resistente; S = Susceptibles; M = Moderadamente.

Zona Centro Sur. La región situada entre las provincias de Talca y Bío-Bío se ha denominado Centro-Sur o Intermedia. Comparada con la zona Norte, se advierte aquí un aumento de la pluviometría, la que varía entre 700 y 1.300 mm. anuales. El trigo se cultiva en seco y en riego, pero en este último caso se trata sólo de riego suplementario pues, por lo general, en años de condiciones climáticas normales, las precipitaciones proporcionan la mayor parte del agua necesaria al cultivo. Las variedades empleadas en esta región son trigos invernales adaptados a la Zona Sur, trigos de primavera de la Zona Norte y trigos seleccionados por los programas de mejoramiento con adaptación específica a la región Centro-Sur, tanto de primavera como alternativos.

Las necesidades de fertilizantes son variables, como reflejo de los diferentes tipos de suelos que se encuentran en la región. Las fluctuaciones para el fósforo son de 43 hasta 86 Kg/ha y para el nitrógeno entre 80 y 120 Kg/ha.

Las principales variedades en cultivo y sus características se indican en el Cuadro 5. (4).

Cuadro 5. Características de las principales variedades de trigo de primavera cultivados en la Zona Centro - Sur de Chile.<sup>1/</sup>

Variedad	Rendimiento qqm/ha <sup>2/</sup>	Reacción a royas <sup>3/</sup>		Precocidad	Tendadura <sup>3/</sup>	Altura planta adulta cm.
		P.strii- formis	P.recon- dita			
Antufén	48.6	MR	MR	Precoz	R	90
Mexifén	45.3	MR	MS	Precoz	R	80
Toquifén	41.6	MR	MR	Precoz	R	80
Collafén	38.3	S	MS	Precoz	R	75
Huelquén	38.6	S	MS	Precoz	MS	105
Lilifén	37.7	S	MS	Semiprecoz	R	90
Chifén	31.4	S	S	Semiprecoz	S	105
Menflo	31.3	S	S	Precoz	S	110

<sup>1/</sup> Las variedades invernales de la zona Sur Cappelle Desprez, Manella, Hesbignon, Vilmorin 29 y Etoile de Choisy, también se cultivan en esta zona (Cuadro 6).

<sup>2/</sup> Promedio 7 años, Ensayos Regionales y Est. Exp. Quilamapu, Nuble.

<sup>3/</sup> R = Resistente; S = Susceptible; M = Moderado

Zona Sur. Comprende la región situada entre las provincias de Malleco y Chiloé. El trigo se cultiva exclusivamente bajo precipitación natural y ocasionalmente con riego suplementario. La pluviometría de esta zona alcanza 1.300 a 2.000 mm. y más anuales, es decir, hay humedad más que suficiente para suplir las necesidades del cultivo del trigo.

Hasta 1960-64, más o menos, se caracterizaba por el cultivo casi exclusivo (95%) de variedades de tipo invernal o semi-invernal precoz, situación que ha cambiado con el desarrollo del cultivo de variedades de primavera, producto de cruces invierno x primavera, que actualmente ocupan alrededor de un 40% de la superficie sembrada en la Zona Sur.

Se distinguen dos tipos principales de suelos; los rojo-arcillosos para los cuales se recomienda una fertilización de fósforo de 38 a 52 Kg/ha y de 80 a 96 Kg/ha de nitrógeno; y los suelos de trumao, derivados de cenizas volcánicas y caracterizados por una alta retención del fósforo, en que las recomendaciones para este elemento varían de 77 a 95 Kg/ha y las de nitrógeno de 80 a 128 Kg/ha.

Las principales variedades en cultivo y sus características se exponen en el Cuadro 6. (3).

#### Mejoramiento, Problemas y Objetivos

El Instituto de Investigaciones Aprovechables, dependiente del Ministerio de Agricultura, es la principal Institución que realiza investigaciones en materia de mejoramiento del trigo. Algunas Universidades y organizaciones privadas conducen investigaciones en mejoramiento de variedades o se dedican a la producción de semilla genética y certificada, pero la extensión de estos trabajos es limitada (6, 7).

Cuadro 6. Características de las principales variedades invernales y primaverales cultivadas en la zona Sur de Chile.

Variedad	Hábito <sup>1/</sup>	Altura planta adulta cm.	Reacción a <sup>2/</sup> P.strii- formis	Rendimiento qqm/ha <sup>4/</sup>
<u>Invernales</u>				
Cappelle Desprez	I	105	S	47.0
Hesbignon	I	110	MS	61.0
Manella	I	110	R	61.9
Melifén	I	95	R	67.4
Vilmorín 29	I	115	MS	57,3 (47,5) <sup>5/</sup>
Etoile de Choisy <sup>3/</sup>	I	105	MR	45.5
Intermedio	I-P	115	MS-S	59.4 (52.8) <sup>5/</sup>
<u>Primaverales</u>				
Loncofén	P	90	R	59.9
Toquifén	P	85	MR	59.6
Naofén	P	90	R	59.3

<sup>1/</sup> I = invernal; P = primaveral.

<sup>2/</sup> R = resistente; S = susceptible; M = moderadamente

<sup>3/</sup> Variedad de la zona Centro-Sur; notas y rendimiento promedio 8 años 1965 - 1972, Est. Exp. Quilamapu

<sup>4/</sup> Promedios de 4 años, Ensayos Regionales y Est. Exp. Carillanca, Cautín

<sup>5/</sup> Sembrado en primavera.

El Programa Cereales del Instituto realiza investigaciones sobre los siguientes aspectos:

1. Creación e introducción de variedades mejoradas para cada zona, de alto rendimiento y calidad, resistentes a las principales enfermedades y adaptadas a las condiciones de una agricultura intensiva.
2. Determinación de dosis óptimas económicas de fertilización.
3. Preparación de suelos y rotaciones.
4. Métodos de control de malezas.
5. Problemas fitopatológicos y entomológicos del cultivo.
6. Problemas de riego en cereales.
7. Problemas en granos almacenados.

Se ha abordado con mayor intensidad algunos de los aspectos mencionados, como la formación de variedades mejoradas, especialmente en relación con resistencia a las royas y a la tendidura (acame).

Enunciaremos sumariamente algunos de los problemas que deben enfrentarse para la introducción y mejoramiento del material genético en Chile (2, 6, 7).

#### Problemas Fitopatológicos

Entre las enfermedades de mayor importancia económica que afectan la producción de trigo en el país se encuentran los "polvillos" o royas: Puccinia graminis Pers. f. sp. tritici Ericks y Henn; que se presenta principalmente en la Zona Norte; Puccinia recondita f. sp. tritici Rob ex Desm; "Polvillo de la hoja"; y Puccinia striiformis West, "Polvillo amarillo o anaranjado". Estos dos últimos se observan en todo el país, pero P. striiformis es el que alcanza mayor gravedad. También son importantes los patógenos que causan las pudriciones de la raíz y cuello de la planta, como Lino carpum cariceti (B. y B.) Petrack, "mal del pie" y hongos del género Fusarium causantes de la fusariosis. Les siguen en importancia dos especies del género Ustilaginales, Tilletia caries (D C) Tul. y Ustilago tritici (Pers.) Rostr., agentes causales del "carbón

hediondo" y "carbón valador" respectivamente. Patógenos como Septoria tritici Rob; y Septoria nodorum Berk; que originan la septoriosis de la hoja y el nudo, son de menor importancia económica, como también Erysiphe graminis tritici E. Marchal; causante del oidio.

#### Problemas Entomológicos

Entre los insectos que producen daños de alguna importancia se encuentran Hilamorpha elegans Burn; cuyas larvas atacan raíces y tallos; Leucania unipuncta Haw; y L. inpuncta Haw; "cuncunillas" que atacan las hojas y espigas. Ocasionalmente se producen infestaciones de alguna consideración de "gusanos alambre" de la familia Elateridae y larvas de Típula spp., que atacan el cuello y raíces de la planta.

Tal vez el problema más importante que se ha presentado al cultivo en los últimos seis años, en el aspecto entomológico, es el ataque de áfidos. En 1967 apareció en el país el áfido Metopolophium dirhodum W.; causando fuertes pérdidas en las sembreras de las zonas Norte y Centro-Sur. En 1971, otra especie comenzó a infestar las siembras, Sitobion avenae (Fabricius). Actualmente ambos áfidos se han determinado a lo largo de toda el área triguera del país (5).

Entre los insectos que ocasionan pérdidas de significación en el grano almacenado, se han determinado, en orden de importancia; Sitophilus oryza (L), "gorgojo del arroz"; S. granarius (L), "gorgojo del trigo"; Rhysoptera dominica (F), "pequeño barrenador"; y Sitotroga cerealella (Oliv.), "polilla de los cereales".

#### Problemas en calidad

Hasta hace pocos años, las variedades cultivadas en el país eran de calidad industrial inferior en comparación con el trigo que debía importarse para suplir nuestra demanda interna. En cuanto a las propiedades nutritivas del trigo, espesadas con referencia a su contenido proteico, las variedades comerciales eran deficientes. En general, los niveles de proteína observados variaban entre 8 y 9%. Las variedades mejoradas que se han ido entregando a los agricultores a través de los últimos diez años, se caracterizan por poseer niveles de proteína del grano más altos, entre 11 y 14%. Mediante la constante incorporación de germoplasma de alta proteína y buena calidad industrial, de diversos orígenes, se está logrando un progresivo aumento de estos factores en el material nacional (1, 2, 6).

Creemos que para acelerar el aumento de nuestra producción de trigo, deberíamos aplicar, conjunta y simultáneamente una serie de medidas que permitan intersificar la investigación en todos los problemas relacionados con la productividad del cultivo y a la vez emplear técnicas eficientes de extensión agrícola, en amplia escala, con recursos y personal suficiente para llevar rápidamente la nueva tecnología a los agricultores. Esto debe ir acompañado de una política de precios y créditos diseñada para estimular la producción. Finalmente, la cooperación internacional a través de programas destinados a encontrar nuevas fuentes de resistencia a las enfermedades y pestes, determinar germoplasma de alto rendimiento y adaptación, con valor industrial y nutricional más altos, y el intercambio de técnicas y resultados de investigación, serán herramientas de valor para conseguir nuevos aumentos de producción.

### Bibliografía

Acevedo, A. J., Ramírez, A. I., Barnier, B. R., 1972. Winter Wheat Improvement in Chile and Report on the International Winter Wheat Conference. Ankara, Turkey, June 1972. Ed. V. A. Johnson, Nebraska Agr. Exp. Sta.: 279-288.

Chile, Investigaciones Agropecuarias. 1972. Ed. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Santiago, Chile, 446 p.

Hewstone, M. C., 1973. Trigos de Primavera en la Zona Sur. Investigación y Progreso Agrícola, Vol. 5:24-28.

Mellado, Z. M. 1973. Trigos de Primavera para la Zona Centro-Sur. Investigación y Progreso Agrícola. Vol. 5:18-21.

\_\_\_\_\_ 1974. Situación de los Afidos que atacan al cultivo del Trigo en Chile. (En prensa).

Ramírez, A. I., Sanz de Cortázar, C., Konzak, C. F., 1972. Mutaciones Inducidas y Programa de Mejoramiento del Trigo en Chile. In. Induced Mutation and Plant Improvement, IAEA, Vienna 1972. STI/PUB/297:425-433.

\_\_\_\_\_ 1972. Wheat Production in Chile. CIMMYT, Proceedings of the First Wheat Workshop. Ed. R. A. Fisher, ; D. Bork, El Batán, México, 1971:45-47.

Ramírez, A. I. 1974. Ensayos Comparativos de Variedades de Trigo, del Instituto de Investigaciones Agropecuarias. El Mercurio, Agosto 6, 1974.

Tagle, M. A. et al. 1974. Disponibilidad Alimentaria: Chile, 1970, 71 y 72. Ciencia e Investigación Agraria Vol. 1:23-39.



NEW IMPROVED WHEAT VARIETIES FOR COLOMBIA. 1974.

Mario Zapata Balcázar, Rafael López Ocampo, and Daniel Varela Almanza  
National Director, Regional No. 1 Director, and Agronomist  
of the Small Grain Program. Tibaitata.  
Instituto Colombiano Agropecuario, ICA  
Colombia

Colombia imported 420,000 tons of wheat in 1973, and paid U.S. 71.4 millions of dollars; 125,000 ha were grown in 1962 and only 56,000 ha in 1972.

A program of wheat production was initiated by the Colombian government in 1972. New high yielding and good quality varieties are important for the success of this program.

Twenty new varieties and five checks were planted in replicated tests at 33 sites, located from 2300 to 3000 meters above sea level, during the years of 1972, 1973 and 1974.

Notes of yield, reaction to the main diseases and quality were registered.

The main high yielding varieties at 33 locations were the following:

<u>Variety number</u>	<u>Yield average in 33 locations kg/ha</u>	<u>Percentage over check</u>
21	3300	132
13	3117	125
19	3093	124
8	2796	112
Samaca 68 (Check)	2577	103
Bonza 63 (Check)	2501	100
16	2465	99
Bonza 55 (Check)	2478	99

The best high yielding variety was V-21; this variety performed very well in different years and environments. Other promising varieties were V-13 and V-19.

The yields of the checks Bonza 55 and Samaca 68 were very similar to the Bonza 63 check.

In general all the new varieties were moderately resistant to moderately susceptible to glume, stem and leaf rusts; with 10 to 30 percent severity.

No variety showed resistance or tolerance to root and spike rot. This disease is the most limiting factor of production and quality on Colombia. All the varieties were resistant or escaped to the Septoria species.

Most of the new varieties had a loaf volume and percentage of water absorption similar or superior to the hard red winter wheat HRWW check; but the extraction of flour was 5 to 6 percent less than the imported HRWW check. The HRWW showed a test weight of 81.5 kilograms/hectoliter, and the new improved varieties produced test weights of 78 to 79 kilograms/hectoliter.

SITUACION TRIGUERA EN EL ECUADOR

by  
Mario Lalama H.

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)  
Ecuador

Introduccion

El Ecuador es un país deficitario en la producción triguera, puesto que para satisfacer sus necesidades requiere importar; en los actuales momentos, alrededor de 125.000 TM, lo cual significa el 72% del consumo total. Se agrava esta situación si se considera que la producción tiene tendencia deficitaria en ascenso con relación al consumo de éste cereal, de ahí que las importaciones crezcan con una tasa acumulada superior al 6.3% anual, provocando una ampliación progresiva de la brecha existente entre la producción y el consumo de trigo. Tabla 1.

Tabla 1. Comportamiento de la demanda total de Trigo desde 1963.

ANO	Demanda Miles TM.	Produccion Nacional Miles TM.	%	Importacion Miles TM.	%
1963	106	52	49	54	51
1964	110	47	43	63	67
1965	119	60	50	59	50
1966	130	63	48	57	52
1967	140	79	56	61	44
1968	149	83	56	66	44
1969	155	85	55	70	45
1970	163	81	50	82	50
1971	154	63	41	91	59
1972	173	49	28	124	72

Fuente: Dirección de Comercialización y Empresas.

Zonas de Cultivo

El Trigo es cultivado en el Ecuador en áreas, de la Región Interandina, que se localizan entre los 1800 y 3300 m.s.n.m. En estas zonas la temperatura media oscila, dependiendo de la altitud, de 8 a 16°C; en tanto que las precipitaciones anuales se encuentran entre 750 y 1500 mm. Estas circunstancias unidas a otras, (nubosidad, topografía, suelos, etc.) hacen de la región cerealera un verdadero mosaico de microambientes, lo cual ha motivado el que se efectúe, tanto la zonificación del cultivo como de las variedades.

Principales Problemas del Cultivo

La escasa producción total de trigo se halla determinada, entre otros factores, por los bajos rendimientos unitarios, elevados costos de producción, altos riesgos de inversión y una falta de sincronización entre los diferentes eslabones que forman la cadena de la producción de este cereal.

El análisis histórico de la producción triguera nacional, indica un incremento, de 38.000 TM que se producían en 1958 hasta 85.260 TM que se produjeron en 1969; lo que se debió fundamentalmente a mejores rendimientos por unidad de superficie

como consecuencia lógica de la utilización de variedades mejoradas. Sin embargo desde 1970 hasta la fecha, la producción nacional ha disminuido en un 50%, como consecuencia de un ligero descenso en el rendimiento unitario (Tabla 2) y principalmente por una marcada reducción del área cultivada; puesto que de 75722 ha. que se cultivaban en 1970 apenas el 60% de ellas se sembraron en 1973.

Tabla 2. Rendimientos promedios y producción nacional para los cuatro años.

Año	Rendimiento Promedio	Rendimiento Nacional
	Kg/ha	TM.
1970	1091	81033
1971	955	63090
1972	909	50634
1973	955	42581

Fuente: Encuestas del Programa Nacional de Granos (PNG) del Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Además, en la Tabla 3, se observa que alrededor de 4000 explotaciones trigueras dejaron de cultivarse durante el periodo de 1970-1973; agravando la situación, el hecho de que también la superficie promedio por explotación se redujo de 2.5 a 1.7 ha. complicando aún más el cuadro de la producción triguera "minifundista" del Ecuador.

Tabla 3. Número de explotaciones y superficie cultivada con trigo entre 1970 y 1973.

Año	Explotaciones		Superficie		Extensión Media
	Número	%	Has.	%	Has.
1970	30131	100	75722	100	2,5
1971	28440	94	67482	89	2,3
1972	29416	98	56047	74	1,9
1973	26546	88	45332	60	1,7

Fuente: Encuestas del P.N.G.

Otra de las situaciones que ha incidido en los bajos rendimientos por unidad de superficie constituye la reducida utilización de maquinaria en labores de preparación del terreno y de siembra; la misma que alcanza bajos porcentajes como se observa en la Tabla 4. Constituye la cosecha la etapa del cultivo que se mecaniza en un porcentaje mayor, 58%.

Tabla 4. Porcentaje de explotaciones trigueras que usaron maquinarias y productos químicos en el cultivo en el ciclo 1970-1973.

Explotaciones que usan.	Años			
	1970	1971	1972	1973
<b>Maquinaria</b>				
Preparación	14.21	1.47	7.21	5.15
Siembra	1.74	0.33	0.35	1.57
Corte	1.97	0.54	0.54	1.83
Trilla	58.55	2.29	16.53	58.42
<b>Productos Químicos</b>				
Herbidas	4.63	1.31	8.24	5.14
Insectidas	3.62	0.43	4.11	1.61
Fertilizantes	19.99	16.52	15.23	11.12

Fuente: Encuestas del P.N.G.



En cuanto a utilización de herbicidas, insecticidas y fertilizantes, (Tabla 4) se observa que los dos primeros son empleados en bajos porcentajes. (menores del 8%); mientras que para el ciclo en estudio, apenas del 11 al 20% de las explotaciones trigueras emplean fertilizantes. En la Tabla 5 se puede apreciar que de 35618 ha que se fertilizaban en 1970 (47%), 15143 ha. lo hicieron en 1973 (33%); este bajo porcentaje unido a una reducida dosis de fertilizante por unidad de superficie -135 kg/ha que no satisface los requerimientos del cultivo explican los bajos rendimientos unitarios, aun cuando las variedades de trigo posean capacidad rendidora.

Tabla 5. Superficie fertilizada durante el ciclo 1970-1973.

Año	Ha.	%
1970	35618	47.04
1971	26341	39.03
1972	22200	39.61
1973	15143	33.40

Fuente: Encuestas del P.N.G.

Por otro lado si bien es cierto que desde 1958 se han entregado variedades mejoradas que han sustituido en un 70% a las "Criollas", es también cierto que se utilizan porcentajes muy reducidos de semilla certificada. En la Tabla 6 se observa como en el ciclo 1970-73 los porcentajes de utilización de variedades mejoradas son altos y más o menos constantes; en tanto que la cantidad de semilla certificada que se emplea es reducida pues los porcentajes oscilan del 6 al 13%, notándose una tendencia de disminución desde 1970.

Tabla 6. Uso de variedades mejoradas y semilla certificada por los agricultores en el ciclo 1970-1973.

Año	Variedades Mejoradas		Semilla Certificada	
	Ton. Métricas	%	Ton. Métricas	%
1970	5.464	71	1.468	13
1971	4.913	68	599	8
1972	3.937	65	381	6
1973	3.388	70	352	7

Fuente: Encuestas del P.N.G.

#### Medidas Tomadas para el Desarrollo del Cultivo de Trigo

Entre las principales medidas que se han desarrollado para insentivar la producción triguera del Ecuador, se anotan las siguientes:

La Comisión Nacional de Trigo desde 1954 hasta 1963 y el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias a partir de 1963, han sido las instituciones Agropecuarias a partir de 1963, han sido las instituciones encargadas de realizar las investigaciones fito genéticas que han permitido entregar a los agricultores variedades mejoradas de mayor capacidad de rendimiento que las variedades "criollas" (Tabla 7 y Tabla 8).

Implementación del Programa Nacional de Granos del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), para una efectiva labor de promoción, de los logros de la investigación hacia al agricultor cerealero.

Tabla 7. Rendimiento promedio de 6 variedades de trigo durante un lapso de cinco años.

Variedades	Promedio Nacional	Promedio en INIAP
	en Ensayos Regionales Kg/ha	Kg/ha
Bonza	2021	2273
Crespo	2348	2676
Ruminahui	2423	2883
Napo	2381	2919
Atacazo	2231	3196
Amazonas	2530	3376

Fuente y Elaboración: Programa de Cereales del INIAP

Tabla 8. Rendimiento promedio Nacional de las Variedades Mejoradas a nivel comercial. 1973.

Variedades	Rendimiento Kg/ha
Bonza	853
Crespo	917
Ruminahui	1617
Napo	1015
Atacazo	1117
Amazonas	1183
"Criollas"	840

Fuente: Encuestas del Programa Nacional de Granos

Realización de estudios de Regionalización por parte del Ministerio de Agricultura y Ganadería y por el INIAP, tratando por un lado, de ubicar el cultivo de trigo en las zonas más adecuadas y por otro de zonificar a nivel de variedades.

Desde 1973, se ha implementado un crédito de Fondos Financieros bastante ágil, para beneficio del agricultor triguero, a más, naturalmente, del que puede ser obtenido directamente del Banco Nacional de Fomento.

En vista de las dificultades que existían para producir semilla certificada, dando como resultado bajos porcentajes de utilización de este tipo de semilla, en 1973 se creó una Institución de economía mixta "Em-Semillas" una de cuyas metas será producir semilla certificada de trigo (variedades mejoradas) en base a la semilla registrada entregada por INIAP, actuando como entidad fiscalizadora el Programa de Certificación de Semillas del MAG.

Establecimiento, por parte del MAG, de un Programa de Mecanización para elevar los porcentajes de utilización de maquinaria en las diferentes labores que se efectúan en el sector agrícola; para el efecto en este año, se han creado Centros de Mecanización en áreas prioritarias del País.

Considerando que existen problemas en el mercadeo y comercialización de los productos agrícolas, el MAG ha formado en este año la Empresa Nacional de Almacenamiento y Comercialización con el fin de normar el flujo de oferta y demanda de los productos del sector agrícola.

Además el Gobierno Nacional ha tomado ciertas medidas económicas:

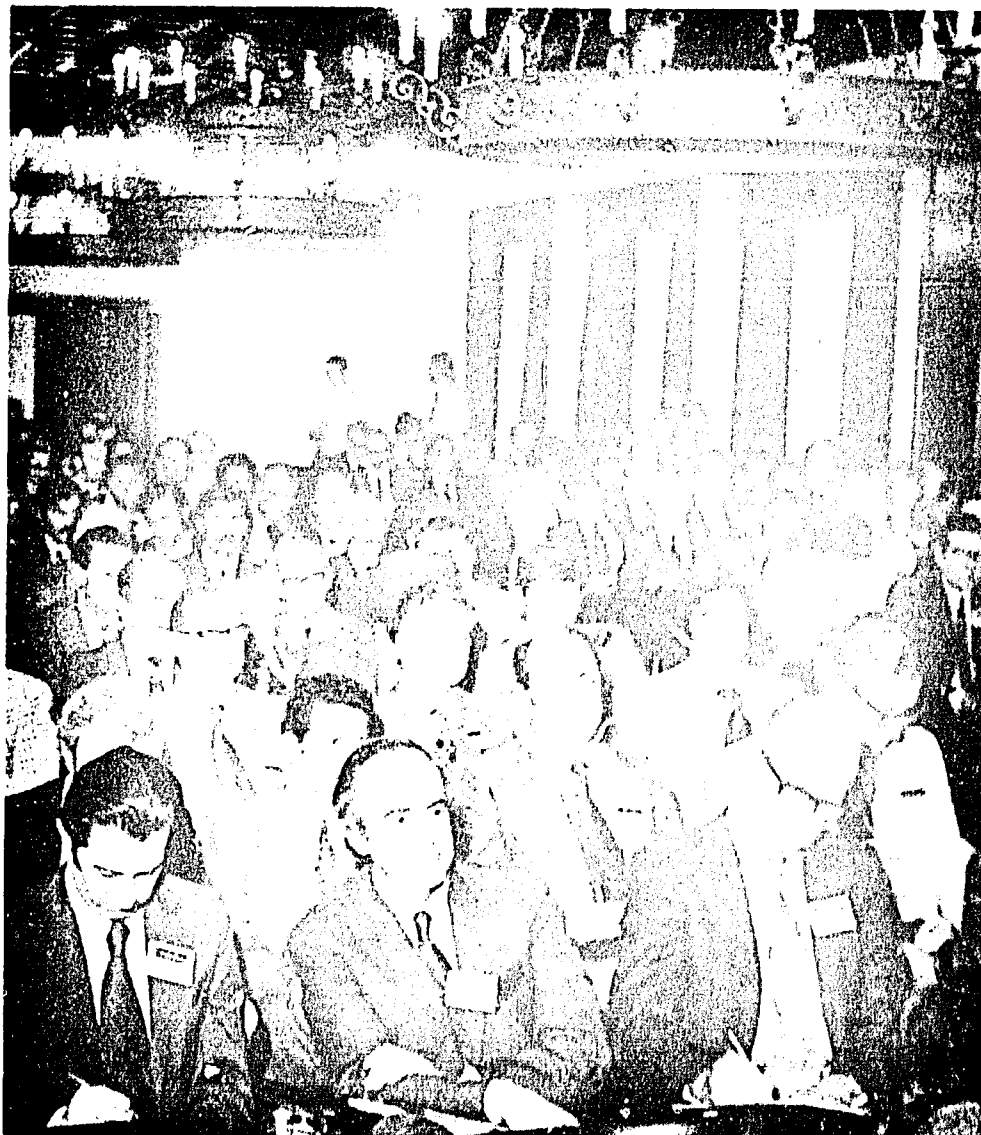
- a. Reducción de impuestos en el sector agrícola
- b. Revisión, más o menos periódica, de los precios de referencia en los diferentes cultivos.

El resultado de la aplicación de algunas de las medidas antes explicadas han permitido para este año según la encuesta de 1974 del Programa Nacional de Granos del MAG elevar la producción a 56800 TM. como consecuencia de un incremento en la superficie y en el rendimiento por unidad de superficie; puesto que, se han sembrado 58000 ha. con un rendimiento promedio de 980 kg.

Citas Bibliograficas

Ecuador. Informes Anuales del Programa de Trigo en el ciclo 1969 - 1973. Estación Experimental "Santa Catalina" del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.

Ecuador. Encuestas Anuales de Cultivo de Trigo en el ciclo 1970 - 1973. Programa Nacional de Granos del Ministerio de Agricultura y Ganaderia.



SITUACION DE LA PRODUCCION, INVESTIGACION Y PROBLEMAS  
DEL CULTIVO DE TRIGO EN EL PARAGUAY

Emiliano Alarcon  
Ministerio da Agricultura  
Paraguay

Situacion de la Producción de Trigo

El trigo fue cultivado en el Paraguay desde la época colonial como cultivo familiar y en muy pequeña escala. En efecto, hasta 1950, su cultivo era realizado por pequeños grupos de colonos de origen europeo; desde entonces, sin embargo, con el lanzamiento de nuevas variedades se inició una expansión del cultivo a través del PROGRAMA FAMILIAR DEL TRIGO. Este sistema de producción era realizado en pequeña escala (1 a 5 Hás.), lo cual no permitía aumentos significativos en la producción global del país.

En vista al constante aumento de la demanda interna por este grano y las posibilidades de su siembra en el invierno, se crearon las condiciones propicias para iniciar, a partir de 1965, su producción a nivel empresarial, con la aplicación de prácticas agrícolas modernas, mediante la puesta en marcha del Programa Nacional de Trigo.

SUPERFICIE Y PRODUCCION GLOBAL DE TRIGO EN EL PERIODO 1968-1973 COMPARADO CON EL  
PROMEDIO PRODUCIDO EN LA DECADA 1958/67

Año	Superficie Cult.	Produc.
	1.000 Há	1.000 Ton
1958/67	11.6	9.2
68	20.9	25.1
69	34.3	31.4
70	39.6	47.6
71	51.5	54.8
72	52.96	17.7
73	16.0	18.0

En el cuadro precedente se observa el rápido aumento de la superficie del cultivo de éste cereal desde su inicio hasta el año 1972, en que las condiciones climáticas extremas de elevada humedad y temperatura favorecieron la alta incidencia de enfermedades fungosas, especialmente Septoriosis, Helminthosporiosis, Giberella y otros, que determinaron una disminución del 70% en su producción, situación que determinó la disminución posterior de la superficie sembrada.

Investigación de Trigo

Los trabajos de investigación con Trigo en el Paraguay son realizados en el Instituto Agronómico Nacional (IAN), sito en Caacupé, y en la Estación Agrícola Experimental, sito en Capitán Miranda (Itapúa), principalmente. Tales actividades fueron iniciadas en el año 1944 por el Sr. H. H. Porter en el STICA, programa cooperativo del gobierno de los Estados Unidos. En efecto, dicho año se introdujeron en el Instituto Agronómico Nacional (IAN), Caacupé, un grupo de variedades provenientes del Uruguay y a partir de 1946 se intensificaron los trabajos, introduciendo genotipos de

diversas partes del mundo. A partir de este germoplasma disponible se seleccionaron tres líneas con características y comportamiento promisorio, las que se denominaron Hosaveva, Hiá-veva y Hihase-veva y la variedad Frontana. Posteriormente durante los años 1950-1953 se llevaron a cabo ensayos comparativos en los establecimientos experimentales mencionados y en Misiones, empleándose como testigo la variedad "Benvenuto Inca" que por aquel entonces era sembrada por los colonos rusos de Itapúa. En estas pruebas las tres primeras variedades se destacaron por su rendimiento, resistencia a enfermedades y regularidad en su comportamiento. Estos materiales sirvieron de base para el "PROGRAMA FAMILIAR DEL TRIGO".

Tal como era de esperar, algunos años después de la expansión del área de su cultivo, los rendimientos de tales variedades comenzaron a declinar como consecuencia del ataque de nuevas razas fisiológicas de ROYAS. Afortunadamente, el trabajo fitotécnico fue continuado, lo cual permitió que en los años 1955-57 se seleccionaran cinco líneas nuevas, (1-6-8-9-11) dentro del Programa Internacional de Royas (ISWRN) del USDA. A continuación se dan los pedigrees correspondientes:

- 1 Lee Frontana - II - 47 - 10
- 6 Frontana Kenya 58 - Newtatch 150
- 8 Ns 4021 x K 338 Ac. N.D. 62
- 9 K 338 AA x Ns 3880 - 191 N d 52
- 11 K 338 AA x Ns 3880 - 191 - N d 53

Durante los cinco años siguientes se evaluaron tales materiales, los cuales demostraron ser resistentes a las Royas y muy adaptables a las condiciones de suelos y climas del país, teniendo una producción constante y de un nivel aceptable (1.000 - 1.500 kg por Há). Los mismos sirvieron de base para el desarrollo del "Programa Nacional del Trigo" iniciado a fines de 1965. A pesar de su buena adaptabilidad y calidad, tenían el inconveniente de ser muy altas, susceptibles al vuelco, y de ciclo vegetativo largo.

En 1969 fue lanzada la variedad 214/60 (Kta. 54 x Norin 10-B 21-10-II-7028-10 Y-1h-1R-2M), de porte semi enana, resistente a las royas y de un alto potencial de rendimiento, la cual tuvo una rápida difusión en el gran cultivo. Posteriormente, las condiciones climáticas prevalescentes en el año 1972 que favorecieron su ataque por la Septoriosis y Helminthosporiosis que motivó la limitación de la superficie sembrada con este cultivar.

A partir del año 1970, la Estación Agrícola Experimental de Capitán Miranda inició la multiplicación de las variedades Itapúa 1 e Itapúa 4, que demostraron poseer un nivel aceptable de tolerancia a enfermedades.

A partir del año 1972 al Proyecto de Investigación Triguera, se le dió un nuevo enfoque a fin de intensificar las labores de mejoramiento que permitan hacer frente a las necesidades crecientes de la producción. Las nuevas metas perseguidas fueron divididas en tres objetivos: metas a corto, mediano y largo plazo.

#### 1. Metas a corto plazo:

- a Introducción masiva, de líneas y variedades de países con problemas similares al Paraguay, especialmente Brasil y Uruguay.
- b Intercambio de información sobre técnicas agrícolas de rápida utilización con técnicos de diferentes estaciones experimentales del Brasil.

Entre los Materiales recibidos y probados hasta la fecha se encuentran variedades y líneas obtenidas en Passo Fundo, Pelotas, y Cruz Alta del Brasil. La Estanzuela del Uruguay y del CIMMYT de México. Desde el inicio de la Investigación Triguera en el Paraguay hasta la fecha se han probado un total de 20.000 líneas y variedades de diversos orígenes en el Instituto Agronómico Nacional y la Estación Agrícola Experimental de Capitán Miranda.

Además, se realizaron experimentos sobre problemas agrotécnicos con la finalidad de contestar las interrogantes que existían dentro del campo de la producción, tales como: Epocas de Siembra, Densidad de Siembra, Niveles de Fertilización, tratamientos de Semillas, etc.

2. Metas a mediano plazo: Introducción de materiales segregantes, en diferentes generaciones de cruces realizadas en otros países, especialmente Brasil (Pelotas y FECOTRIGO), con la finalidad de someter a la población a la presión de selección bajo las condiciones ambientales locales.
3. Metas a largo plazo: En 1972, se inició un Programa de cruzamiento con la finalidad de obtener material genético local, combinando las características de adaptabilidad y tolerancia a ciertas enfermedades fungosas que poseen las variedades tradicionales con las características de mayor precocidad y alto potencial de rendimiento de los nuevos genotipos introducidos, generalmente de México.

#### Principales Problemas del Cultivo de Trigo

Los principales problemas que enfrenta la producción de trigo en el país se pueden considerar que son: 1) De orden climático; 2) Alta incidencia de enfermedades fungosas.

De orden climático: El Paraguay se encuentra en una región donde las condiciones de tiempo son tan variables, ya que presentando una topografía relativamente plana, sin accidentes orográficos importantes que pudieran comportarse como barreras naturales, se encuentra expuesta a las corrientes frías y secas provenientes del sur del continente, y a las cálidas y húmedas del sector norte, lo que hace que el invierno, que es la época en la cual se cultiva el trigo, se presente muy variable a través de los años y generalmente la cantidad en horas de frío es insuficiente para el normal desarrollo del cultivo, complicado por el hecho de que a veces, la temperatura asciende hasta más de 30°C. Estas condiciones determinan que los materiales en estudio no puedan siempre expresar su verdadero potencial. Otro de los problemas climáticos son las causadas por alta humedad relativa y la irregular distribución de las lluvias. Además es frecuente la asociación de humedad relativa y temperaturas elevadas, condiciones que favorecen la infección y desarrollo de enfermedades criptógramicas. En lo que concierne a la distribución de las precipitaciones, la tendencia revela exceso de humedad en la época de siembra y cosecha, con déficits relativos a mitad del ciclo vegetativo.

Alta incidencia de enfermedades fungosas: El principal factor limitante de la producción, fuera de toda duda, es la alta incidencia de enfermedades fungosas, la cual está estrechamente relacionada con las condiciones climáticas. En efecto, las enfermedades más comunes, en orden de importancia son: Septoriosis (Septoria nodorum y S. tritici), Helminthosporiosis (Helminthosporium sativum), Giberella, Royas de la hoja y del Tallo (Puccinia recondita y P. graminis tritici) y Mildew (Erysiphe graminis).

La difusión de las nuevas variedades de alto potencial de rendimiento pero de bajo nivel de tolerancia a la Septoria y Helminthosporium, determinó, indudablemente, la "explosiva" multiplicación de los organismos causantes de estas enfermedades, lo cual explica la mayor incidencia de las mismas en los últimos años.

#### Conclusiones

A pesar de los problemas existentes, es posible cultivar trigo en el Paraguay, pues las condiciones fisiográficas de suelos y topografía son muy apropiadas y la solución estaría en utilizar materiales con mayor grado de tolerancia a las enfermedades, que debe incluir control químico, tal como es realizado en Israel y preconizado por el Dr. J. C. Santiago. En efecto el control químico de enfermedades exigirá realizar las investigaciones que hagan factible su adopción desde los puntos de vista técnico y económico.



## EL PROBLEMA DEL TRIGO EN EL PERU

Marino Romero Loli, Carlos Llosa Baluarte,  
Luz Gomez Pando, y Jose Mendoza Panizo

Técnicos del Programa de Cereales de la Universidad Nacional Agraria y  
del Departamento de Cereales CRIA - I, Ministerio de Agricultura - La Molina  
Peru

### Introducción

En 1973 la demanda interna de trigo fué de 909,000 TM. de las cuales se produjeron aproximadamente 145,000 TM. con un rendimiento inferior a 1 TM/Ha. La diferencia de 760,000 TM. tuvo que ser importada de otros países. El trigo procesado en los grandes molinos es casi en su totalidad proveniente de tales importaciones. El trigo nacional no alcanza aún un flujo significativo hacia la industria debido a un arraigado consumo de este grano en las zonas de producción bajo formas diversas, y a los rendimientos unitarios aún bajos. Como muchos países que dependen de las importaciones para su abastecimiento, el Perú ha sufrido el efecto del alza del trigo en el mercado internacional. El Ministerio de Agricultura a través del Programa Nacional de trigo está llevando a cabo un plan para elevar la producción. Igualmente se está dando una importancia cada vez mayor a los sucedáneos.

### Principales Aspectos del Problema Triguero

La producción deficitaria de trigo en el Perú tiene como causas fundamentales:

#### Insuficientes áreas de cultivo

Sobre la base del rendimiento actual de 1 TM/Ha. el Perú requeriría un millón de Has. para satisfacer su propia demanda, pero solo puede disponer de unas 150,000 Has. localizadas casi en su totalidad en la sierra. Sin embargo, existen varias posibilidades de expansión como se verá más tarde.

#### Bajos rendimientos unitarios

Son debidos a:

Baja fertilidad de los suelos dedicados al trigo. Los suelos más fértiles son utilizados en cultivos de mayor rentabilidad.

Limitada aceptación a las variedades mejoradas, por hábitos de consumo ligados a tipos especiales de grano (blanco, grande, suave), presentes en las variedades tradicionales. Estas variedades son susceptibles a enfermedades especialmente royas, tardías, etc. Por consiguiente, el efecto limitante de estos factores adversos se traduce en una fuerte disminución de los rendimientos. Cabe anotar que con las nuevas variedades el problema de las enfermedades está bajo control. En las últimas campañas agrícolas se ha notado un apreciable incremento del cultivo de variedades mejoradas de grano blanco.



Muy reducida utilización de fertilizantes. Si bien es cierto que tradicionalmente el uso de fertilizantes en trigo ha sido muy limitado, este hecho será de una importancia aún mayor a partir de este año por la notable escasez de nitrógeno y su elevado precio, lo que hará variar notablemente los costos de producción.

Inadecuado control de malezas. Los métodos químicos de control no son aún ampliamente utilizados.

Limitada mecanización del cultivo. Debido a la topografía accidentada de los suelos dedicados al trigo, su grado de mecanización es bajo. De otra parte es evidente la necesidad de contar con más maquinaria especialmente para trabajos de labranza en aquellas áreas donde ello es posible.

Factores climáticos adversos. Además de la irregularidad de las lluvias, las heladas constituyen un factor que restringe la producción en la sierra.

Insuficiente producción de semilla mejorada. La organización de semilleros está aún en su fase inicial, requiriéndose de una conveniente implementación.

#### Avances Logrados en la Investigación

La investigación sobre trigo en el Perú es realizada por:

El Ministerio de Agricultura a través de la Dirección General de Investigación Agraria y los Centros Regionales de Investigación Agraria. Sus acciones abarcan las áreas trigueras de la sierra y varios valles de la costa.

Los avances logrados se refieren principalmente a:

Paquetes de recomendaciones sobre tecnología de cultivo.

Determinación de razas fisiológicas, roya negra 9, 11, 15, 17 y roya morena 57, 154.

Desarrollo de nuevos cultivares, citándose solamente aquellos de mayor difusión. Para costa: Helvia Fron, Helvia Li, Tomy y Tinajones. Para sierra: Helvia Ken, Ollanta, Huancabamba, Gloriabamba, Huandoy, Cajabamba, Cuzqueño, Chachani, Cahuide, Sinchi y Huanca.

Merece mención aparte el Proyecto Cajamarca-Libertad que se lleva de acuerdo a un Convenio entre el Ministerio de Agricultura, La Universidad Agraria La Molina y el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo.

La Universidad Nacional Agraria a través de su Programa de Cereales, cuyos objetivos fundamentales son:

Lograr ampliar el área de cultivo hacia zonas no cultivadas aún con cereales como ciertos valles de la costa y grandes extensiones en la sierra alta que actualmente no producen trigo por el efecto limitante de las heladas. Este problema podría superarse mediante el desarrollo de variedades tolerantes o resistentes a dicho factor climático.

Desarrollar variedades mejoradas de otros cereales especialmente quinua y cebada, que satisfagan las necesidades propias del país en estos granos y que puedan ser utilizadas como sustitutos parciales del trigo. El Programa de Cereales de la Universidad Nacional Agraria es un organismo relativamente nuevo (data de 1968); sus avances en trigo incluyen el desarrollo de una

variedad (San Lorenzo UNA-72) para la costa del departamento de Piura. Cuenta a la fecha con un número bastante alto de linajes cuyo comportamiento es muy promisor.

Otras Universidades, entre ellas la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Universidad Nacional Técnica de Cajamarca, Universidad Nacional del Centro. Su enfoque es más bien de carácter regional:

Sugerencias al Problema del Trigo en el Perú

Intensificar el desarrollo de nuevas variedades de alta capacidad productiva.

Intensificar los estudios sobre tolerancia o resistencia a heladas, por cuanto las áreas sujetas a ese fenómeno son de extensión suficiente para que el Perú pueda lograr su autoabastecimiento en trigo y otros cereales.

Desarrollar un agresivo plan de producción de sucedáneos del trigo, especialmente cebada y quinua que tienen más posibilidades de incremento y cuyo procesamiento en las plantas de molinería no causaría mayores problemas.

Aplicar "paquetes tecnológicos" en las áreas actuales de producción para lograr mayores rendimientos unitarios.

Ganar nuevas áreas tanto en costa como en sierra mediante rotación de cultivos, con variedades de trigo de ciclo vegetativo corto.



SITUACION DE LA PRODUCCION DE TRIGO  
EN EL URUGUAY

C. M. Tavella  
Estacion Experimental "La Estanzuela"  
Uruguay

Introducción

El cultivo del trigo se inició en el territorio de la actual República Oriental del Uruguay simultáneamente con la colonización europea. A principios del siglo XVI, al pie de las defensas de Santo Domingo de Soriano, se realizó la primera experiencia la que, a pesar de su éxito, no pudo continuarse a causa de la constante presión indígena sobre esa población. Posteriormente, los pobladores portugueses de la Colonia del Sacramento iniciaron el cultivo en forma commercial, complementándolo con el desarrollo de la industria molinera. Existe referencia acerca de estos cultivos que menciona la exportación de grano hacia Buenos Aires y Río de Janeiro. A pesar de la dificultad de interpretar las medidas antiguas, se puede estimar que los rendimientos alcanzaban a veces hasta 4-5.000 kg/há.\*

A pesar de la variación en el desarrollo del cultivo, causada por factores económicos y políticos, éste se ha mantenido hasta nuestros días lo que constituye una clara indicación de su viabilidad económica.

Área Sembrada y Rendimientos

La Figura 1 muestra la variación en el área sembrada con trigo entre los años 1944 y 1972. Esa variación responde fundamentalmente a razones de orden económico y político. En algunos momentos el cultivo ha sido promovido intensamente en función de circunstancias económicas especiales, mientras que en otras, por razones similares, su expansión ha sido restringida. Se puede considerar normal la siembra de alrededor de 500.000 há, las que, con los rendimientos medios corrientes, permiten asegurar el abastecimiento interno y alguna eventual exportación. El momento actual es de expansión a causa del incremento de los precios internacionales.

La evolución de los rendimientos está indicada en la Figura 2. Sus características fundamentales son: a) extrema variabilidad entre años; b) valores bajos; y c) leve tendencia ascendente.

La variación entre años se debe a la variabilidad de las condiciones climáticas. Lo bajo de los valores se explica, en general, por la frecuencia con que ocurren condiciones climáticas adversas y a la lentitud con que la tecnología disponible ha sido adoptada por los agricultores. Los factores económicos y políticos también han tenido una incidencia importante en el estancamiento de los rendimientos. Los puntos de la Figura 2 que corresponden a los rendimientos del área de certificación de semillas, donde la tecnología ha sido utilizada en mayor grado, indican el nivel esperable para los rendimientos medios nacionales.

\* J. da Costa Rego Monteiro. A Colonia do Sacramento,  
Oficinas Graficas da Livraria do Globo, Porto Alegre, 1937.

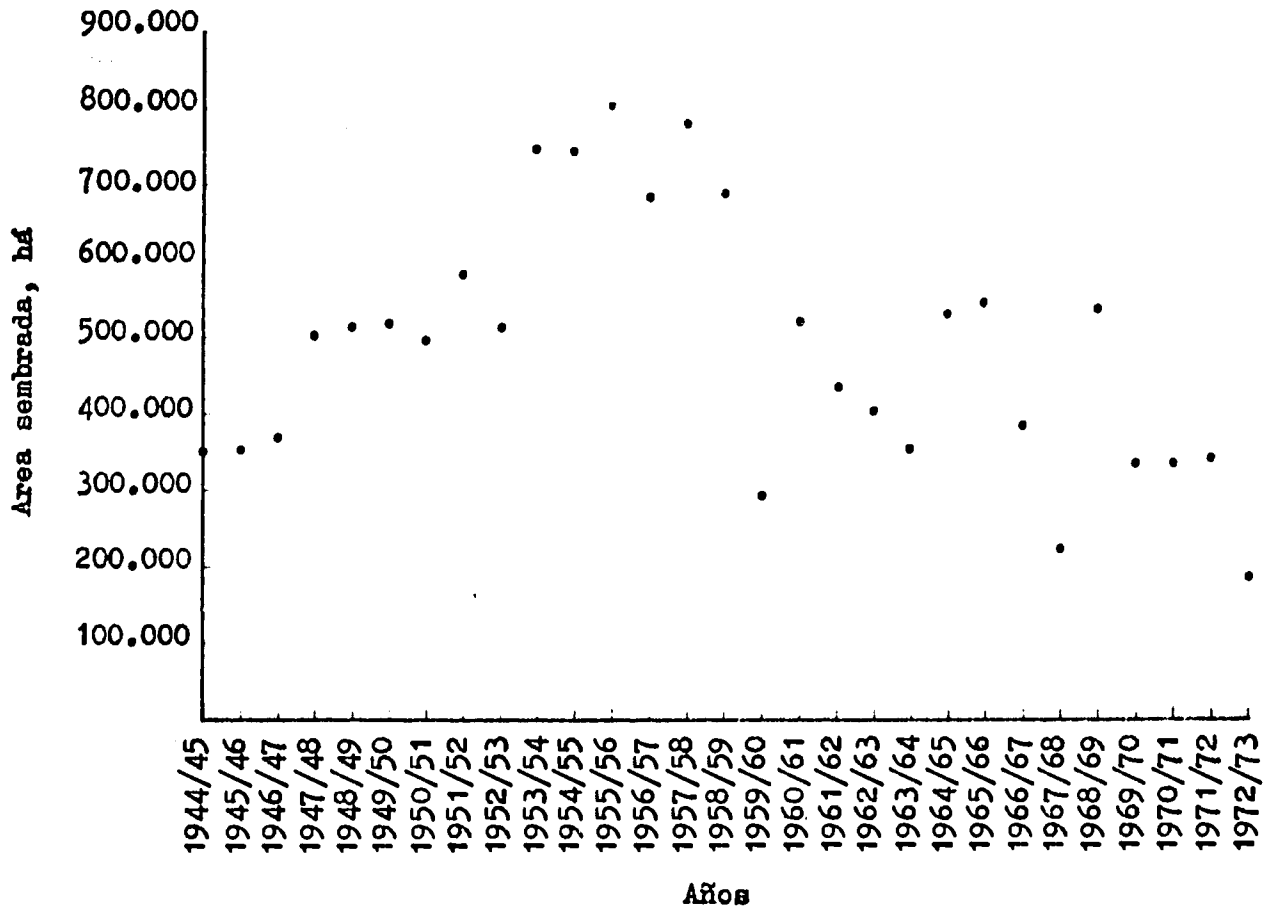


Figura 1. Variación en el área sembrada con trigo, entre los años 1944 - 1973.

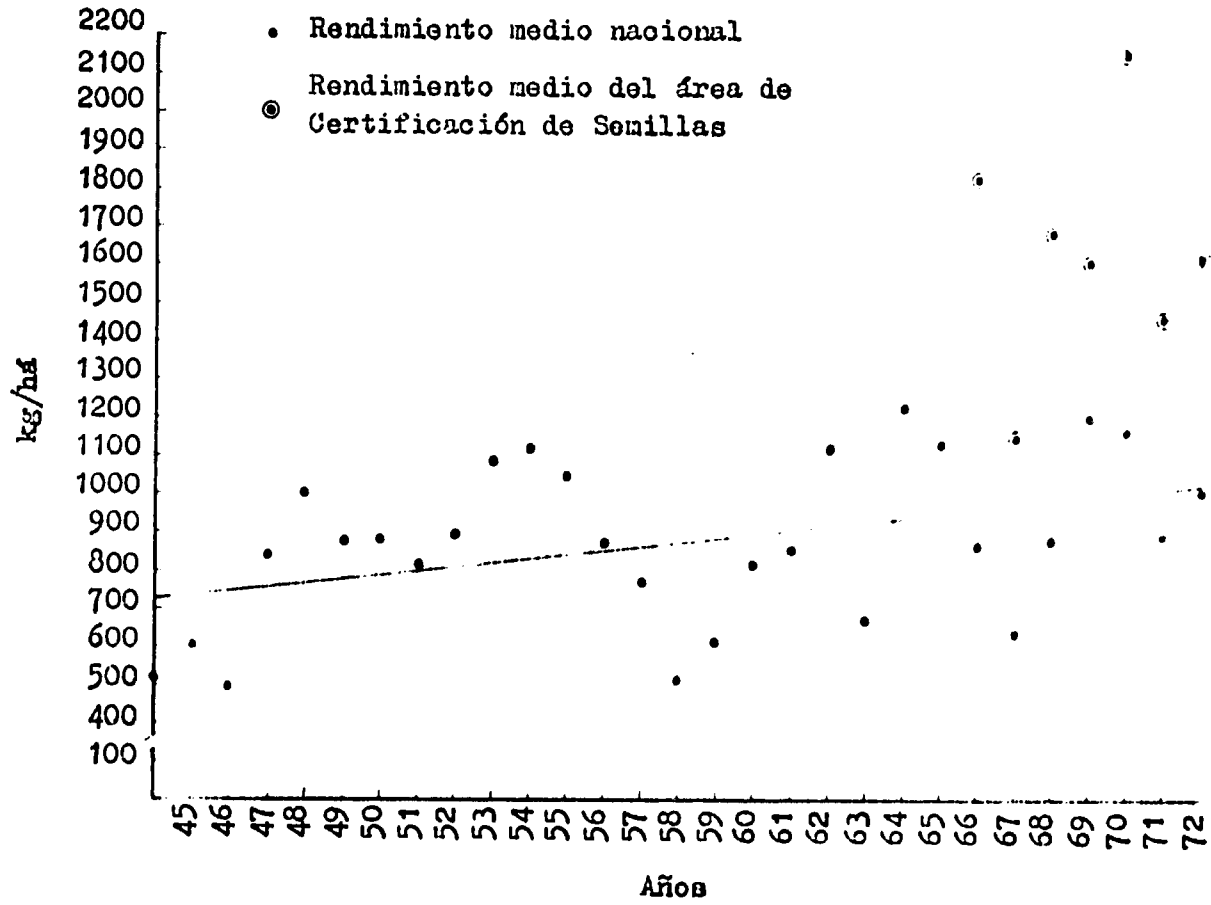


Figura 2. Rendimientos medios nacionales y del área de Certificación de Semillas.

### El Clima Del Uruguay Para la Produccion de Trigo

Con la finalidad de definir la aptitud climática del Uruguay para el cultivo del trigo, se ha aplicado el método de los tipos agroclimáticos (Burgos, 1958; Burgos y Corsi, 1971) que consiste en limitar áreas con índices agroclimáticos, que representen las exigencias bioclimáticas de la especie. Se han usado los índices propuestos por Pascale y Damario (1960) que tienen en cuenta la distribución mundial de este cultivo y la dependencia de la fisiología y del rendimiento de la especie, de los elementos del clima. Se ha dividido al país en regiones de acuerdo a los valores climáticos indicadores de las exigencias del cultivo resultando las siguientes regiones: (Ver Figura 3)

a) Regiones de fotoperíodo anual. Teniendo en cuenta la diferencia entre la longitud del día más largo y la del día más corto del año, todo el Uruguay posee un fotoperíodo anual corto para el trigo con valores comprendidos en el rango de 3.30 a 5 horas. Es decir, la duración del día en las primeras etapas del desarrollo es relativamente largo; en cambio, en las últimas etapas es relativamente corta. El sur del país presenta el fotoperíodo anual más largo, siendo relativamente más favorable esta región que la región norte.

b) Regiones de temperatura invernal. Teniendo en cuenta la temperatura del mes más frío del año, julio, se considera que todo el país tiene un agroclima sin frío para el trigo ya que el valor medio de la temperatura de julio es mayor de 10°C. La parte sur del país es ligeramente más fría que la parte norte, considerándose la primera más favorable que la segunda.

c) Regiones térmicas durante la maduración. Considerando la temperatura media del trimestre octubre, noviembre y diciembre, pueden diferenciarse dos regiones en el país. Una, al sur del Río Negro, con valores inferiores a 20°C, correspondiente a un agroclima templado. La otra, al norte del Río Negro, con temperatura media superior a 20°C en el mismo periodo, correspondiente a un agroclima caliente. El agroclima templado se considera más favorable que el caliente.

d) Regiones hidrológicas. Considerando el balance hidrológico durante la espigazón el país puede dividirse en tres regiones, todas con excesos de agua en dicho período. La región de mejor aptitud comprende a los departamentos situados al sur del Río Negro, sur de Paysandú y Río Negro. Presenta un agroclima subhúmedo con excesos inferiores a 25 milímetros. Es la región de mejor aptitud. Los departamentos de Rivera y este de Artigas tienen excesos mayores a 50 milímetros y es la región de peor aptitud para el cultivo con un agroclima muy húmedo. El resto del país tiene un agroclima húmedo, con excesos de agua entre 25 y 50 milímetros en el período de espigazón. La Figura 3 muestra la distribución de las zonas mencionadas.

Las condiciones agroclimáticas definidas para el territorio uruguayo son bastante extremas y la variabilidad del tiempo de año en año explica las oscilaciones en los rendimientos. Sin embargo, el conocimiento de las regiones agroclimáticas permite señalar el camino para un mejoramiento en el manejo de las variedades de trigo conocidas y un programa de producción de nuevas variedades que considere esas limitaciones.

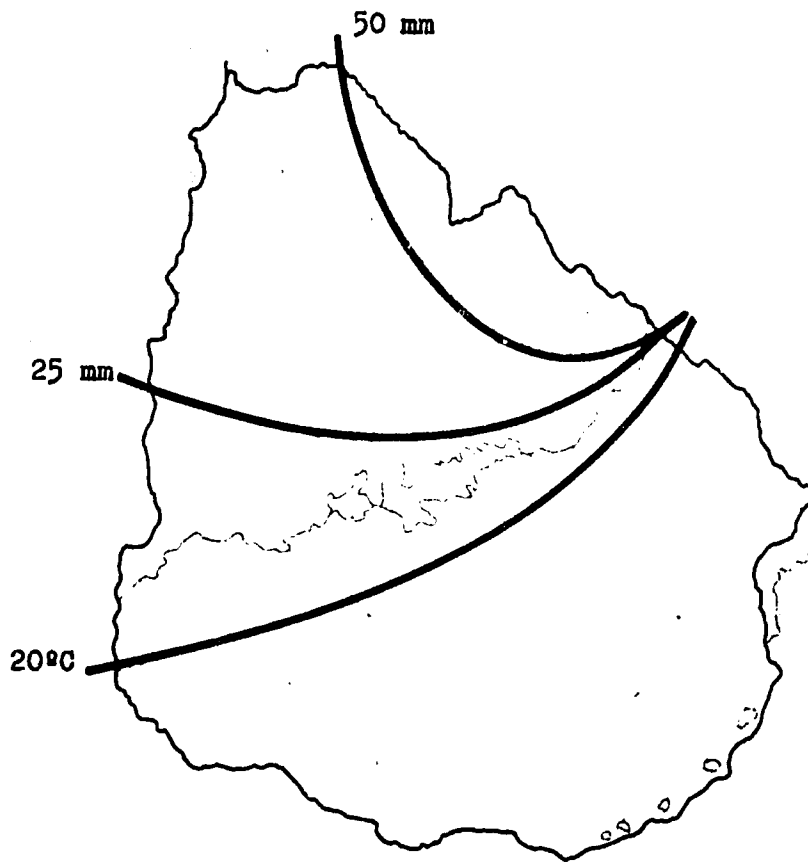


Figura 3. Tipos agroclimáticos para el trigo en el Uruguay.

### Suelos y Fertilización

El cultivo de trigo se realiza en el Uruguay en suelos de texturas medias y pesadas que, de acuerdo con la clasificación utilizada en el país, se llaman suelos de pradera (pardes y negras) y grumosoles.

Son suelos de fertilidad alta, con pH ligeramente ácido (alrededor de 6), capacidad de intercambio entre 25 a 30 miliequivalentes por 100 g y porcentajes de saturación de bases superiores al 90%. El contenido de materia orgánica varía entre 2 y 8%, dependiendo del tipo de suelo, de su manejo y del grado de erosión.

Desde el año 1961 el Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger" ha realizado varias series de experimentos en campos de productores para determinar la respuesta del trigo a la fertilización.

Estos experimentos mostraron una deficiencia general de fósforo en los suelos uruguayos y una respuesta a Nitrógeno dependiente del tipo de suelo, de su manejo anterior y de la variedad de trigo utilizada. No existe respuesta a Potasio ni a otros elementos.

Desde el año 1962 se han preparado anualmente recomendaciones para la fertilización de trigo. Estas recomendaciones se hacen directamente a los productores y son, además, utilizadas por el sistema oficial de créditos a los productores.

El uso de fertilizantes en trigo era prácticamente desconocido en el país antes de 1960. En 1973 se fertilizó más del 70% del área triguera, lo que muestra la aceptación que ha recibido esa práctica por los productores.

Las recomendaciones son revisadas anualmente, ajustándolas a las relaciones de precio insumo producto, y a la nueva información que se va obteniendo sobre fuentes de nutrientes, métodos y época de aplicación, interacciones con otros factores de producción, etc.

Para la aplicación de fósforo el productor puede basarse actualmente en la historia de la chacra o en análisis de suelos. Los niveles recomendados varían entre 0 y 60 unidades de  $P_2O_5$  por hectárea.

En el caso del nitrógeno se ha encontrado que algunos métodos de análisis de suelo se correlacionaban significativamente con la respuesta del cultivo. Sin embargo, su empleo no mejora la recomendación basada en el uso anterior de la chacra. Los niveles recomendados varían entre 0 y 100 unidades de N por hectárea.

La respuesta del cultivo a los niveles de fertilización aconsejados se ha estimado del orden del 40%, para el total del área agrícola.

Se ha estudiado además la relación entre Nitrógeno agregado como fertilizante, manejo anterior de la chacra y contenido de proteína del grano.

En la Figura 4 se muestran las relaciones entre nitrógeno agregado, rendimiento y porcentaje de proteínas para una serie de ensayos instalados en chacras de productores en el año 1966.



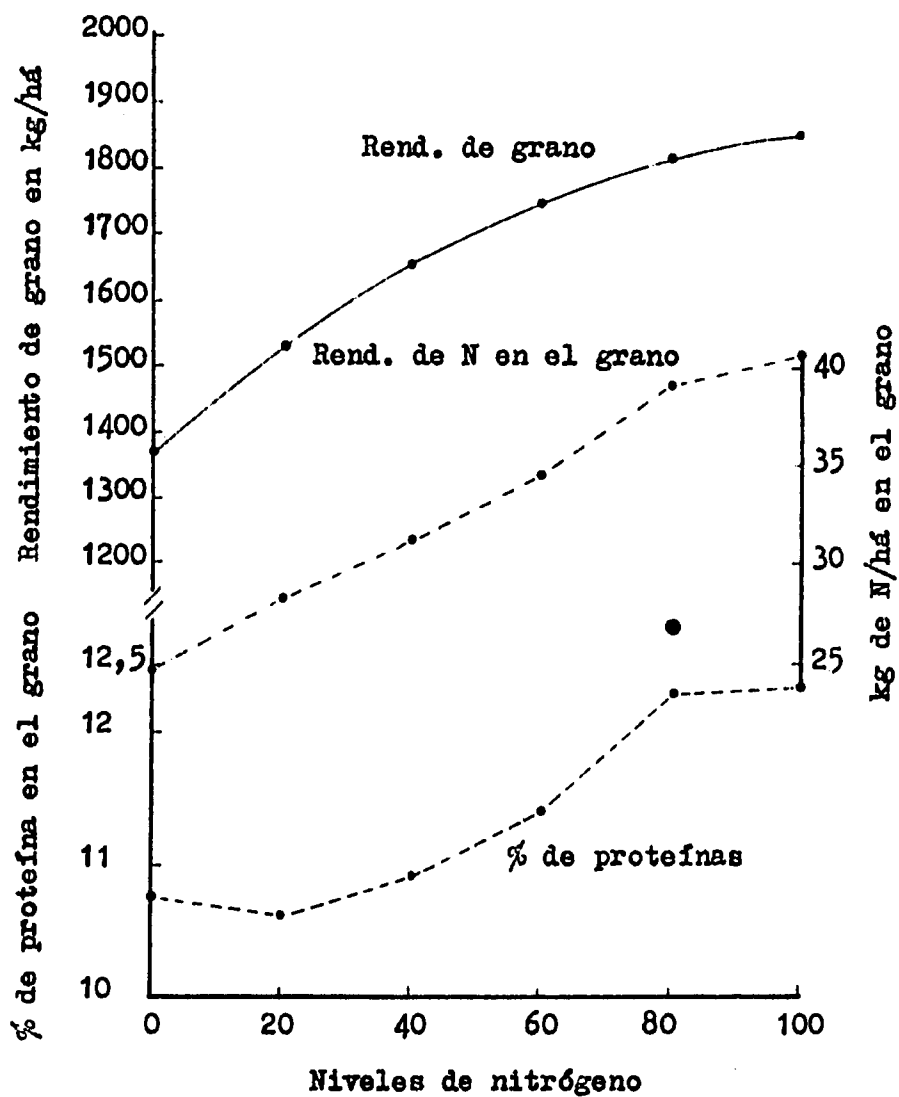


Figura 4. Relaciones entre los valores de nitrógeno agregado y rendimiento de grano, rendimientos de nitrógeno en el grano y porcentaje de proteínas en el grano para el promedio de 31 ensayos instalados en 1966.

El porcentaje de proteína disminuye en la primera dosis por el efecto de dilución provocado por el aumento de rendimiento, aumentando luego hasta el nivel 80 de nitrógeno.

En los ensayos sembrados después de pasturas con leguminosas no existe normalmente respuesta a la fertilización nitrogenada. Sin embargo, la aplicación de nitrógeno produce un aumento notable en el contenido de proteínas.

#### Enfermedades

En el Uruguay las enfermedades constituyen uno de los principales factores limitantes del rendimiento del trigo. En general, son favorecidas por el clima templado-cálido de la primavera y por la humedad normalmente elevada del mes de octubre, coincidiendo con la espigazón.

Si bien no existen en el país determinaciones cuantitativas del efecto de las enfermedades en los rendimientos y calidad comercial, con excepción de la roya del tallo, mancha de la hoja y golpe blanco, en base a la incidencia y severidad puede intentarse provisoriamente el siguiente orden de importancia decreciente, indicándose también el agente causal.

Mancha de la hoja, (Septoria tritici). Se presenta todos los años, en forma generalizada, aunque con severidad variable normalmente alta.

Roya de la hoja, (Puccinia recondita f. sp. tritici). Como la anterior, tiene incidencia constante y severidad variable normalmente alta.

Roya del tallo, (Puccinia graminis f. sp. tritici). Incidencia esporádica, pero con ambiente favorable su severidad puede ser destructiva, particularmente en siembra tardía.

Golpe blanco o fusariosis, (Gibberella zeae=Fusarium graminearum). Como la anterior, de incidencia esporádica, severidad variable, ocasionalmente grave.

Otras enfermedades de importancia secundaria, por su incidencia esporádica, severidad relativamente baja, o por ser fácilmente controlables por medio de precauciones especiales además de la resistencia varietal son: roya listada o estriada (Puccinia striiformis f. sp. tritici) frenada por el ascenso de temperatura primaveral, mancha de nudo y gluma (Leptosphaeria nodorum Septoria nodorum) esporádica y leve, oídio (Erysiphe graminis f. sp. tritici) también esporádica y leve, carbón volador (Ustilago tritici) controlada por curasemillas sistémicas, carbón cubierto (Tilletia spp.), helmintosporiosis (Cochliobolus=sativus Helminthosporium sativum) ambas controladas por curasemillas comunes, y pietín (Ophiobolus graminis) controlado por rotaciones adecuadas.

En cuanto a las enfermedades virósicas, difundidas en los países vecinos (Argentina y Brasil), aún no fueron constatadas en el país, si bien existen fuertes indicios de su presencia como es el caso del enanismo amarillo=BYDV.

Se resumen a continuación los principales trabajos fitopatológicos realizados o en marcha en La Estanzuela, en los últimos años, relativos a esas enfermedades, además del mejoramiento por resistencia que se detalla aparte.

Relación entre el rendimiento del trigo en siembras tardías y la infección de roya del tallo. Por correlación entre rendimientos e infección, en ensayos varietales, se concluyó que la infección de esta enfermedad determina aproximadamente el 50% de la variación del rendimiento entre variedades, con una correlación alta y negativa de 0.74, en promedio de dos años de ensayos.

Evaluación varietal y de daños por mancha de la hoja. Por comparación de rendimientos de parcelas inoculadas y curadas, se determinó grados de susceptibilidad varietal, muy significativamente correlacionados al grado de infección en la floración. En las variedades más susceptibles hubo reducciones del rendimiento de hasta 60%, y menor calidad comercial.

Métodos de evaluación de resistencia a mancha de la hoja. Se intenta correlacionar los métodos de evaluación temprana de plántulas en invernáculos y cámara de cría, con la evaluación de campo, en todos los casos con inoculación artificial. Paralelamente, se estudia la concentración de inóculo más adecuado.

Efecto de la época de siembra en la infección y daño por mancha de la hoja. A campo, las siembras tempranas sufren máxima infección por Septoria tritici, probablemente porque su floración coincide con períodos aún frescos y húmedos (setiembre). Se intenta cuantificar, ese efecto, con una variedad susceptible (Estanzuela Dolores).

Tolerancia varietal a roya de la hoja. Algunas variedades certificadas con varios años de cultivo (Estanzuela Sábía, Estanzuela Zorzal, etc.) sufren ya severas infecciones por esta enfermedad y sin embargo se mantienen en los primeros lugares por rendimiento. Se intenta determinar su posible grado de tolerancia, comparando el rendimiento de parcelas con infección natural y curadas.

Evaluación varietal y de daños por golpe blanco. Por comparación de rendimientos de parcelas inoculadas y curadas, se determinó grados de susceptibilidad varietal. En las variedades más susceptibles (como Estanzuela Sibía) hubo más de 15% de reducción del rendimiento y menor calidad comercial.

Métodos físicos y químicos de control del carbón volador. Se compararon los tratamientos físicos clásicos, anaerobios o agua caliente, con los modernos curasemillas sistémicos. Se logró excelente control con varios de éstos, destacándose el benomilo, que en la dosis de 75 g de ingrediente activo (150 g de producto comercial) por 100 kg de grano, dio un control total. Este tratamiento se usa actualmente para la semilla fundación distribuida por La Estanzuela, para certificación.

#### Comportamiento de las variedades certificadas de trigo, ante las principales enfermedades

Los datos considerados incluyen las lecturas de enfermedades en los ensayos varietales realizados durante cuatro años (1970 a 1973) en diferentes localidades del país.

Las variedades se clasifican en grados de susceptibilidad, según la intensidad relativa de infección, frente a cada hongo patógeno. Las enfermedades se ordenan de izquierda a derecha, según la importancia económica de las mismas, basada en la frecuencia de incidencia y severidad de infección, así como en las posibilidades de atenuar sus efectos mediante otras medidas de control, aparte de la resistencia varietal, tales como el manejo de época de siembra como en el caso de roya del tallo, mancha de la hoja, etc., uso de curasemillas adecuados como en el caso del carbón volador, etc.

Las conclusiones no son permanentes, sino solamente válidas para la actual composición de las poblaciones patógenas, particularmente en el caso de las royas, en que la frecuencia de las diversas razas está en constante evolución según las proporciones y distribución geográfica de diferentes variedades sembradas.

Variedad	Roya hoja	Mancha hoja	Roya tallo	Golpe blanco	Roya listada	Mancha		
						Carbón de nudo volador	gluma	Oídio
E.Sabiá	S	S	S	S	R	R	I	R
E.Zorzal	S	I	R	S	R	R	R	R
E.Dakurú	S	S	R	I	I	S	S	R
Multiplicación 14	S	S	S	R	I	I	R	I
P.Gaboto	I	S	S	S	R	R	S	I
Rafaela MAG	R	R	I	R	S	R	I	I
E.Dolores	I	S	R	I	S	R	R	s/d
E.Young	R	I	R	R	R	I	S	s/d
E.Tarariras	R	R	R	S	R	S	R	s/d

Notas: S: susceptible (infección severa)  
 I: intermedia (infección moderada)  
 R: resistente (infección leve)  
 s/d: sin datos

#### El Mejoramiento genético

El mejoramiento genético del cultivo se inició en el Uruguay en 1912, partiendo de la selección de plantas individuales dentro de las poblaciones que se cultivaban en esa época en el país, a las que se puede llamar criollas por el largo período en que estuvieron sometidas a la selección natural. Pocos años después, agotada la variabilidad de esas poblaciones, se inició la etapa de los cruzamientos. Con algunas interrupciones, que en la perspectiva histórica pierden importancia, el programa se mantuvo hasta el presente. Actualmente, en la Estación Experimental La Estanzuela se están cultivando 276 líneas en evaluación preliminar de rendimiento, 924 líneas en primera evaluación, 57 variedades en evaluación final, frente a las que se están certificando actualmente.

Los objetivos permanentes que se persiguen en el mejoramiento están determinados por:

1. Las condiciones climáticas
2. La presencia de las enfermedades ya enumeradas
3. Los requerimientos del mercado en cuanto a calidad industrial
4. La forma extensiva en que se realiza el cultivo

Para enfrentar las condiciones climáticas adversas se requieren variedades de amplio período de siembra, que no requieran (o requieran poco) frío, que resistan la acción de las lluvias en el período de cosecha, con paja capaz de soportar fuertes vientos acompañados de lluvia. Esta última es la causa primordial de vuelco en el Uruguay, contrariamente a lo que sucede en otros países donde éste se produce principalmente a causa del peso de la cosecha.

La selección por resistencia a roya de la hoja y del tallo no ofrece más dificultades que en otros lugares de la región. La obtención de resistencia o tolerancia a la Mancha de la hoja, en cambio, es más compleja, puesto que no son tan claras las diferencias de comportamiento entre genotipos. Nos conformamos con hallar líneas que consistentemente muestran menor área foliar atacada.

El sistema de certificación vigente se hace a través de entidades particulares, ya sea productores agrupados en cooperativas o productores independientes. La ampliación del area de multiplicación se hace incorporando nuevas entidades, tomando en consideración la distribución de zonas de influencia para evitar interferencias.

Año	Area sembrada	Producción (ton)	No. variedades	No. Entidades
1964	4.152 há	8.929	3	3 Cooperativas
1965	3.688	6.227	5	3 Cooperativas
1966	2.773	4.581	5	3 Cooperativas
1967	3.760	4.602	5	3 Cooperativas (1 Prod.indep.
1968	3.379	6.206	7	3 Cooperativas (1 Prod. indep.
1969	3.553	5.586	7	3 Cooperativas (1 Prod. indep.
1970	4.683	9.978	9	3 Cooperativas (2 Prod. indep.
1971	5.013	7.083	7	4 Cooperativas (2 Prod. indep.
1972	3.246	5.925	7	4 Cooperativas (2 Prod. indep.
1973	4.130	6.675	6	4 Cooperativas (2 Prod. indep.

La semilla certificada de trigo ha tenido muy buena aceptación de parte de los agricultores del país y nuevas entidaes se interesan en participar en él para atender la demanda de mayores volúmenes de semilla de alta calidad.

#### Summary

Wheat cultivation in Uruguay started together with the European colonization of the Rio de la Plata. In spite of the important variations in area and production, mainly due to internal and international political and economical reasons, it has been maintained to date.

The normal wheat area is about 500,000 ha; with maximum of 800,000 and minimum of 180,000. Yields are extremely variable ranging between 1,200 to 500 kg per ha during the period from 1944 to 1972.

In considering that certified seed crops are a representative sample of climate and soils potential, it may be established that their average yield of approximately 1,600 kg per ha is a goal that the national average yields may reach in a short time by intensifying the transference of available technology.

From the point of view of wheat production potential, the climate of Uruguay may be defined for the whole country as a short photoperiod region without cold.

Temperatures at heading time divide the country into two regions: one in the north with mean temperatures over 20°C and the other in the south with mean temperatures below 20°C. Considering water balance, the country is divided into three regions, with humidity excess at heading time over 50 mm, between

Los requerimientos del mercado en cuanto a calidad dejan bastante libertad al fitotecnista, ya que sólo en casos extremos el industrial promedio puede notar deficiencias. Esto no quiere decir que descuidemos totalmente el aspecto, pero sí que cuando una variedad tiene buenas condiciones agronómicas, no nos abstengamos de difundirla por algunas deficiencias de calidad panadera, especialmente cuando existen otras que pueden compensarla en las mezclas.

La forma extensiva en que el cultivo se realiza hace que la prosecución de rendimientos muy elevados como objetivo de selección, pierda importancia frente a la necesidad de obtener variedades bien adaptadas.

Ambos objetivos no son contrapuestos, pero son por lo menos difíciles de reunir.

La selección de padres para cruzamientos se realiza considerando la importancia de la adaptación, y la necesidad de mejorar los aspectos en que las variedades locales son deficientes. Prácticamente todos los cruzamientos incluyen un padre de la región (Uruguay, Argentina o Brasil) y otro extranjero. Hay motivos para suponer que algunas de las variedades de la región, además de la adaptación general, poseen algún tipo de resistencia no específica o tolerancia a las royas del tallo y de la hoja. La International Rust Nursery del U.S.D.A., constituye actualmente la principal fuente de padres extranjeros para resistencia específica a royas. Dentro de ella se seleccionan las variedades que son resistentes en la región y que además tienen los más bajos índices de infección por roya del tallo y de la hoja, en todas las localidades. Se supone que éstas, además de llevar los genes de resistencia necesarios para las razas locales, también aportan genes de resistencia para otras formas del patógeno que eventualmente pueden aparecer en la región.

#### VII. Evolución Del Programa de Certificación de semilla de Trigo

En el año 1962 el Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger" puso en marcha el Programa de Certificación de Semillas que respondía a las necesidades de desarrollo agropecuario del país.

El esquema de certificación adoptado se basa en la producción de distintas generaciones de semillas en forma supervisada y controlada técnicamente siguiendo las Reglas Internacionales para el Mejoramiento de los Cultivos (I.C.I.A.) que establecen las normas generales y específicas para los diferentes cultivos y los Reglamentos de la Asociación Internacional de Análisis de Semillas (I.S.T.A.).

En el año 1954 se inició la producción de semilla certificada de trigo a través de tres variedades previamente evaluadas, inspeccionadas y procesadas con las garantías de identidad genética y pureza física que las nuevas normas adoptadas le otorgaban. De esa forma los productores del Uruguay tuvieron, por primera vez, 8.929 toneladas de semillas de alta calidad a su disposición.

En el Cuadro que sigue aparecen los datos de área sembrada, toneladas de semilla cosechada, variedades empleadas y número de entidades participantes por año de producción.

50 and 25 mm, and with less than 25 mm. The southern regions, with mean temperatures below 20°C and humidity excess below 25 mm, possess better climatic potential for wheat production.

The soils in which cultivation is carried out are of medium and heavy texture with relatively high fertility, and slightly acid pH. The value of interchange capacity is 25 - 30 miliequivalents per 100 grams and the maturation base percentage is over 90%. Organic matter content varies between 2 and 8%.

There exists a general phosphorus deficiency while nitrogen availability varies with soil type and previous management. Fertilization recommendations have been made since 1962 being corrected when ever new experimental evidence requires it. These recommendations are utilized by the official credit system. Response to nitrogen supply is not recorded in those trials carried out on legume prairies stubble.

In a decreasing order of importance, diseases affecting wheat are: Septoria leaf blotch, leaf rust, stem rust, and scab. Minor diseases, or of sporadic appearance are: stripe rust, Septoria glume blotch, powdery mildew, loose smut, bunt, Helminthosporium leaf spot, and take-all.

Genetic improvement has been practiced since 1912 and the objectives reflect climatic conditions, ie/ presence of the diseases mentioned above, market requirements regarding beaking and milling quality, and the extensive way in which wheat cultivation is practiced.

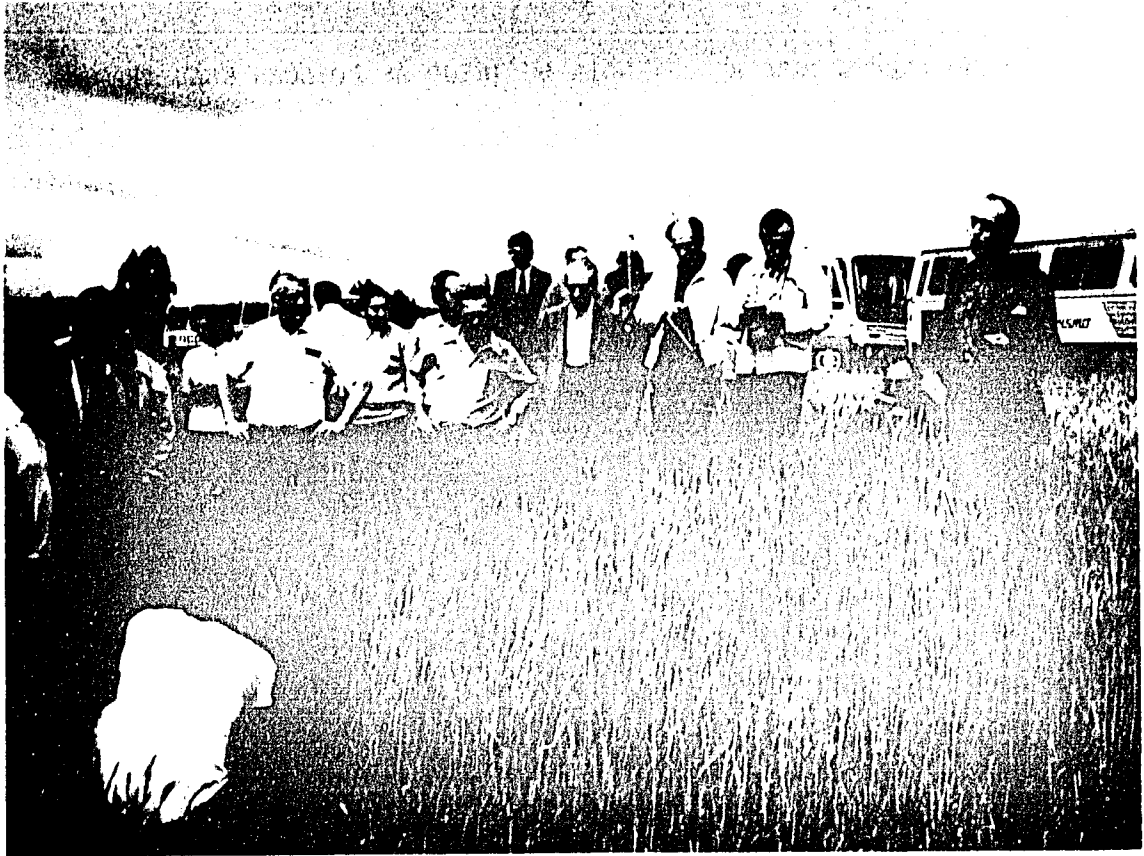
The varieties developed in Uruguay show a good adaptation grade. This characteristic is supposed to be inherited from the first selections which were practiced over populations cultivated from long ago in the country.

Since 1962 a system of seed certification of the classic type exists with Breeder, Foundation, Registered and Certified categories. The latter is produced by Cooperatives supervised by the Centro de Investigaciones Agrícolas. Certified seed on 20% of the sown area has been the goal.









## MELHORAMENTO PARA RESISTÊNCIA DO TRIGO ÀS DOENÇAS E ÀS PRAGAS

Ady R. da Silva

EMBRAPA - Rio de Janeiro  
Brazil

### Apresentação da Sessão

Agradecendo a grande honra que me deu a Comissão Organizadora, ao me convidar para ser Coordenador da Sessão "Melhoramento para Resistência às Doenças e Pragas do Trigo na América Latina", de acordo com o Dr. Joaquim Santiago, foi organizado o programa da Sessão. Após se ter considerado que o seu curto tempo não permitiria cobrir todo o tema, a não ser em aspectos muito gerais e informações primárias que tirariam em grande parte a objetividade, e reduziria a utilidade das apresentações, foi decidido uma limitação a dois tópicos principais e uma informação:

- 1) Análise das possibilidades de obtenção e permanência da resistência e das possibilidades e limitações da tolerância;
- 2) Melhoramento para resistência às viroses do trigo.
- 3) Informação sobre melhoramento para resistência às septorioses, no Brasil.

Considerou-se os dois temas como de grande interesse para a maioria dos países, sendo que, no segundo, há possibilidade de, nas visitas a instituições, poder ser observado o efeito de viroses no trigo.

O programa da Sessão ficou organizado com a apresentação do Coordenador do tema em geral: melhoramento para resistência às doenças fúngicas, com ênfase especial na análise (1) da obtenção e permanência da resistência e suas limitações; e (2) da tolerância; com avaliação por ele e por representantes de vários países da América Latina, dentro dos seguintes itens:

- 1) Progressos obtidos com o trabalho de melhoramento para resistência às enfermidades, com especial ênfase na resistência às Puccinias, informando se o progresso foi obtido pela resistência específica a raças ou resistência do tipo de planta adulta;
- 2) Dificuldades encontradas na incorporação e manutenção da resistência pelo aparecimento de novas raças;
- 3) Avaliação se a incorporação da resistência específica é o melhor método ou se há necessidade para tipos gerais de resistência ou tolerância; e
- 4) Informação sobre o que foi realizado no sentido da tolerância, êxitos e limitações.

A segunda parte ficou destinada a apresentação sobre o melhoramento para resistência às viroses.

Na apresentação de informações por parte de vários países foi pedido que também apresentassem uma informação sucinta sobre as viroses e sua importância nos seus respectivos países.

Finalmente será apresentado: Melhoramento para resistência a Septoriose no Brasil.

Melhoramento do trigo para resistência às doenças fúngicas

A importância das enfermidades do trigo na América Latina é muito grande. Ela varia de país a país, e os agentes causadores responsáveis pelos elevados prejuízos são em ordem decrescente de importância: os causados por fungos, seguidos pelos vírus e, em último lugar, pelas bactérias.

Dessas enfermidades constituem as causadas pela Puccinias como um grupo, o mais comum em todos os nossos países, desempenhando papel importante e, por isso, foi solicitado aos participantes ênfase nesse grupo que também é aquele onde há maiores trabalhos realizados e, por isso, o mais adequado a uma análise do progresso e das dificuldades no melhoramento para resistência às doenças.

No Brasil constituem as enfermidades o fator mais importante e limitante da produtividade do trigo, como foi demonstrado por Caetano, (1972), que obteve grandes aumentos de produtividade quando foram controladas as doenças da parte aérea das plantas.

Quadro 1: Influência das doenças fúngicas, do vírus do nanismo amarelo da cevada e dos pulgões do trigo na produção de grãos do trigo, em kg/ha, a campo, em gaiolas.

Ano			1969	1970	
Tratamento			kg/ha	Variedades	kg/ha
Doenças	Pulgões	VNAC			
<u>Fúngicas</u>					
Sem	Sem	Sem	9688	L V	7287
				IAS 54	8342
Com	Sem	Sem	8570	L V	3225
				IAS 54	4202
Sem	Sem	Com	3715	L V	5425
				IAS 54	5210
Com	Sem	Com	3808	L V	1622
				IAS 54	2830
Sem	Com	Com	383	L V	2487
				IAS 54	2684
Com	Com	Com	300	L V	750
				IAS 54	857

Verifica-se a extraordinária importância do controle das enfermidades de trigo que pode ser obtida por vários métodos, inclusive químico, mas, dos quais só será analisado no momento o método genético de melhoramento para resistência ou tolerância às enfermidades.

A importância do melhoramento para resistência às doenças do trigo é reconhecida em todos os nossos países e ele vem sendo utilizado por todos.

Os métodos e os resultados obtidos são variáveis e uma análise deles é o objetivo principal dessa Sessão.

Pode-se, para fim de exposição, estabelecer dois métodos gerais: (1) o melhoramento para resistência ou imunidade a raças de cada patógeno chamado melhoramento específico para resistência ou segundo alguns autores, de melhoramento vertical e (2) o melhoramento para resistência geral, frequentemente reconhecida como tolerância, e chamada por alguns de resistência horizontal.

O melhoramento específico estabeleceu-se com base no estudo das chamadas raças fisiológicas, fortemente motivado pelos estudos feitos com Puccinia e Melampsora.

O estudo e determinação das raças fisiológicas iniciou-se por um método empírico, unico possível na época em que começou, pelo sistema de tentativa para se encontrar fontes de resistência, e evoluiu a medida do progresso de conhecimentos para adoção hoje generalizada de sua identificação genética, isto é, pelos reconhecimentos dos genes no patógeno, de virulência, e sua interação com os genes que condicionam resistência ou susceptibilidade no hospedeiro.

O estudo e a determinação das raças fisiológicas e da resistência ou susceptibilidade dentre de cada espécie cultivada, ocasionou um progresso acentuado na criação de variedades resistentes no trigo às Puccinias, ao Ustilago, a Tilletias e a Erisiphe.

O progresso evidente e facilmente constatado nos campos experimentais e nas casas de vegetação foram levados aos agricultores e o objetivo de melhoramento para resistência às doenças tornou-se um dos principais no trabalho de melhoramento e naquele em que mais progresso era possível, obter com métodos controlados.

Entretanto houve sérios reveses nesse progresso. A criação de variedades imunes ou resistentes às raças predominantes frequentemente era e é superado pelo aumento de frequência de raças anteriormente desconhecidas que causavam ou causam prejuízos semelhantes as anteriores e que obrigam aos melhoristas a criarem novas variedades com mais ou diferentes genes de resistência.

Passou assim o melhoramento para resistência a ser uma luta, de um lado fitopatologistas e melhoristas, identificando e incorporando novos genes para resistência e do outro, o patógeno dando origem a novas raças, por mecanismo de seleção natural, recombinação sexual ou assexual de fatores para patogenicidade.

O sucesso passou a ser condicionado pelo equilíbrio em velocidade de serem criadas variedades mais resistentes e na do patógeno de apresentar raças mais virulentas e na limitação de existência de fatores genéticos capazes de controlar todos os genes de patogenicidade.

As medidas tomadas para assegurar o êxito do melhoramento para resistência específica foram várias:

- 1) Intensificação da identificação de novos genes para resistência;
- 2) Indução de novos genes por mutação;
- 3) Transferência de genes de outras espécies ou mesmo de generos diferentes e sua incorporação ao trigo;
- 4) Incorporação simultânea de vários genes para resistência;
- 5) Aumento na velocidade do melhoramento pela realização de maior número de gerações de trigo em menor tempo;
- 6) Levantamento sistemático de raças do patógeno;
- 7) Adoção de métodos de captura para identificação de raças de pequena ocorrência, para antecipação do melhoramento para resistência á perigo potencial;
- 8) Testes de resistência em regiões isoladas em relação ao trabalho de melhoramento, importante como uma análise do perigo potencial (ensaios internacionais de resistência as ferrugens) de raças que ocorrem em outros países ou mesmo continentes dos quais é remota a possibilidade de vinda do inóculo.

A aplicação do método conduziu a muitos êxitos mas também ocorreram perdas e fracassos em virtude do patógeno superar em alguns casos os esforços dos melhoristas, ganhando em tempo a disputa.

Evidentemente, o método tem limitações e passou a ser analisado e foram procuradas novas soluções.

Estudando-se a origem da capacidade dos patógenos algumas vezes superarem os trabalhos de melhoramento vários pontos foram encontrados que merecem menção nesta oportunidade.

O número e eficiência dos genes para virulência no patógeno são importantes dados para uma análise do potencial a ser vencido.

O método de identificação dos genes no patógeno sofre limitações de várias naturezas. (1) a amostragem do inóculo é em geral pequena e a existência de germoplasma que ocorre com pouca frequência é difícil de ser determinado. Muitas raças ou mesmo genes para patogenicidade tidos como "novos" num levantamento são na realidade muito antigos e sempre estiveram presentes porém não foram determinados por deficiência na amostragem.

O cultivo em larga escala de uma variedade resistente eliminando as raças predominantes aumenta a proporção de raças antes pouco frequentes permitindo a identificação de raças que serão consideradas como "novas" supondo-se muitas vezes que surgiram como mutações.

Esse ponto tem importância prática porque permite-se esperar que no início da adoção do melhoramento específico, haveria, só por esse fator, o aparecimento de grande número de "novas" raças que posteriormente diminuiria uma vez melhor identificado o estoque de genes para patogenicidade do organismo. (2) Considerando-se que o efeito do gene para patogenicidade depende dos genes para susceptibilidade e resistência do hospedeiro para sua identificação, a utilização de um número limitado de genes hospedeiros não permite avaliar adequadamente o germoplasma para patogenicidade do parasita.

Quando se acrescentam novos genes de resistência no hospedeiro identificam-se outros genes para virulência que classificam-se como "novos" quando na realidade apenas se adotou um novo material que permite a sua identificação.

Cabe ainda destacar a importância do isolamento genético na reconhecimento da resistência no hospedeiro.

Existe um isolamento genético no patógeno pela separação geográfica, a descontinuidade de hospedeiros com pequena se não rara probabilidade de transmissão.

Assim na América Latina poder-se-ia considerar uma região da América do Norte com o México, uma Andina tropical: Colombia, Venezuela, Equador, Perú e Bolívia; uma Andina temperada incluindo o Chile; e, a região sul, incluindo Brasil, Paraguai, Uruguai e Argentina.

A importância do isolamento, é que provavelmente os genes evoluíram diferentemente quanto a patogenicidade já que são parasitas obrigatórios e o trigo é cultivado nessas regiões há séculos.

A identificação de raças com as mesmas variedades diferenciais em vários continentes, embora determinasse de modo semelhante muitas raças, elas eram diferentes e em cada local foi necessária a sua caracterização pelo uso de variedades adicionais.

Evoluindo-se para a identificação genética, utilizando-se uma única série de genes isolados e caracterizados numa única região provavelmente estar-se-á incidindo, na mesma forma de analisar a patogenicidade ignorando-se provavelmente genes diferentes e locais, para resistência e virulência.

É importante que utilizando-se os genes já identificados procure-se genes locais que condicionem o comportamento do material patogênico local depois com a utilização no trabalho de melhoramento de genes para resistência importados estar-se-á induzindo a evolução do patógeno num sentido e possivelmente em breve os genes locais para resistência possam ser úteis embora desapercibidos no momento.

Um exemplo ilustrativo é o Lr 2 que condiciona resistência a ferrugem da folha na Austrália e não apresenta nenhuma resistência na América do Norte.

Esses comentários referem-se a genes para patogenicidade e não a raças fisiológicas diferentes, que podem resultar da combinação dos vários genes para patogenicidade, o que pode ocorrer por reprodução sexual, recombinação assexual, heterocariose e mutação idêntica a genes já existentes.

O melhoramento para resistência na realidade é feito basicamente em relação aos genes para patogenicidade embora eles ocorram sob forma de raças fisiológicas, porque até agora ao que se sabe não existe aumento de virulência resultante da interação de genes para patogenicidade; tendo observado um decréscimo de "agressividade" nas raças mais virulentas segundo destaca Van de Plank, 68., o que é contestado por outros pesquisadores.

A combinação dos genes para patogenicidade em raças fisiológicas não tem acrescentado virulência em relação a cada um deles isoladamente. Em outras palavras: a obtenção de resistência a duas raças de patógeno cada uma delas com um gene para patogenicidade por exemplo 1 e 2 não é mais difícil do que a obtenção de resistência a uma raça que tenha os dois genes 1 e 2.

Supondo-se que um patógeno tenha 4 genes para patogenicidade há possibilidade, de ocorrer uma raça que tenha os 4 genes reunidos ou menos. Conhecido esse fato pode-se prever, se ainda não ocorre que essa é a raça de maior virulência que ocorrerá e dever-se-á procurar obtenção de resistência a esse conjunto de genes. A existência de um grande número de raças com menor número de genes não terá maior importância para a criação de variedades resistentes.

Para se obter uma resistência completa e relativamente estável é preciso que se conte, no hospedeiro, com pelo menos 1 gene que condicione resistência e que não ocorra no patógeno um gene para virulência capaz de superá-lo.

O melhorista ficaria garantido se pudesse identificar e obter resistência a todos os genes de patogenicidade do parasito.

Uma das soluções que oferece maior garantia de permanência da resistência é a incorporação, simultaneamente de vários genes para resistência, necessários ou não em face da situação das raças do patógeno na região considerada e a ausência de variedades com cada um dos genes isoladamente, de preferência.

### Convivência com o patogeno

O aparecimento de genes para patogenicidade, antes desconhecidos que tem ocorrido pouco depois de se ter entregue ao cultivo em larga escala, variedades resistentes, tem sido atribuído a pressão de seleção, muito grande, em favor de genes pouco frequentes ou de novos genes.

Um meio de anular essa seleção é a manutenção de raças que tenham maior agressividade e menor virulência no processo de desenvolvimento da epifitias, em regiões onde as condições naturais não favoreçam os prejuízos causados pela enfermidade. Isto permite diminuir a presença de raças mais virulentas, e com menor número de genes para resistência, emante-la nas regiões onde ela é crítica, onde poderia haver sérios prejuízos a cultura.

Um exemplo dessa situação, é a que está ocorrendo nos Estados Unidos e Canadá, segundo van der Plank (8), onde as variedades cultivadas na região de trigo da primavera dos Estados Unidos e Canadá estão protegidas da ferrugem do colmo pelo gene Sr 6 embora existam raças capazes de superar a resistência condicionada por esse gene. Ocorre que a ferrugem do colmo não sobrevive no inverno nessa região de trigo de inverno, as variedades cultivadas não tem o gene Sr 6, tendo a resistência derivada de Hoep e por isso são atacadas por outras raças de ferrugem do colmo incapazes de superar a resistência de Sr 6 mas mais agressivas do que as raças que atacam o gene Sr. 6. Em consequência a ferrugem do colmo que se multiplica na região do trigo de inverno é constituída basicamente de raças incapazes de atacar o gene Sr 6 e o inoculum que chega a região de trigo de primavera na sua maioria não tem capacidade de superar o gene Sr 6 e por isso as variedades tem se mantido resistentes. Outra situação ocorreria se for incorporada resistência do gene Sr 6 nos trigos de inverno, porque nesse caso o inoculum que iria para a região de trigo de primavera seria virulento em relação ao Sr 6.

### Variedades multilíneas

Outra solução que minimiza os prejuízos decorrentes de uma súbita mudança de raças e permite a produção de uma variedade com mais estabilidade na sua reação as ferrugens é a criação de variedades multilíneas, proposta por Borlaug, 1958 para trigo.

A variedade multilínea é obtida pelo resultado do método do retrocruzamento tomando-se uma variedade boa agronomicamente como base e incorporando em linhas idênticas genes diferentes de resistência a ferrugem e misturando a semente das linhas, distribuindo se a variedade assim composta. Borlaug propôs que fossem mantidos estoques separados de cada linha e a mistura ser feita de acordo com a predominância de raças.

Esse método evitaria que uma nova raça anulasse a produção da variedade de modo intenso pois causará prejuízo apenas a uma parte de suas plantas e também o patogeno diminuirá a velocidade de sua reprodução por existirem um grande número de plantas resistentes entre as susceptíveis.

Cabe ainda destacar um outro aspecto que seria consequência da adoção de variedades multilíneas se não fossem eliminadas as linhas resistentes a muitos genes de patogenicidade mas susceptíveis a uma raça. E que a convivência na multilínea, de raças menos virulentas mas capazes de infectar uma parte das linhas, diminuiria a pressão de seleção e deveria evitar a predominância de raças mais virulentas.

Há porém uma outra hipótese desfavorável. A convivência em larga proporção de raças diferentes e de genótipos diferentes favorece o aparecimento de novas raças pela recombinação assexual (heterocariose) entre elas.

Tem ocorrido que maior número de raças são identificadas em amostras provenientes dos estabelecimentos experimentais. Isto pode ser explicado pelo critério de coleta mas também pode ser o resultado da ocorrência de maior número, favorecido pelos trabalhos de ensaio de raças, ou, e, pela existência de maior número de genótipos de trigo presentes que facilita a sobrevivência de novas raças.

O problema causado pela rápida substituição de raças do patógeno levando a uma constante evolução das variedades, os prejuízos decorrentes do ataque das enfermidades em variedades tidas como resistentes tem levado os pesquisadores a procurarem novas soluções a esse problema, dentro da área de melhoramento genético.

Uma solução sugerida é a criação de variedades com resistência geral a doença, isto é não específica. Essa resistência caracteriza-se por ser do chamado tipo de tolerância, isto é, o patógeno desenvolve-se mas causa menor prejuízo que em variedades altamente susceptíveis ou aquelas que são resistentes a outras raças.

#### Resistencia Geral ou Tolerancia ou Resistencia Horizontal

Esse tipo de resistência geral, também chamado horizontal não causa pressão de seleção sobre a variabilidade genética do patógeno porque é suposto ser relativamente igual para todo o germoplasma do patógeno. Ele também é uma interação do patógeno-hospedeiro mas de um tipo diferente porque retarda o desenvolvimento do patógeno diminuindo sua velocidade de esporulação ou reduzindo a sua capacidade de produzir esporos, ou impede parcialmente a sua multiplicação e penetração. São um ou mais meios de diminuir a capacidade do patógeno diminuindo o seu efeito maléfico sobre o hospedeiro, ou fatores no hospedeiro que anulem em parte o efeito maléfico do patógeno.

O melhoramento para esse tipo de resistência apresenta como principal vantagem a sua permanência e como principais limitações (1) a identificação da resistência e sua caracterização, porque sendo em geral determinada por muitos fatores de pequeno efeito é mais difícil de ser reconhecido; (2) tem efeito limitado sendo menos efetiva do que a resistência específica, (3) em geral só é determinada a campo por processo de comparação com outras variedades e em geral pelo sistema de ordenação crescente ou decrescente em relação a doença.

Há ainda no caso das ferrugens um outro tipo de resistência que apresenta as vantagens e desvantagens mais atenuadas dos dois sistemas acima mencionados, constituindo uma solução intermediária.

É a resistência do tipo de planta adulta. Variedades com esse característico embora sejam susceptíveis no estado de plântula a diversas raças fisiológicas apresentam resistência a medida que se desenvolvem e no estado de planta adulta são resistentes a apresentando um ataque moderado do patógeno, que permite a variedade produzir satisfatoriamente.

Esse tipo de resistência apresenta o característico de ser diferencial para diversas raças do patógeno, porém em muito menor escala do que as raças identificadas na base de sua reação de plântula.



Apresenta também dificuldade em caracterização como a resistência do tipo geral, mas menos acentuada pois é mais fácil de caracterizar. Há dificuldade em separar o efeito da resistência, em plântula da em planta adulta, em muitos casos.

A resistência do tipo planta adulta proveniente de Hope e H 44 para ferrugem do colmo, nos Estados Unidos foi efetiva por um longo período de anos, de 1935 a 1950, quando foi superada pelo grupo de raças conhecidas como 15 B. Silva 1958, considerou a existência de pelo menos três raças nos Estados Unidos em termos de resistência de planta adulta. Uma incapaz de atacar intensamente a variedade Ceres, outra para a qual Ceres é susceptível e Hope e H 44 e seus descendentes resistentes, e, finalmente uma terceira a qual Hope e H 44 são susceptíveis (o grupo 15 B).

As considerações acima são apropriadas para os patógenos que são parasitas obrigatórios e onde há estabilidade de raças. O que permite o seu isolamento, manuseio conveniente e onde os resultados correlacionam com a ocorrência a campo.

O mesmo não ocorre em espécies de patógenos onde não se estabelecem raças estáveis por vários mecanismos entre os quais a existência de vários núcleos por célula (heterocariose intensa), e, naqueles que têm uma parte de seu ciclo de forma saprofítica.

A pressão da seleção natural nos casos onde não há estabilidade de raças é menor havendo muito mais equilíbrio nos genes de patogenicidade e, a resistência frequentemente obtida nessas condições é quantitativa, do tipo geral, mais estável, porém muitas vezes menos efetiva.

No trigo isto ocorre principalmente no caso das enfermidades causadas por Fusarium, Septoria, e Helminthosporium.

Concluindo essa exposição geral destacamos que o mais importante é a existência de genes de forte ação condicionando resistência e que não sejam susceptíveis a terem o seu efeito anulado pela ação do patógeno, seja do tipo específico, ou de planta adulta ou condicionando resistência geral.

Esse é o ponto essencial e ao serem discutidos aqui, alternativas não se tem em mente defender este ou aquele método mas mostrar a possibilidade e oportunidade de todos e, o que é mais importante alertar aqueles que estão trabalhando para manterem uma atitude aberta para possibilidades das mais diversas soluções sem se apegar ao formalismo de uma única solução, ou um único método.

Uma finalidade da presente Sessão é verificar a situação em vários países da América Latina dos trabalhos de melhoramento para resistência às enfermidades em relação aos vários tipos de resistência acima enumerados, o grau de sucesso, as dificuldades, ocorridas e os métodos mais convenientes a serem adotados para o seu aperfeiçoamento.

Cumprindo a segunda parte de minha tarefa a seguir exponho a situação do melhoramento para resistência às doenças fúngicas no Brasil, deixando de mencionar a parte de viroses que ficou a cargo do Dr. Veslei da Rosa Caetano e a de Septorias que o Prof. Gilberto C. Luzzardi abordará.

## O MELHORAMENTO PARA RESISTÊNCIA À FERRUGEM DO COLMO, NO BRASIL

### Antecedentes

O trabalho de melhoramento de trigo no Brasil até 1944 não visou especificamente a resistência a ferrugem do colmo. Não foram feitos cruzamentos com essa finalidade específica nem programa de seleção com provas de resistência.

Esse trabalho deu origem a variedades como Fontana e Rio Negro, a primeira até hoje cultivada, que analisadas pelo Dr. Knott no Canadá mostraram possuir os genes Sr 8 e Sr 9.

Não se conhece entre as antigas variedades brasileiras outra contribuição para resistência a ferrugem do colmo.

### Melhoramento Específico

O programa específico teve início, pelo primeiro autor deste trabalho em 1944, quando na Universidade de Minnesota, cruzou variedades brasileiras com as melhores fontes de resistência na época: Kenya 58, Red Egyptian e Timstein.

Ao regressar prosseguiu os trabalhos na Estação Experimental de Curitiba, hoje Instituto de Pesquisas Agropecuárias Meridional, do Ministério da Agricultura logo após transferindo-o para o Instituto de Pesquisas Agropecuárias do Sul, em Pelotas, RS.

A avaliação do progresso do trabalho realizado, compreende uma análise da virulência da população patogênica, a resistência obtida, a estabilidade dos resultados e uma estimativa do que pode ocorrer num futuro próximo.

A virulência das raças fisiológicas de Puccinia graminis tritici identificadas até a presente data no Brasil pode ser vista no quadro 2, que foi organizado com os dados obtidos no IPEAS pelos dois primeiros autores e que estão confirmados pelos trabalhos do Setor de Imunologia da Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul.

As raças 11, 15 e 17 além da raça 42 determinadas segundo as normas estabelecidas por Stakman et al foram primeiro determinadas em amostras recebidas do Brasil por Vallega na Argentina. Não foi possível aos pesquisadores locais encontrar a raça 42.

A identificação na base genética como está apresentada no quadro 2 foi realizada a partir de 1958 pelos autores.

A inclusão das variedades Kenya 58 gve tem os genes Sr 6 e Sr 7 bem como a Red Egyptian com os genes Sr 6, Sr 8 e Sr 9 desde 1952 nas variedades diferenciais como adicionais, dão uma indicação da não ocorrência abundante das raças determinadas em 1961 e 1963 capazes de anularem a resistência dos genes Sr 6 e Sr 7 isoladamente, reconhece-se entretanto ter sido a amostragem relativamente insuficiente, embora num total de cerca de 2.000 identificações e estarem os genes juntos na variedade.

A situação anterior a entrega de sementes de variedades com novos genes para resistência, como resultado de melhoramento específico é caracterizada por dois tipos de informação: (1) estabilidade aparente na composição das raças porque durante todo o período anterior a 1957 desde as primeiras determinações feitas por Vallega em 1940 só eram assinaladas poucas e sempre as mesmas raças: 11, 15 e 17, raramente a raça 42, mantendo-se relativamente estável a sua proporção

com predomínio da raça 17 seguido pela 15 e com menor frequência a raça 11; (2) aumento de diversificação após a entrega aos agricultores das variedades IAS 3, IAS 8 e IAS 13 com o gene Sr 6 para resistência em 1957.

Entretanto cabe ressaltar que o critério de identificação foi modificado. Fosse mantida a série diferencial estabelecida por Stakman et al e até a presente data a população seria considerada estável pois somente teriam sido identificadas as raças 11, 15 e 17 conforme se pode ver no quadro 2.

A variabilidade de população patogênica, como foi chamado a atenção na parte geral deste trabalho é determinada pelo uso de indicadores no hospedeiro e a uniformidade do passado e a variabilidade mais recente podem ser apenas o reflexo do modo de seu estudo e não uma realidade e assim não existem raças novas mas apenas a adoção de métodos que permitem reconhecer maior ou menor variabilidade.

Não há provas que a variabilidade tenha aumentado, mas existe a informação básica que há virulência na população capaz de, se recombinada, anular a ação dos 7 genes para resistência do hospedeiro, dos quais até agora apenas 9 são eficientes.

Considerando sob outro aspecto verifica-se que a situação inicial de que apenas o gene Sr 6 ou Sr 7 eram suficientes para condicionar resistência a toda a população patogênica não é mais verdadeira, mas por outro ângulo continua ser verdadeira após a identificação de 11 fórmulas de patogenicidade que a combinação da resistência dos genes Sr 7 e Sr 11 condicionam resistência a todas as fórmulas de virulência encontradas.

Preve-se que haverá uma recombinação dos genes para patogenicidade capazes de reunir em uma única raça fatores capazes de tornar ineficientes os genes do hospedeiro utilizados, mas já foram determinadas pelo menos duas outras resistências (Sinvalochó gama e Wheat Rye Translocation 365) que testadas até a presente data não foram superadas num único caso, permitindo um certo grau de otimismo em relação ao futuro.

Se a situação patogênica atual e potencial é a apresentada acima cabe apreciar como está a incorporação dos fatores de resistência ao material em cultivo.

No quadro 3 pode-se ver a distribuição relativa das variedades no período de 1955 a 1972, a sua resistência pelos genes que provavelmente a condicionam, bem como a distribuição das raças cuja patogenicidade encontra-se no quadro 2.

Quadro 2. Virulência das raças fisiológicas de Puccinia graminis tritici, identificados no Brasil.

Nº Br	Fórmula de virulência		Raça	Ano da identificação,
	genes eficientes / genes ineficientes	no hospedeiro		
1	6, 7, 9, 11, 13	/ 5, 8, 10, 14	11	1958
2	6, 7, 8	/ 5, 9, 10, 11, 13, 14	15	1958
3	5, 6, 7, 11, 13	/ 8, 9, 10, 14	17	1958
4	5, 9, 11	/ 6, 7, 8, 10, 13, 14	17-61	1961
5	6, 7, 9b	/ 5, 8, 9a, 10, 11	11-T	1962
6	5, 7, 11, 13	/ 6, 8, 9, 10, 14	17-63	1963
7	5, 6, 7, 13	/ 8, 9, 10, 11, 14	17-T	1963
8	9, 11, 13,	/ 5, 6, 7, 8, 10, 14	11-65	1965
9	6, 7, 13	/ 5, 8, 9, 10, 11, 14	15-65	1965
10	7	/ 5, 6, 8, 9, 10, 11, 13, 14	15-71	1971
11	8, 11	/ 5, 6, 7, 9, 10,		1974

Quadro 3. Variedades cultivadas, em longa escala, no Rio Grande do Sul, de 1955 à 1972, em percentagem com os genes para resistência à ferrugem do colmo e as raças de ferrugens do colmo mais importantes no Rio Grande do Sul em percentagem de identificação.

Varie- dades	Ano Lanc.	Genes prov.	A N O S																		
			55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	
Frontana	45	8,9	***	***	***	***	**	**	*	*	**	***	29	17	11	14	13	13	6	4	
Bagé	50		*	*	*	**	**	*	*	*	*	*									
Trintoni	51		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*									
Carazinho	57		-	-	-	*	**	**	***	***	**	*	*								
Preludio	57		-	-	-	*	**	**	***	***	**	*	*								
IAS 8	57	6,9	-	-	-	-	*	*	*	*	*	*									
IAS 13	57	6	-	-	-	-	-	*	*	*	*	*									
IAS 20	63	6	-	-	-	-	-	-	-	-	*	*	41	56	63	42	22	10	8	4	
IAS 28	63	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	12	12	6	3	1	.	-	-	
C 3	65	7 e 11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	11	21	28	34	16	25	
Toropi	65	7 e 11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	8	8	3	1	2	
IAS 50	67	7 e 11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	7	19	10	-	-	
IAS 51	67	7 e 11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	14	19	3	
IAS 52	69	7 e 11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	16	4	
C 17	69	11 e 9?	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	11	17	
Nobre	69	7 e 11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3	70
IAS 54	70	7 e 11Var:	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	13	26	
			<u>Isolamentos em %</u>																		
<u>Br</u>		<u>Raça</u>																			
1		11							1	3		2	2	1			2	1	7	13	
2		15	11	43	33	2	3	5	0	5	7	10	12	0	8	1					
3		17	89	57	67	98	97	92	80	49	56	40	40	27	13	5	8	11	22	1	
4		17-61						3	18	1	2	12	9					2		1	
5		11-T							1	1		1									
6		17-63								40	35	31	14	49	51	76	68	53	21	1	
7		17-T								1			4		3	1					
8		11-65										3	20	11	3				1		
9		15-65										1		12	22	17	22	29	43	77	
10		15-71																4	6	7	

Observação: \*\*\* = Muito cultivada ocupada a maior parte da area  
 \*\* = Moderada  
 \* = Pouco cultivada

Baseado nas informações do quadro 3 a partir de 1965 quando existem dados mais precisos sobre a distribuição relativa das variedades no Rio Grande do Sul bem como da melhor análise da população patogênica, pode se organizar o quadro numero 4 onde está registrado no período de 1965 a 1972 a percentagem de sementes utilizadas de variedades resistentes a todas as raças, de acordo com as provas em estado de plântulas, e, de variedades susceptíveis a pelo menos uma raça do patógeno.

Quadro 4. Sementes de variedades resistentes a todas as raças de Puccinia graminis tritici e de susceptíveis a pelo menos uma raça, no período de 1965 a 1972, no Rio Grande do Sul, em percentagem, (dados da Comissão Estadual de Sementes do Rio Grande do Sul).

Anos	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972
Resistentes	0	4	15	36	58	67	68	70
Susceptíveis	100	90	80	59	36	25	25	25

Observação: a diferença para 100% é constituído por sementes de variedades que são pouco cultivadas.

Não é possível se assegurar que há uma correlação direta entre o aumento de área de variedades resistentes e a diminuição de ocorrência de ferrugem do colmo, mas tem se constatado nos últimos 4 anos uma pequena ocorrência natural de ferrugem do colmo, tornando difícil uma amostragem do patógeno para uma análise de sua variação pelo estudo de suas raças.

A situação é menos otimista na nova área de desenvolvimento da cultura do trigo ao redor do trópico no Estado do Paraná (região Norte e parte do Oeste), no Estado de São Paulo e no Sul de Mato Grosso onde as condições de ambiente tendem a que o efeito das ferrugens do colmo e da folha sejam mais prejudiciais que na região tradicional de produção do Centro e Sul do Paraná até o Rio Grande do Sul.

Naquela região a maioria das variedades cultivadas embora tenha resistência à várias raças, são susceptíveis a uma raça estando mais sujeitas a uma epifítia havendo inoculo no início da cultura.

Não tem ocorrido epifítias graves de ferrugem no colmo no País como um todo. Nenhuma variedade foi eliminada de cultivo por fortes prejuízos causados pela ferrugem do colmo, embora tenham sido substituídas paulatinamente as susceptíveis pela superioridade das novas variedades resistentes e por outros fatores.

Verifica-se até a presente data que o melhoramento específico para resistência à ferrugem do colmo foi efetivo não apresentando limitações que tornem importante a mudança de método.

Há necessidade de que sejam tomadas providências para a incorporação da resistência por outros genes, já identificados.

Fatos que têm ocorrido em outras partes do mundo justificam uma atitude de expectativa e de precaução para a possibilidade de ser utilizada a resistência do tipo geral na eventualidade de todos os genes específicos para resistência serem superados.

Desconhece-se no momento fatores de resistência do tipo geral para a ferrugem do colmo do trigo que sejam efetivos nas condições de cultivo e não tem sido feitos esforços para identificá-los.

## O MELHORAMENTO PARA RESISTÊNCIA À FERRUGEM DA FOLHA NO BRASIL

### Antecedentes

Uma situação semelhante ao melhoramento para ferrugem do colmo, prevaleceu para a resistência à ferrugem da folha. O material era selecionado para resistência a campo, mas não eram feitos cruzamentos específicos com essa finalidade utilizando-se pais de resistência comprovada e provando a descendência mediante inoculações artificiais.

Os estudos básicos para o melhoramento específico tiveram início, em 1949, no Rio Grande do Sul, com o levantamento de raças fisiológicas, cruzamentos com pais resistentes, estudos de hereditariedade e testes para resistência da descendência.

Posteriormente verificou-se que a resistência do tipo de planta adulta de Frontana, oferecia uma proteção adequada e como as variedades cultivadas eram descendentes diretas de Frontana e muitas tinham o mesmo tipo de resistência e também, em virtude da baixa incidência de ferrugem da folha, os melhoristas decidiram não incluir resistência à ferrugem da folha como fator condicionante para o lançamento de variedades no Rio Grande do Sul, levando-se em conta como característico secundário.

Considerando esse conceito geral a Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul parou os estudos básicos e o IPEAS do Ministério da Agricultura manteve apenas o levantamento de raças, sua identificação e os testes para resistência no estado de plântula das linhagens e variedades como uma informação suplementar.

Em decorrência dessa orientação a ferrugem da folha cresceu de importância, passou a causar prejuízos que embora não avaliados preocuparam os melhoristas que recentemente passaram a selecionar para resistência com mais frequência e atenção e a escolher pais nos cruzamentos que tiveram resistência à ferrugem da folha.

### Análise da variabilidade do patógeno.

Iniciada em 1949, permaneceu até 1952 utilizando-se a série internacional. De 1952 em diante passou-se a utilizar um novo grupo de variedades a partir dos conceitos e princípios estabelecidos por Silva em 1952, juntamente com a série internacional que mais tarde deixou de ser utilizada.

Utilizando a série internacional durante o período de 1949 a 1952, foram identificadas as raças 2, 6, 12, 13, 20, 21, 31, 49, 57, 61, 62, 64, 77, 85, 108, 114, 117, 130, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149 e 150 sendo que destas as raças 20, 77 e 31 foram as mais frequentes nessa ordem (Silva, 55).

A nova série de diferenciais incluiu as variedades Bagé, Rio Negro, Sinvalocho, Klein Lucero, Lee, Gabo, Buck Tandil e Tinstein. Foram determinadas 2 raças chamadas IAS 58 (Silva, 60).

A partir de 1961 a identificação de raças foi feita a partir da série constituídas das mesmas variedades anteriores e mais Africa 43, Chinese x Aegilops umbelulata, Magnif Guarany e Renacimiento, incluindo variedades que fornecessem informações mais úteis ao trabalho de melhoramento na Argentina (Cenoz, 61).

Com essa série foram identificadas mais 3 raças novas e subdivididas 4 raças em outras 4 (Coelho, 72).

No período de 1958 a 1960 em 263 amostras predominaram as raças 19, 4, 11 e 24.

No período de 1961 a 1969 as raças 19 e 19A e a 4 e 4A foram constantemente predominantes e presentes, mas variando em anos e Estados as raças 2, 10, 24 e 27 (Coeiho, 73).

A raça 19 foi predominante, seguida em importância de frequência pela 2 em 1970 e 71, tendo a raça 28 sido identificada pela primeira vez em 1970.

A raça 19 manteve-se predominante em 1972 salientando-se também as raças 1, 2 e 27.

A distinção entre as raças 19 e 19A está condicionada à época de identificação não sendo por isso precisa (Barcelos, 74).

Observando a reação das variedades diferenciais verifica-se que Chineses x Aegilops umbelulata foi resistente a todas as raças Africa 43 a 34 das 36 raças, Magnif Guarany e Buck Tandil são resistentes a 29 e Klein Lucero a 28. Africa 43 (Lr 13) e Magnif Guarany têm a resistência expressa em temperaturas baixas e Klein Lucero (Lr 17) em temperaturas altas.

Poder-se-á obter resistência a todas as raças se for possível combinar a resistência das seguintes variedades: Magnif Guarani x com a Buck Tandil, ou com a de Lee, ou com a de Gabo; Africa 43 com uma das seguintes variedades; Bagé, Rio Negro, Klein Lucero, Lee, Gabo, Buck Tandil e Sinvalocho. (Coelho, 73).

Mais recentemente com o uso de variedades diferenciais com os genes para resistência à ferrugem da folha (série Lr) verificou-se que além do gene Lr 9 (contido em Chinês x Aegilops umbelulata) o gene Lr 19 na variedade Agatha (que tem a translocação nº 4 de Agropyron elongatum) condiciona resistência à todas as raças (Barcelos, 73).

Como informação complementar à compreensão do comportamento das variedades utilizadas na identificação das raças, registra-se que Gabo e Lee têm o gene Lr 10, Klein Lucero o gene Lr 17, Africa 43 o gene Lr 18 e Bagé o Lr 3 bg e outros não identificados (Anderson, 61 - Dycke Sandors, 68 e Haggag, 73).

As variedades mais cultivadas, com exceção de Frontana são susceptíveis a uma ou mais raças e por isso tem ocorrido ataques intensos em alguns locais e anos.

A variedade IAS 49, cultivada no Norte do Paraná, foi eliminada em 1971 em virtude do violento ataque de ferrugem da folha que reduziu muito a sua produção.

Em virtude dessa situação, maior atenção tem sido prestada a seleção para resistência à ferrugem da folha. Foram encontradas como resistentes a todas as raças, a linhagem: PF 7130 e a variedade Paraná Precoz INTA.

Destacaram-se como resistentes a maioria das raças: PF 69196, Pf 70522, PF 70547, PF 70553, PF 7054, PEL SL 1345.69, PF 69.129, Pel 9123-62, Pel 15163-63, PF 6968, PF 69173, PF 70100, PF 70133, PF 70546, B 27, B 28, S 69, S 70 e S 71. A variedade Cinquentenário entre as cultivadas atualmente, mostrou ser das mais resistentes (Barcelos 74-NP).

Dois variedades uruguaias, Estanzuela Sabiá e Estanzuela Zorzal também mostraram resistência a várias raças.

As perspectivas para o melhoramento específico para resistência ferrugem da folha são favoráveis uma vez que há pelo menos dois genes (Lr 9 e Lr 19) que condicionam resistência a todas as raças até agora identificadas e que há fatores de resistência em linhagens e variedades de bons caracteres agrônomicos dando resistência total às raças identificadas no País e que por cruzamentos entre si, permitirão obter resistência total.

A situação atual não é boa porque foi relegada a doença a um segundo plano nos trabalhos de seleção por um período considerável de anos.

Existem em linhagens promissoras em fase final de experimentação com melhor resistência, capazes de substituir as variedades em cultivo em prazo curto.

Cabe ressaltar que, no caso da ferrugem da folha existe oem conhecida resistência no estado de planta adulta. A variedade Frontana a tem e o seu longo tempo de cultivo tem permitido se verificar a importância e a estabilidade da resistência deste tipo.

Conhecem-se pelo menos 4 genes para resistência do tipo de planta adulta para a ferrugem da folha: Lr 12 na variedade Exchange, Lr 13 nas variedades Manitou, Frontana (com modificadores) e Klein Aniversário; um outro em Marquis e Thatcher condicionando resistência a raça 9 (no Canadá) Bastos et al 1969 e, finalmente o gene em Aegilops squarrosa transferido para trigo hexaploide (Dyck e Keber, 70).

A resistência específica aplicada a seleção no estágio de plantula, correlacionou muito bem com o comportamento a campo em experimento inoculado com as mesmas raças, nos anos de 1969 a 1972, em Pelotas (Osócio, Barcelos e Moreira).

#### RESISTENCIA À CÁRIE E AO CARVÃO DO TRIGO

O melhoramento para resistência à cárie e ao carvão foram iniciados em 1949, no IPEAS, em Pelotas, com a realização dos estudos básicos.

Os estudos preliminares realizados mostraram ser as variedades em cultivo na época susceptíveis. O estudo realizado com 7 amostras de Tille tia foetida provenientes de pontos diferentes do Rio Grande do Sul indicaram que são patogênicamente diferentes e que a especialização fisiológica do patógeno teria que ser levada em consideração (Silva, 51).

Comparação de variedades inoculadas artificialmente mostraram nas variedades PG 1, Trintecíno e Bage, 69,1 % 45,1 e 72,3% de incidência enquanto que em Regent e Klein Orgullo ocorreu apenas 1,6 e 7,5%.

Tendo a prática de tratamento de sementes se generalizado sendo hoje obrigatória a incidência de doenças diminuiu e o projeto foi descontinuado.

O melhoramento para resistência ao carvão, causado pelo Ustilago tritici, foi iniciado na mesma época e local (Silva, 51).

A motivação na época deveu-se ao fato de que a variedade Rio Negro ter que ser retirada de cultivo em virtude de sua susceptibilidade.

Os estudos mostraram a susceptibilidade de muitas variedades cultivadas como Rio Negro e Trintani que em inoculações artificiais chegavam a apresentar 73 e 89% de



infecção. Variedades como Hope e Newthatch nas mesmas condições não eram infectadas.

A variedade Frontana, embora mostrasse infecção elevada quando inoculada artificialmente, no campo sempre se mostrou resistente. Com o predomínio de seu cultivo e de seus descendentes com característica semelhante o problema perdeu importância e ante a pressão de outros fatores o projeto foi descontinuado.

O lançamento da variedade IAS 50 Alvorada, que é altamente susceptível ao carvão colocou em foco novamente o problema e o fato das variedades novas não terem a resistência de Frontana tem permitido a ocorrência de carvão nas lavouras em incidência superior. A variedade IAS 50 foi eliminada por sua susceptibilidade e as tentativas de mantê-la em cultivo através do uso de fungicida novo e específico, não teve êxito, possivelmente por deficiência da conservação do produto e da técnica de sua aplicação.

Chama-se a atenção para o tipo de resistência do Frontana que parece ser geral, enquanto que o de Hope e seus descendentes é específico.

É evidente a necessidade de ser mantido um sistema de prova de resistência ao carvão para se evitar o lançamento de variedades com elevada susceptibilidade como ocorreu já por duas vezes.

#### Resistência a giberela.

Essa doença constitui em muitos anos um fator de considerável prejuízo às lavouras.

É conhecido o comportamento diferente de variedades em relação a ela. Variedades como Preludio, Carazinho e Bagé por sua alta susceptibilidade foram eliminadas do cultivo embora para isso também concorresse a susceptibilidade as septórias.

A seleção a giberela tem sido feita com base nas informações a campo e com esse método foram obtidos resultados importantes facilmente verificáveis ao serem observadas variedades susceptíveis e tolerantes em anos de epifitã.

Atualmente entre as variedades em cultivo destaca-se a variedade Toropí e novas linhagens em vias de lançamento.

A partir de 1961 foram incorporados fatores de resistência provenientes de variedades japonesas: Abura, Imayama, Tokai 66 e Minami Kiushu 69 e linhagens com essa resistência e de outras variedades estão em experimentação avançada.

Os estudos específicos de resistência foram intensificados a partir de 1965, realizados pelo Prof. G. C. Lizardi e C. R. Pierobon, que observaram o elevado grau de resistência das variedades japonesas com 3 genes para resistência: Nobeoka Bosu, Nuy Bay e Pekin 8 que está sendo transferida para variedades e linhagens bem adaptadas ao Sul do Brasil, principalmente pela realização de provas em casas de vegetação.

#### Resistência a helmintosporiose.

Foram realizados trabalhos para localizar resistência a helmintosporiose com inoculações em estado de plântula (Silva e Marinho, 63), porém o trabalho não teve continuidade.

Melhoramento para resistência idio (Erisiphe).

Embora a doença ocorra com freqüência e em alguns anos cause sérios prejuízos o trabalho de melhoramento tem se limitado a observações de campo e ao uso de variedades resistentes nessas condições.

Não tem sido conduzido um trabalho de melhoramento específico.

Considerações gerais.

O trabalho de melhoramento para a septoriose, helmintosporiose e fusariose, têm uma limitação grave resultante de que as condições que favorecem uma em geral também favorecem outras. Assim as folhas secam rapidamente pelo efeito simultâneo de vários patógenos tornando difícil a seleção para cada enfermidade. Considerando que a seleção a cada uma delas já é tarefa difícil quando elas ocorrem em conjunto no campo, é extremamente difícil se encontrar resistência e quando esta ocorre há dificuldade de se conhecê-la em anos seguintes porque a proporção das doenças varia e assim o comportamento torna-se mais irregular.

Apesar disso, a simples observação a campo mostra que houve consideráveis progressos, porém não suficientes em anos e épocas muito críticas, quando os prejuízos causados por elas assume aspecto muito grave como em vários anos entre os quais o de 1963 e mais recentemente o de 1972.

Dado o grande número de enfermidades que atacam principalmente as folhas ou que provocam a sua morte, de ocorrência simultânea, a solução é o melhoramento em condições controladas pela resistência a cada doença e a incorporação da resistência pelo método de retrocruzamento com o lançamento de variedades resistentes a uma ou mais doenças ou compostas, numa fase preliminar, e posteriormente com variedades com resistência ao maior número possível de enfermidades, combinadas com métodos simultâneos (Silva, 73).

Quadro 5. Reações das cultivares diferenciais do grupo IAS 58 e adicionais às principais raças de Puccinia recondita ocorrentes no Brasil.

	RACAS										
	1	2	4	4A	10	10A	19	20	20A	27	27A
<u>Diferenciais</u>											
<u>Grupo IAS 58</u>											
Bagé Lr 3 by. + 1 gene	R*	R	R	R	S	S	R	S	S	R	R
Rio Negro	R	R	S	S	S	S	R	R	R	R	R
Klein Titan	R	R	R	R	S	S	S	S	S	S	S
Klein Lucero - Lr 17	R	R	R	R	S	S	R	R	R	R	R
Lee Lr 10	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Gabo Lr 10	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Buck Tandil	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Sinvalochó Lr 3 + 1 gene	R	R	R	R	S	S	R	S	S	S	S
<u>Adicionais</u>											
Africa 43 Lr 18	R	R	R	R	R	R	RS	R	R	R	R
C. x <u>Aegil. umbellulata</u> Lr 9	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Magnif Guarani	R	R	S	R	R	S	RS	R	S	R	S
Renacimiento	R	R	S	S	S	S	R	R	R	R	R

\* R = resistente

S = suscetível

Quadro 6. Raças de Puccinia recondita ocorrentes no Brasil, no período 1958 a 1972.

Ano	Raças IAS de <u>Puccinia recondita</u>																		
1958	2	4						11	16	17	19	20	21						
1959	2	4	6	7				11		17	19		21						
1960		4		7		10					19	20						24	
1961		4	4A			10					19							24	25 26
1962	2	4	4A	7	7A						19	20						24	25 27
1963		4	4A	7							19	20		21A	22	22A	24		25
1964		4	4A								19	20						24A	
1965	2	2A	4	4A		7A				17	19		21					24A	
1966	2	4	4A				10A	11			19		21						27
1967	2	4	4A			10	10A				19	19A	20	20A	21A	22	24	24A	27
1968	2	4	4A				10A				19	19A	20	20A					27
1969	2	4	4A			10	10A				19	19A	20	20A			24		27
1970	1	2	4	4A			10A	11		17	19		20A					24A	27 27A 28
1971	1	2	4	4A		7A	10A	11			19	19A	20	20A	21	22	24	24A	27 27A 28
1972	1	2	4	4A			10A	11			19		20	20A					27 27A 28

Quadro 7. Reações das linhas portadoras de conhecidos genes de resistência a raças de Puccinia recon dita no Brasil.

Linhas portadoras de genes de resistência	raças de <u>Puccinia recon dita</u>									
	1	4	4A	10A	11	19	22	24	28	Mistura
(RL 6003 e CI 15237)	Lr 1	R*	S	S	S	R	R	S	S	S
(RL 6000)	Lr 2	R	S	S	S	R	R	S	S	S
(RL 6016 e CI 15234)	Lr 2a	R	S	S	S	R	RS	S	S	S
(RL 6019)	Lr 2b	S	S	S	S		MS	S	S	S
(RL 6024)	Lr 2c	S	S	S	S			S	S	S
(RL 6025 e CI 15235)	Lr 2d	S	S	S	S		S	S	S	S
(RL 6001)	Lr 2 <sup>d</sup>	S	S	S	S		S	S	S	S
(RL 6002 e CI 15236)	Lr 3	R	R		S		R	S	S	S
(RL 6007)	Lr 3 alelo S				S			S	S	S
(RL 6010 - CI 15243 e CI 13384)	Lr 9	R	R	R	R	R	R	R	R	R
(RL 6004 e CI 15238)	Lr 10	S	R	R	R	S	RS	R	MS	R
(RL 6011)	Lr 12	S	S		S	S	S	S	S	S
Manitou	Lr 13	S	S		S	R		S	S	S
(RL 5013)	Lr 14a	S		S	S	S	S	S	S	S
(RL 6006)	Lr 14b	S	S		X	S	S	S	S	S
(RL 6005 e CI 15239)	Lr 16	MR MS	MS		MR MS	S	RS	S	S	S
(RL 6008 e CI 15241)	Lr 17	RS	S		S	S	R MS	S	RS	S
(RL 6009 e CI 15242)	Lr 18	RS	RS		RS	RS	RS	RS	RS	RS
(CI 14048 e Agatha)	Lr 19	R	R	R	R	R	R	R	R	R
A x minster e Normandie)	Lr 20	RS	R		RS		S	S	S	S

\* R = Resistente  
S = Suscetível

MR = Moderadamente resistente  
MS = Moderadamente suscetível

Bibliografia

- Anderson, R. G., 1973. Studies on the inheritance of resistance to leaf rust of wheat. Proc. 2nd Int. Wheat Genetics Symposium. Lund. 144-55. Frontana tem Lr 13.
- Barcellos, A. L. 1974. Dados nao publicados.
- Bastos, P., Dyck, P. L. and Samborski, 1969. Adult-plant leaf rust resistance in Thatcher and Marquis wheat: a genetic analysis of the host-parasite interaction. Con. Jour. Bot. 47(2):267-268.
- Borlaug, N. E. 1958. The use of multilinsal or composite varieties to control airborne epidemic diseases of self-pollinated crops plants. First Int. Gen. Wheat Symposium Winnipeg. 12-27.
- Browder, L. E. 1972. Designation of two genes for resistance to Puccinia Recondita in Triticum aestivum. Crop. Science 12:705-706.
- Caetano, Vanderlei da R. 1972. Estudo sobre o virus nanismo amarelo da cevada em trigo, no Rio Grande do Sul. Tese de doutoramento. Ex. Sep. Agric. L. Queirox. Univ. São Paulo.
- Cenoz, H. 1961. Primeira reunion inmunologica de cereales da region sudeste de America del Sul. Robigo 12:14-16.
- Chouhouri, H. C. 1958. The inheritance of stem and leaf rust resistance in wheat. Indian J. Genet. 18. 90-115. Lr 10 em Gobo e Lee
- Coelho, E. T., Ady R. da Silva e A. L. Barcellos. 1971. Levantamento de racas fisiologicas de Puccinia graminis tritici, no Brasil. Pesq. Agrop. Gras. 6:115-125.
- Coelho, E. T., A. L. Barcellos e Ady R. da Silva. 1972. Levantamento de racas fisiologicas da ferrugem da folha do trigo (Puccinia recondita) no Sul do Brasil. Pesq. Agrop. Gras. 7:165-171.
- Coelho, Ebira T. 1973. Distribuição, prevalencia a nova raça fisiologica de ferrugem do colmo do trigo no Brasil, em 1969 e 1970. Pesq. Agrop. Brasil. 8(8): 227-230.
- Dyck, P. L., Samborski, D. J., and Anderson, R. G. 1966. Inheritance of adult-plant leaf rust resistance derived from the common wheat varieties Exchange and Frontana. Can. Jour. Gen. and Cytology 8(4):665-671.
- Dyck, P. L. and Samborski, D. J., 1968. Host-parasite interactions invaluig two genes for leaf rust resistant in wheat. Proc. 3rd Int. Wheat Genetics Symp. Canberra 245-250.
- Dyck, P. L. and Kerber, E. R. Inheritance in hexaploid wheat of adult-plant leaf rust resistance derived from Aegilops squarros. Can. Jour. Gen. Cytology 12(1):175-180.
- Haggag, M. E. A. and P. L. Dyck. 1973. The inheritance of leaf rust resistance in four common wheat varieties possessing genes at on near the Lr 3 locus. Can. J. Genet. Cytol. 15:127-134.

Knott, D. R. 1958. The inheritance of stem rust resistance in wheat. First Int. Wheat gen. Symposium 32-38.

Knott, D. R. 1972. Using race-specific resistance to manage the evolution of plant pathogen. J. Environ. Quality 1(3):227-231

Osorio, E. A., Barcellos, A. L., Moreira, J. C. S. (No prelo) Reações a campo de cultivares de trigo à ferrugem da folha. Presq. Agrop. Brasil.

Samborski, D. T. 1972. Comunicação pessoal.

Soliman, A. S., Heyne, E. G., and Johnston, C. O. 1963. Resistance to leaf rust in wheat derived from Aegilops umbalulate translocation lines. Crop Sci. 3. 254-6.

Silva, Ady R. de. 1951. Melhoramento genético das plantas cultivadas para resistência às doenças parasitárias; princípios fundamentais a sua aplicação dos trabalhos de melhoramento. Bol. Tecn. nº 4. Inst. Agron. do Sul.

Silva, Ady R. de. 1952. El concepto de raza fisiológica en el mejoramiento del Trigo relativo a la resistencia a las rayas de la hoja y tallo. Auch. Fitotec. del Uruguay 5:131-138.

Silva, Ady P. A. V. de Silva a R. P. Rincon, 1955. Levantamento de raças fisiológicas de Puccinia graminis tritici e P. rubigo-vera tritici no Brasil. F. Agros 8(1 a 2) 18.-32.

Silva, Ady R. Da. 1958. The integration of wheat breeding and rust identification. First. Int. Wheat Genetica Symposium. 39-47. Winai-Peg.

Silva, Ady R. Da, Coelho, E. T., a Silva, A. V. 1960. Identificação de raças de ferrugem da folha do trigo no Brasil pelo uso de um novo grupo de variedades. Robigo:10:7-12.

Silva, Ady R. Da. 1968. Melhoramento das variedades de trigo destinado es diferentes regioes do Brasil. Estudos Tecnicos nº 33, Min. de Agricultura.

Silva, Ady R. Da. 1973. Trigo para o Sul do Brasil, sequema de melhoramento. A Lavoura 76(9-10):12-17. 1973.

Van Der Plank, J. E. 1968. Disease Resistance in Plants, 1968. Academia Press, N. York.

## MEJORAMIENTO DEL TRIGO PARA OBTENER RESISTENCIA A LAS ENFERMEDADES EN CHILE

René Cortázar Sagarminaga  
Instituto de Investigaciones Agropecuarias  
Santiago, Chile

La principal limitante para el éxito del cultivo del trigo en Chile lo constituyen las enfermedades que causan daños de gran importancia económica.

Las principales enfermedades que atacan este cultivo son: Puccinia graminis Pers. f.sp. tritici; Puccinia recondita Rob ex Besm. f.sp. tritici; Puccinia striiformis West.f.sp. tritici; Fusarium graminearum Schw.; Ophiobolus graminis Sacc.; Tilletia caries (D.C.) Tul.; Ustilago tritici (Pers) Rostr.; Erysiphe graminis D.C.; Septoria tritici Rob.; y virosis.

Las más importantes son los Puccinias que causan en promedio daños que se han estimado cercano al 12% de la producción (Cortázar, R. 1947) (Hacke, E. 1974), a pesar de que todas las variedades usadas comercialmente en el país son resistentes o moderadamente susceptibles a estas enfermedades ya que las variedades completamente susceptibles a P. graminis y P. striiformis tienen pérdidas totales algunos años.

En segundo lugar de importancia pueden señalarse las enfermedades radicales como el Fusarium graminearum Schw. y el Ophiobolus graminis Sacc. Se estima (Caglevic, M. 1974 a) que el Ophiobolus graminis causa en promedio una disminución de rendimiento que alcanza entre un 3 a un 5% de la producción.

En tercer lugar hay que considerar el Tilletia caries que en siembras donde no se desinfecta la semilla puede causar daños superiores al 25% de la cosecha. (Cortázar, R. 1947). Sin embargo, no es una enfermedad que tenga una gran importancia económica en la actualidad porque la mayor parte de la semilla que se siembra es desinfectada. Basta señalar que cerca del 40% de la semilla que se usa en el país es certificada y controlada por el Ministerio de Agricultura (Caglevic, M. 1974 b).

El Ustilago tritici se presenta en la zona sur del país, pero los ataques son en general bajos. Es raro encontrar siembras de agricultores que tengan más de 2% de ataque. En la zona norte del país no tiene ninguna importancia porque las condiciones ambientales impiden que se produzca la infección de las flores aunque se use semilla infectada.

Los daños causados por Septoria tritici y Erysiphe graminis son secundarios (Cortázar, R. 1950).

Por muchos años se han observado síntomas que parecían indicar la presencia de virosis en trigo, aunque éstos no han sido muy importantes. En los últimos años se ha comprobado la presencia del virus del enanismo amarillo de la cebada en Chile (Tollenaar, H. y Hepp, R. 1972).

### Mejoramiento varietal

En los programas de mejoramiento varietal en el país se ha dado especial importancia a la obtención de variedades resistentes a los Puccinias. Últimamente se han iniciado programas destinados a buscar resistencia genética para las enfermedades radicales, aunque todavía estos trabajos se encuentran en las primeras etapas. No se han efectuado trabajos de mejoramiento para resistencia a Tilletia caries,

porque esta enfermedad es perfectamente controlable por la desinfección de semilla. No existen programas de mejoramiento contra el resto de las enfermedades debido a su poca incidencia.

En relación con el mejoramiento varietal, el cultivo del trigo puede dividirse en tres zonas principales: a) Región centro-norte; b) región centrosur; y c) región sur.

Los límites geográficos de estas tres regiones son aproximadamente los siguientes: La región centro-norte se extiende desde el paralelo 27 hasta el 35, es decir, una zona que cubre desde 700 kilómetros al norte de Santiago hasta 300 kilómetros al sur de esta ciudad; la región centro-sur abarca desde el paralelo 35 al 37,5 y se ubica, en relación con la ciudad de Santiago, desde 300 hasta 500 kilómetros al sur; la región sur comprende desde el paralelo 37,5 al 43 y se extiende desde 500 hasta 1.200 kilómetros al sur de Santiago.

#### Mejoramiento para resistencia a diferentes especies de Puccinia

El principal problema que presenta el mejoramiento para obtener resistencia a las especies de Puccinia es la inestabilidad de la resistencia obtenida.

Puccinia graminis tritici. Este hongo tiene especial importancia económica en la zona centro-norte donde los daños se estimaban en un 15% de la cosecha (Cortázar, R. 1947). Gracias al uso de variedades resistentes estos daños bajaron para el año 1972 a menos de un 4%, de acuerdo con un estudio efectuado por Ernesto Hacke (Hacke, E. 1974). Tiene poca importancia en la región centrosur y no tiene ningún efecto en la zona sur.

Las determinaciones de razas fisiológicas muestran que en el país se han encontrado las siguientes: 1a, 11,14,15,15B,17,20 y 34.

Si se estudia el comportamiento de las variedades de trigo cultivadas en los últimos 30 años se puede observar que hay un cambio constante de los biotipos de esta enfermedad. En el Cuadro N° 1 se presentan algunos de los cambios más importantes que han ocurrido.

CUADRO N° 1. Comportamiento de variedades de trigo en relación a Puccinia graminis en el período 1944 y 1972 en la región centro-norte % de infección.

<u>Variedad</u>	1944	1948	1951	1953	1959	1964	1965	1969	1972
Capelli	11	15	65	70	50	60			
Candalfen				4	5	80S			
Mentana	63	50	85	70					
Mentafén		0	0	60					
Vilufén					0		40S		
Collafén							0	40S	60S
Orofén						0		10	80S
Toquifén					0	0	0	0	0

Como puede verse en el Cuadro N° 1 se nota un primer cambio de biotipos en el comportamiento de la variedad Capelli que era comercialmente resistente, desde 1944 a 1948 pero que se hace susceptible en 1951. Un segundo cambio ocurre en 1952 en que la variedad Mentafén que era completamente resistente se hace susceptible en 1952.



Un tercer cambio ocurre en el periodo 1959 a 1964 en que se pierde la resistencia de Candealfén que de ser casi totalmente resistente a la enfermedad se hace tan susceptible como Capelli. Ocurre un cuarto cambio entre 1965 y la actualidad al que se muestra por el comportamiento de Orofén y Collafén.

Puccinia recondita. Se presenta en todas las regiones donde se cultiva trigo en el país, y los daños que causa se han estimado cercanos al 4% (Cortázar, R. 1947) (Hacke, E. 1974).

En Chile se han determinado las razas: 15,55,66,68,71,85 y 114.

En el año 1966 hubo un cambio de biotipos en la zona sur del país que afectó a la variedad Heines Koga que anteriormente era resistente a esta enfermedad.

Puccinia striiformis. Se presenta a lo largo de todo el país y es sin duda el más importante de los Puccinias si se considera el país como un todo. Los daños se han estimado en el 5% de la producción (Cortázar, R. 1947) (Hacke, E. 1974).

En Chile se han determinado las razas: 10, 30, 37, 38 y 39. Durante más de 25 años no se observaron cambios importantes de biotipos en este hongo, como puede comprobarse por el mantenimiento de la resistencia de las variedades de trigo cultivadas en la zona sur del país. Sin embargo, en los últimos años se han producido varios cambios de biotipos, como pueden comprobarse por los resultados presentados por Hewstone (Hewstone, 1967) (Hewstone, C. 1972) y se resumen en el Cuadro N° 2.

CUADRO N° 2. Resistencia a P. striiformis de variedades de trigo cultivadas en la zona sur de Chile entre los años 1961 a 1971. % de infección.

Año	Chifén	Toquifén	Pumafén	Panguifén	Intermedio
1960	0				
1961	0				
1962	10S				
1963	20MS				
1964	15MS				
1965	30MS				
1966	80S				
1968		0	0	0	---
1969		5R	5MR	tR	tR
1970		20MR	60MS	50MS	tR
1971		10MR	80S	50MS	20MS
1972		5MR	90	80S	40MS

De acuerdo con el Cuadro N° 2 puede verse que en 1962 empezó un cambio de biotipos que ya en 1966 era predominante en el caso de Chifén. Al considerar Pumafén y Panguifén se puede comprobar que hubo un segundo cambio importante de biotipos en 1970, y nuevamente en 1971 se produjo un cambio que afecta a la variedad Intermedio.

#### Resultados obtenidos con el programa de mejoramiento

Región centro-norte. Como en esta región las tres especies de Puccinia tienen gran importancia económica, frente a los frecuentes cambios de biotipos fue necesario desarrollar programas agresivos basados en el uso de gran número de padres con

resistencias diferentes a estas enfermedades. Esto permitiría obtener líneas resistentes aun que se produjeran cambios de biotipos. Se seleccionaron, como padres resistentes, líneas procedentes de los viveros internacionales de Puccinia, tanto de Estados Unidos como de Europa, selecciones procedentes del Cimmyt, etc., Para dar una idea del volumen de trabajo que ha sido necesario desarrollar se presenta en el Cuadro N° 3 el número de cruzamiento efectuado cada año desde 1966 hasta 1972 en la Estación Experimental La Platina, con indicación del número de líneas que incluía el programa.

CUADRO N° 3. Número de cruzamientos efectuados cada año en la Estación Experimental La Platina y número de líneas con que contaba el programa en cada año.

	Trigos primavera	Trigos invernales	Trigos candeales	Totales
1966-1967				
Cruzamientos	1.500	300	1.000	2.800
Líneas totales	15.649	1.284	5.000	21.933
1967-1968				
Cruzamientos	578	207	700	1.485
Líneas	23.100	1.127	5.500	29.727
1968-1969				
Cruzamientos	748		304	1.052
Líneas	27.974		6.306	34.280
1969-1970				
Cruzamientos	536	60	215	811
Líneas	22.800	1.774	4.956	29.530
1970-1971				
Cruzamientos	507	299	207	1.013
Líneas	13.017	5.151	5.680	23.848
1971-1972				
Cruzamientos	311	128	83	510
Líneas	16.907	4.575	2.988	24.460
1972-1973				
Cruzamientos	257		169	426
Líneas	13.250	3.292	7.192	23.734
<u>Totales 1966-1973</u>				
Cruzamientos	4.437	994	2.678	8.109
Líneas	132.697	17.203	37.699	187.522

Como puede verse en el cuadro indicado, ha sido necesario efectuar más de 8.000 cruzamientos y manejar un material de más de 187.000 líneas en el periodo 1966-1972.

Como producto de este programa y de los trabajos desarrollados con anterioridad a estos años, ha sido posible entregar las siguientes variedades de trigo resistente a uno o más de Puccinia: Mentafén, Llocofén, Vilufén, Candeaifén, Orofén, Rulofén,

Orofén 60, Centrifén, Yafén, Alifén, Collafén, Toquifén, Mexifén y Aurifén.

Gracias al gran número de variedades producidas ha sido posible mantener abastecidos a los agricultores con variedades comercialmente resistentes a las enfermedades.

Región centro-sur. Los trabajos de mejoramiento varietal en esta zona tienen como objetivo la producción de trigos de invierno y trigos de primavera aunque también es posible producir trigos que se adapten a ambas condiciones.

En esta zona el Puccinia más importante es P. striiformis, seguido por Puccinia recondita mientras que P. graminis solo se presentan algunos años en la parte norte de la región.

Los programas de mejoramiento han permitido la entrega de las siguientes variedades: Chifen, Lilifén y Antufen.

Región sur. En esta zona sólo tienen importancia el P. striiformis y el P. recondita, siendo claramente más importante el P. striiformis. Como producto del programa de mejoramiento, se han distribuido las siguientes variedades: Pumafén, Panguifén, Loncofén y Naofén, entre las variedades de primavera, y Melifén entre las variedades de invierno.

En resumen, se puede señalar que ha sido posible entregar para todo el país variedades bien adaptadas y resistentes a las enfermedades, manteniendo constantemente a disposición de los agricultores trigos con resistencia satisfactoria a las enfermedades principales.

#### Tipo de resistencia usado en los programas de mejoramiento

En todos los programas de mejoramiento del trigo en el país, la selección para obtener resistencia a las especies de Puccinia se hace bajo condiciones del campo. En el caso de P. graminis se inocula artificialmente en hileras bordes para conseguir un buen ataque de la enfermedad. En las otras especies de Puccinia se trabaja con la infección natural.

El procedimiento empleado en la selección fue cosechar en las generaciones segregantes plantas completamente libres de la enfermedad o que presentaban niveles muy bajos de infección y, en general, que mostraran pústulas de tipo resistente. Cualquier planta que pasaba de un nivel previamente fijado de ataque era eliminada.

En el caso de P. graminis la selección en el campo se complementaba con la información obtenida bajo condiciones de invernadero, donde se estudiaba al estado de plántula y de planta adulta la resistencia de las líneas seleccionadas a la mezcla de biotipos encontrado en el país.

Esta forma de selección no permitía obtener tolerancia, y sólo podían producirse variedades que mostraran resistencia generalizada o específica.

#### Dificultades para la mantención de la resistencia debido a la aparición de nuevos biotipos de los hongos

De las variedades producidas por los programas de mejoramiento con resistencia a P. graminis han perdido su resistencia, por los cambios anteriormente señalados de los biotipos existentes en el país, las siguientes: Mentafén, Vilufén, Candalfén, Collafén y Orofén.

En relación con P. striiformis las variedades que han perdido su resistencia son: Orofén, Orofen 60, Collafén, Lilifén, Pumafén, y Panguifén.

Evaluación de la conveniencia de usar en el mejoramiento la resistencia específica, generalizada o la tolerancia

La información que se dispone en Chile no nos permite dar una respuesta a este interrogante. Como se señalaba anteriormente, el método de selección empleado hasta hace pocos años sólo permitía obtener resistencia específica o generalizada. No había ninguna posibilidad de seleccionar por tolerancia.

Forma de selección por tolerancia

Con el objeto de poder encontrar líneas que muestren tolerancia, desde hace cinco años se cambió el sistema que exigía que una línea tenía que ser resistente para entrar a ensayos. Anteriormente cualquier línea que pasaba de cierto ataque era eliminada, sin importar el rendimiento que tuviera. En los últimos años se cosechan todas las líneas en ensayos, cualquiera que sea el ataque de enfermedades. Si la línea tiene buen rendimiento se sigue estudiando al año siguiente. Se espera que este método permita ubicar genes para tolerancia y poder estudiar su comportamiento en diferentes años.

Otro método que está ayudando a una posible selección por tolerancia es el empleo del método masal de llevar un cruzamiento en una parte del programa. Este método tiene la ventaja que no hay selección por resistencia en las generaciones segregantes y cuando se llega al F<sub>6</sub> se puede hacer una selección por tipo de plantas y estudiar el rendimiento de las diferentes líneas, sin considerar el ataque de enfermedad que presenten.

Se considera que para seleccionar, en el caso de P. graminis y P. striiformis, un buen método sería elegir por tipo las plantas del F<sub>2</sub> y generaciones segregantes y revisar el grano, eliminando todas las plantas que muestren una proporción elevada de grano chupado. En esta forma las plantas que tengan fuerte ataque de la enfermedad y grano lleno serían estudiadas para determinar su tolerancia.

Este método no serviría para P. recondita, ya que este hongo en general no produce la chupadura del grano.

Literatura Citada

Caglevic, M. 1974a. Patógenos que atacan a los triguales. El Mercurio:22 enero 1974. Santiago, Chile.

\_\_\_\_\_ 1974b. Investigaciones sobre el trigo. El Mercurio:26 marzo 1974. Santiago, Chile.

Cortázar, R. 1947. Enfermedades del trigo. Simiente XVII:92-97.

\_\_\_\_\_ 1950. Siete Años de Investigación Agrícola. Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile.

Hewstone, C. 1967. Informe sobre el comportamiento de la variedad de trigo de primavera Chifén en la zona sur. Archivos Instituto Investigaciones Agropecuarias. Temuco, Chile. No publicado.

\_\_\_\_\_ 1973. Se extiende el área de siembra de Toquifén. Informativo Técnico. Estación Experimental de Carillanca. Temuco, Chile.

Tollenaar, Y. y Hepp, R. 1972. Presencia del virus causante del enanismo amarillo de la cebada ("Barley yellow dwarf virus") en Chile. Agricultura Técnica 32:137-142.

#### Summary

The principle diseases affecting wheat in Chile, and their economic importance was reviewed.

One of the severe problems in varietal improvement in wheat is the instability of resistance to P. graminis, P. recondita, and P. striiformis.

With regard to P. graminis, important changes in biotype occurred in 1950, 1952, between 1959 and 1964, and again between 1965 and 1969. As for P. recondita, a change occurred in 1966.

P. striiformis showed no changes in biotype in over 30 years, but in the last decade significant changes occurred in 1965, 1970, and 1971.

In order to be able to count on resistant varieties in view of these continuous changes of races, extensive programs have developed. In the north-central region, from 1966 to 1972, over 8,000 crosses have been made.

The breeding programs have produced the following varieties: Mentafén, Llocofén, Vilufén, Candalfén, Orofén, Rulofén, Orofén 60, Centrifén, Yafén, Alifén, Collafén, Toquifén, Mexifén and Aurifén for the north-central region. For the south-central region, the varieties Chifén, Lilifén, and Antufén have been produced. The varieties Pumafén, Panguifén, Loncofén, Naofén, and Melifén have been produced for the southern region.

Due to the changes in biotypes of Puccinia, the following varieties have lost their resistance to P. graminis: Mentafén, Vilufén, Candalfén, Collafén and Orofén.

With regard to P. striiformis, the varieties Orofén, Orofén 60, Collafén, Lilifén, Pumafén and Panguifén have become susceptible.

Due to the manner in which the selections have been made, the varieties produced can only carry general or specific resistance.

In order to select for tolerance to P. graminis and P. striiformis, only plants with full grain will be selected in segregating generations, without regard to infection.

## VARIETADES PROMISORIAS DE TRIGO PARA COLOMBIA

Mario Zapata Balcazar, Rafaél López Ocampo, y Daniel Varela Almanza  
Respectivamente: Director Nacional, Director Regional No. 1,  
e Ingeniero Agrónomo del Programa Nacional de Cereales Menores  
Instituto Colombiano Agropecuario, ICA  
Colombia

### Importancia

El país tiene un consumo de trigo de 480.000 toneladas, de las cuales solo se produjeron en el año cosecha de 1973 la cantidad de 60.000 e importó 420.000 toneladas por un valor de 71.4 millones de dólares (U.S. 173, valor CIF de una tonelada) que corresponden a 1.785 millones de pesos; constituyéndose así el trigo, como el primer producto agrícola de importación del país.

El país sembró 125.000 hectáreas en 1962 y sólo 56.000 hectáreas en 1973, lo que representa una disminución de 55.2%.

El Gobierno Colombiano ha iniciado un programa intenso de fomento en base a precios de sustentación más altos, sitios de compra, asistencia técnica institucional y crédito suficiente y oportuno. Para que esta política de fomento tenga éxito es necesario que el cultivo sea realmente rentable, para lo cual se requiere que las variedades posean altos rendimientos, buena calidad molinera y panadera, amplia adaptación, y sean resistentes al vuelco y a las enfermedades prevalentes y limitantes de la producción, y además, precoces.

El Programa de Trigo del ICA tiene como objetivo principal reunir en una sola variedad y con la mayor intensidad posible, los caracteres arriba enunciados, por medio de la obtención de variedades mejoradas de tallo normal (altura = 1.0 á 1.20 mts.) y variedades de tallo corto, ENANAS (altura = 0.75 á 0.90 mts.).

Las variedades de altura de 1.0 á 1.20 mts. (altura normal) son recomendadas más específicamente para regiones de suelos menos productivos, y las enanas por su excelente resistencia al vuelco, se adaptan mejor a las zonas más fértiles, en donde a base de buenas prácticas de manejo, tales como alta fertilización y densidad de siembra, adecuada distribución de lluvia y uso de maquinaria, pueden rendir más de 5 Ton/Ha.

Las variedades mejoradas deben reemplazarse periódicamente, debido a la frecuente aparición de nuevas razas virulentas de los patógenos limitantes de la producción; además, toda variedad, siempre posee algunos caracteres, a los cuales se les puede mejorar su expresión genética para que sean más rentables en el mayor número posible de medios ecológicos.

### Revisión De Literatura

Con el fin de aumentar rápidamente la producción nacional y disminuir al máximo las importaciones de trigo, las cuales reportaron al país en el año de 1973 el valor de 71.4 millones de dólares, el Ministerio de Agricultura de Colombia intensificó a nivel nacional el programa de fomento que había planeado en 1972 para este cereal (4).

El Programa de Trigo del ICA ha obtenido doce variedades mejoradas de 1950 a 1973, con las cuales se aumentó el promedio nacional de 800 á 1.200 kg/ha. De estas

variedades se siembran actualmente las siguientes: Bonza 63, Tiba 63, Tota 63, Samacá 68 y Sugamuxi 68 (8). En el Proyecto de Desarrollo del Altiplano de Nariño, se logró en el primer semestre de 1972, con la ayuda de la asistencia técnica institucional, que 195 agricultores de minifundio, ubicados en los municipios de Pasto, Yacuanquer, Tangua, obtuvieran en un área de 725 hectáreas un rendimiento promedio de 1.350 kg/ha.; sin embargo, el rendimiento promedio de los mejores 22 agricultores tradicionales de Pasto fue de 1.503 Kg/ha. Proyecto de Nariño (9).

Las variedades de trigo de tallo corto "enanas" obtenidas en México por el Dr. Norman E. Borlaug y sus colaboradores, sirvieron para realizar la revolución verde en México, India y Pakistán; los rendimientos promedios en México aumentaron de 750 Kg/ha. en 1945 a 2.790 kg/ha. en 1967 (2).

Características tales como rendimiento, calidad, adaptación, etc., son determinadas por los factores genéticos de la variedad, y a la vez muy influenciados por las condiciones ambientales, (1), (6), lo que hace necesario probar durante varios semestres a las nuevas variedades promisorias del programa de trigo, antes de distribuirse a los agricultores, en diversas regiones de las principales zonas productoras de los departamentos de Boyacá, Cundinamarca y Nariño, por medio de siembras experimentales en Surbatá, Tibaitatá y Obonuco, y pruebas regionales en los respectivos departamentos. Las pruebas regionales de adaptación de variedades permiten determinar genotipos y recomendaciones genéticas valiosas en cuanto a adaptación, tolerancia, rusticidad, resistencia al vaneamiento y a las heladas, factores de cosecha y postcosecha (sobremadurez, germinación de espiga, pudriciones de grano, etc.) caracteres éstos que no son de común ocurrencia en los Centros y Estaciones Experimentales (7).

Un alto porcentaje de los cruzamientos hechos hoy en día mundialmente, poseen variedades con algún antepasado colombiano. La mayoría de los trigos sembrados en Kenya, Israel, Chile, Perú, Bolivia, Ecuador, Guatemala y otros países latinoamericanos, lo mismo que ciertas variedades australianas, contienen algún linaje colombiano. Los famosos trigos enanos de México, que sirvieron para sembrar en India y Pakistán, contienen material genético colombiano y de muchos otros países (3).

La importancia del trigo deriva de las propiedades físicas y químicas del gluten, que permiten obtener pan de buen volumen, pastas y galletas, constituyéndose así como uno de los alimentos más populares del mundo. En numerosos países se continúa modificando a la planta de trigo en cuanto a rendimiento, calidad, resistencia a la sequía, al vuelco, insectos y enfermedades (5).

El objetivo de la hibridación es obtener combinaciones específicas que posean las características deseadas de ambos padres, ó de crear por segregación transgresiva, poblaciones que posean características superiores a ambos padres; sin embargo, una vez obtenida la hibridación, ésta estará influenciada por una serie de factores favorables y desfavorables tales como segregación, recombinación, ligamiento, interacciones no alélicas, penetración, expresividad, e irregularidades genéticas no esperadas (1).

#### Materiales y Metodos

Las pruebas se realizaron con 25 variedades, cuatro replicaciones en un diseño experimental de lattice simple, 5 x 5. Se incluyeron las 20 variedades más promisorias del Programa, y 5 testigos formados de variedades comerciales mejoradas obtenidas por el ICA.

El presente estudio se realizó con las variedades de trigo que presentaron características agronómicas superiores a los testigos, cuando se probaron en el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Tibaitatá, y en las pruebas regionales de adaptación sembradas en las fincas de agricultores, lo cual las acredita para ser registradas oficialmente y distribuidas a los agricultores en el año de 1975.

En la Tabla 1 se da el nombre y genealogía de las variedades analizadas.

TABLA 1. Nombre y genealogía de las variedades probadas en Tibaitatá y en Pruebas Regionales de Adaptación, Colombia 1972, 1973 y 1974.

	No. variedad		Nombre y genealogía
	1972	1973	
	8	8	Sonora 64-Andes 64A x Tiba 63 II-21186-2B-1t-1B
	13	13	Sonora 64A-Selkirk <sup>6</sup> (E) Andes <sup>3</sup> (E) x Napo 63 II-20844-114-1B
	14	14	St.464-Bonza Sib x (Frocor-Frontana/Yaqui) <sup>2</sup> II-15311-5B-3t-2B
-	16	16	(Frontana/Yaqui-Thatcher/Lincuyan x Kenya AD-Gabo) x Frontana-Yaqui II-12584-8B-1t-3B-1t
-	19	19	Kenya 117A x Kenya 58/Newthatch-Frocor II-15368-6B-5t-2B
	21	21	Frocor <sup>4</sup> (Bagé-Supremo/Kenya x Egipt/Timstein-Frontana) x Toca 59 II-17811-1B-5t-1B
-	20	20	Bonza 63 Rionegro x Bonza <sup>2</sup> VI-36-2-30B-2t-1b
Testigo			
5	5	1	Bonza 55 (Newthatch-Marroqui)(Kenya-Mentana) II-2254-2P-111B-4B-1B
Testigo			
6	6	20	Samacá 68 Bonza 55 x (Africano-Mayo) <sup>2</sup> II-13022-9B-1t-2B-1t
Testigo			
25	25	-	Napo 63 Frocor-Frontana/Yaqui x Nariño 59 Sib II-9314-22t-1B-15
Testigo			

La siembra se realizó a mano, 3 surcos de 5 metros de largo, separados 0.3 metros por variedad y replicación; es decir, 4.5 m<sup>2</sup> por tratamiento; la densidad de semilla fue de 14 gramos por surco (93.3 Kgs/ha). Se aplicaron 300 Kgs/ha. del fertilizante grado 10-30-10 en el momento de la siembra. También se registraron los rendimientos de parcelas penueñas de incremento, sembrados en parcelas de 25 surcos de 5 metros



de largo, separados 0.3 metros, con un área total de 37.5 m<sup>2</sup>. Las variedades más promisorias se sembraron comercialmente en Tibaitatá, en áreas de 4 1/2 a 5 1/2 Has. incluyendo el testigo comercial Bonza 63 en 6 Has., el cual es el más utilizado por los agricultores trigueros del país.

Se realizó una aplicación del herbicida preemergente "Premerge," a razón de 8 lit/ha., ocho días después de la siembra; en algunos sitios se repitió la aplicación del herbicida en forma postemergente (3 Lit/ha.) debido al lavado del producto producido por lluvias ocurridas inmediatamente después de la primera aplicación; el control de malezas se complementó con una o dos desyerbas con azadón, según la presencia y clase de malezas.

La fecha de siembra fue principalmente en el mes de marzo, época normal de siembra para los agricultores. Se cosecharon con hoz tres surcos por tratamiento y por replicación; los manojos fueron introducidos dentro de una bolsa de papel y transportados al centro experimental de Tibaitatá, en donde se trilló, secó y limpió el grano. La cosecha se realizó 160 a 170 días después de la siembra, especialmente en el mes de agosto del año respectivo.

La siembra del segundo semestre de 1973 se realizó en septiembre y se cosechó en el mes de febrero de 1974.

Se registraron las siguientes notas:

1. Fecha: a) siembra, b) aplicación de las prácticas de manejo, c) espigamiento, d) cosecha.
2. Tipo de reacción y severidad en porcentaje de: a) Puccinia graminis b) Puccinia glumarum, c) Puccinia recondita.
3. Severidad en porcentaje de: a) Septoria, b) Pudriciones de raíz y espiga.
4. Tipo Agronómica: vigor, color, altura, presencia o ausencia de barbas, etc.
5. Rendimiento en Kgs/Ha.
6. Calidad: a) Física, b) Molinera, c) Panadera.
7. La ubicación de las pruebas regionales se hizo en base: a) Serie y clase del suelo (Clase I, III,VI), b) Altura sobre el nivel del mar:
  - 1) Zona fría: 2.300 - 2.800 m.s.n.m.  
Temperatura: 17 a 12°C
  - 2) Zona de páramo: 2.800 - 3.200 m.s.n.m.  
Temperatura: 9 a 12°C
  - c) Que fuera zona de producción o de tradición triguera,
  - d) Zonas con precipitación de 600 a 1.200 mm.

Los resultados y discusión se presentan en base al número de la variedad, el cual no varió de un año a otro; los testigos serán relacionados por su respectivo nombre comercial, ya que ésta varió de un año a otro.

Las pruebas de evaluación se realizaron durante los años de 1972 (un semestre), 1973 (dos semestres), y 1974 (un semestre).

## Resultados y Discusion

### Rendimiento - Año de 1972-A (primer semestre)

Los rendimientos obtenidos en las pruebas regionales de adaptación de variedades de trigo, realizadas en 12 zonas productoras de Colombia en el primer semestre del año de 1972, se dan en la Tabla 2.

La Tabla 2 muestra los rendimientos de tres testigos en relación a las variedades promisorias 8, 13, 14 y 21. El testigo Bonza 55 fue obtenido en el año de 1955, Napo 63 en 1963 y Samacá en 1968, lo cual permite evaluar la eficiencia por rendimiento de las variedades comerciales distribuidas a los agricultores de 1955 á 1968, y a la vez éstas en relación con las variedades promisorias de trigo en el año de 1974.

Tanto los tres testigos como las variedades promisorias rindieron bien en Tibaitatá (Napo 63 con 4.072 Kgs/Ha. y V-14 con 5.480 Kgs/Ha.), en Cota, Cajicá, Simijaca (Napo 63 con 4.311 Kgs/Ha. y V-21 con 5.945 Kgs/Ha.). Los rendimientos promedios, en 12 sitios muestran que la mejor variedad fue la V-21 con 3.491 Kgs/Ha., lo que representa un incremento sobre el testigo Napo 63 de 756 Kgs/Ha.; es decir, 28% más de rendimiento. La variedad 21 debido a su comportamiento, vigor, rendimiento, y amplia adaptación, mostró ser una variedad apta para zonas con alturas promedio de 2.800 m.s.n.m. (semipáramo).

Los tres testigos en los 12 sitios, presentaron rendimientos promedio muy similares, de 2.699 Kgs/Ha. para Bonza 55 (99%) y 2866 Kgs/Ha. para samacá 68 (105%).

Las dos variedades más sobresalientes en el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Tibaitatá, fueron la V-14 (135%) y V-21 (121%).

Las lluvias fueron abundantes para el cultivo del trigo en Tibaitatá, Madrid, Cota, Facatativá, Cajicá, Zipacón, el Rosal y Simijaca, con exceso de precipitación en Sopó, Tocancipá, Gachancipá y Ubaté, por lo cual fue necesario la aplicación de urea para contrarrestar los efectos de continuos y prolongados encharcamientos. En Sopó se presentaron aguaceros con fuertes vientos, lo cual ocasionó encharcamiento permanente y alto porcentaje de vuelco cuando el cultivo se encontraba en estado lechoso, ocasionando disminución de la producción en todas las variedades.

Algunas limitaciones para el buen desarrollo del cultivo se observaron en algunas pruebas, así:

1. La prueba del Rosal sufrió efecto de daño de animales, razón por la cual no figuran datos de rendimiento.
2. En Tocancipá, Gachancipá y Facatativá, la población de plantas fue regular por bajo macollamiento.
3. En Sopó el vuelco fue causado por fuertes borrascas.
4. Ubaté con prolongados encharcamientos.

### Rendimiento - Año de 1973-A (primer semestre) y 1973-B (segundo semestre)

Tibaitatá es el Centro piloto de la experimentación de trigo en Colombia, posee los mejores suelos, clase I de la Sabana de Bogotá, y suficiente infraestructura, que le permite obtener año tras año, los mejores rendimientos por hectárea, y por lo tanto sirve como punto de referencia para evaluar los resultados de las pruebas regionales ubicadas en las fincas de agricultores.

TABLA 2. Rendimiento de variedades promisorias de trigo sembradas en Tibaitatá y en Pruebas Regionales de Adaptación, Colombia, 1972A (primer semestre).

No. Variedad 1972A <u>1/</u>	Tibaitatá Kgs/Ha.	Madrid Kgs/Ha.	Cota Kgs/Ha.	Cajicá Kgs/Ha.	Facatativa Kgs/Ha.	Sopó Kgs/Ha.	Tocancipá Kgs/Ha.
8	4.855	3.361	2.755	3.615	1.525	1.661	1.928
13	4.636	2.123	3.905	4.306	1.869	3.075	1.428
14	5.480	3.623	3.134	4.216	2.450	2.033	1.550
21	4.919	3.928	4.233	5.213	2.927	1.789	1.778
Bonza 55 (Testigo)	4.133	2.235	3.842	3.556	2.042	1.689	1.542
Samacá 68 (Testigo)	4.652	3.637	3.308	3.859	1.289	1.430	1.611
Napo 63 (Testigo)	4.072	2.829	3.998	3.670	2.094	1.864	1.283

1/  
Genealogía: ver Tabla 1.

TABLA 2. Continuación.

No. Variedad 1972A <sup>1/</sup>	Gachan- cipá Kgs/Ha.	Agua- zuque Kgs/Ha.	Simija- ca Kgs/Ha.	Ubaté Kgs/Ha.	Zipacón Kgs/Ha.	Prome- dio 12 sitios Kgs/Ha.	% Napo 12 sitios Kgs/Ha.	Tibaita- tá Kgs/Ha.	% sobre Napo Ti- baitatá
8	975	2.621	3.959	2.913	2.661	2.776	102	4.855	119
13	256	2.264	4.996	3.125	3.454	3.087	113	4.636	114
14	1.681	2.088	5.387	3.667	3.773	3.302	121	5.480	135
21	2.155	2.114	5.945	3.900	3.445	3.491	128	4.919	121
Bonza 55 (Testigo)	536	2.074	4.679	2.936	1.895	2.699	99	4.133	102
Samacá 68 (Testigo)	1.036	2.554	4.790	3.241	2.839	2.866	105	4.652	114
Napo 63 (Testigo)	236	1.822	4.311	3.557	2.675	2.735	100	4.072	100

<sup>1/</sup>  
Genealogía: ver Tabla 1.

Los rendimientos de las principales variedades promisorias de trigo sembradas en Tibaitatá, Colombia, 1973-A (primer semestre) aparecen en la Tabla 3.

Los resultados de la Tabla 3 corresponden a los ensayos sembrados con cuatro replicaciones, y muestran que las variedades 14, 21 y 16 rinden más de 5 toneladas/hectárea, superando respectivamente en 31, 34, y 35% al testigo Bonza 63. En las parcelas de aumento (55.5 m<sup>2</sup>), las cuatro variedades promisorias 8, 16, 19 y 21 se comportaron en forma excelente, con rendimientos hasta de 5.947 Kgs/Ha. para la V-16, lo que representa un incremento sobre el testigo de 83%.

En la siembra comercial la V-21 y V-8 rindieron 3.488 y 3.315 Kgs/Ha. en 4.9 y 4.4 Has., respectivamente, es decir, un incremento de 499 y 326 Kgs/Ha. en relación a Bonza 63. Estos resultados dados en base a los precios oficiales de sustentación de \$5.00 kilogramo de trigo, representan en relación a la variedad más usada por los agricultores, Bonza 63, una ganancia mayor de \$2.470.000 para la V-21 y de \$1.630.000.

En el año de 1973-A (primer semestre) se presentaron períodos prolongados de sequía en algunas zonas, lo que afectó considerablemente el rendimiento de algunas pruebas; por esta razón, los resultados se presentan en la Tabla 4, para las pruebas que se desarrollaron bajo condiciones de distribución normal de lluvia, y en la Tabla 5 para aquellas en que la sequía tuvo una duración hasta de 2 meses en las primeras fases de desarrollo, interrumpidas algunas veces por ligeras lluvias erráticas.

En la Tabla 4 todas las variedades se comportaron bien en Tibaitata, incluyendo los testigos. La variedad más rendidora fue la V-16 con 6.233 Kgs/Ha., es decir 1.318 Kgs/Ha. más que el testigo Bonza 63. En relación al promedio de los 5 sitios, la variedad más sobresaliente fue la V-21, que superó en 20% al testigo. De nuevo la V-21 se muestra como la más promisoriosa bajo condiciones de normal distribución de lluvia. La V-8 presentó 4% menos de rendimiento que el testigo Bonza 63; el testigo Samacá 68 también fue inferior (7%) Bonza 63.

Bajo condiciones de sequía, Tabla 5, la V-21 superó al testigo en 272 Kgs/Ha. (34%); lo cual indica que esta variedad a más de amplia adaptación posee el carácter de rusticidad a la sequía. Según los resultados de la Tabla 4 y Tabla 5, la V-21 se comporta bien bajo condiciones de buenos y malos ambientes para el crecimiento.

El rendimiento promedio de la V-21 en sitios de distribución normal de lluvia fuerte 4.454 Kgs/Ha., y en las regiones de sequía de 1.065 Kgs/Ha.; es decir, una disminución de 3.389 Kgs/Ha. (76%). Este resultado indica que es conveniente económicamente obtener variedades que posean el carácter de rusticidad por sequía, con la mayor intensidad posible. El efecto de la sequía en el rendimiento de la variedad Bonza 63 fue también muy drástico, de 3.726 Kgs/Ha. se redujo a 793 Kgs/Ha.; es decir, una disminución de 2.933 Kgs/Ha. (79%), lo cual es muy similar en porcentaje a la pérdida observada en la V-21 (76%).

Condiciones favorables de lluvia fueron observadas en Madrid, Mosquera (Tibaitatá) y Simijaca, no obstante que se iniciaron un mes después de la época normal de siembras (marzo), pero de allí en adelante prosiguieron normalmente; las pruebas regionales en estos sitios se desarrollaron en condiciones aceptables.

Las pruebas regionales ubicadas en los municipios de Subachoque, Cajicá, La Calera, Chocontá y Ubaté, estuvieron bajo sequía prolongada, ya que las lluvias se iniciaron en los primeros días de mayo y durante este mes y el de junio la precipitación fue muy escasa. Como resultado de esta situación, la germinación fue muy dispareja y

TABLA 3. Rendimiento de variedades promisorias de trigo sembradas en Tibaitatá, Colombia, 1973 A  
(primer semestre)

No. Variedad 1973-A*	Ensayos 4 Repl. Kgs/Ha.	% sobre Bonza 63	Parcelas Aumentg 55.5 m <sup>2</sup>	% sobre Bonza 63	Siembra Comercial		
					Area Has.	Kgs/Ha.	% sobre Bonza 63
8	4.493	100	5.760	178	4.9	3.315	111
16	5.555	135	5.947	183	--	--	--
21	5.486	134	5.046	156	4.4	3.488	117
19	5.392	131	5.406	167	--	--	--
Samacá 68 (Testigo)	3.944	96	3.874	119	5.5	2.949	99
Bonza 63 (Testigo)	4.103	100	3.244	100	6.1	2.989	100

\* Genealogía: ver Tabla 1

TABLA 4. Rendimiento de variedades promisorias de trigo sembradas en Pruebas Regionales de Adaptación, bajo condiciones de distribución normal de lluvia; Colombia, 1973-A (primer semestre)

No. Variedad 1973-A*	Mosquera Tibaitatá Kgs/Ha.	Madrid Kgs/Ha.	Simijaca Aposentos Kgs/Ha.	Simijaca Córcega Kgs/Ha.	Sopó Kgs/Ha.	Promedio 5 sitios Kgs/Ha.	% sobre Bonza 63
8	5.117	3.944	3.835	3.311	1.633	3.568	96
13	5.377	3.991	5.013	4.200	1.688	4.054	109
16	6.233	4.068	3.615	3.907	1.497	3.864	104
19	5.704	3.833	3.944	4.286	1.300	3.813	102
21	5.877	4.606	4.084	5.388	2.315	4.454	120
Bonza 63 (Testigo)	4.915	3.364	4.710	4.900	764	3.726	100
Samacá 68	4.940	2.951	3.740	4.411	1.264	3.461	93

\* Genealogía: ver Tabla 1

TABLA 5. Rendimiento de variedades promisorias de trigo, sembradas en Pruebas Regionales de Adaptación, bajo condiciones de sequía prolongada (2 meses); Colombia, 1973-A (primer semestre)

No. Variedad 1973-A*	Ubaté Kgs/Ha.	Cajicá Kgs/Ha.	Tausa Páramo Kgs/Ha.	Chocontá Páramo Kgs/Ha.	Subachoque Semipáramo Kgs/Ha.	Promedio 5 sitios Kgs/Ha.	% sobre Bonza 63
8	1.291	441	389	167	483	554	70
13	1.567	611	858	725	875	927	117
16	1.278	474	428	69	447	394	75
19	1.371	418	572	236	628	845	107
21	2.569	689	955	58	1.053	1.065	134
Bonza 63 (Testigo)	1.595	678	386	661	644	793	100
Samacá 68	1.233	739	672	—	753	849	107

\*Genealogía: ver Tabla 1



de bajo porcentaje, población muy reducida, macollamiento pobre, plantas y espigas cortas y rendimientos muy bajos, los cuales están entre 1.045 Kgs/Ha. para la variedad V-21 y 554 Kgs/Ha. para la variedad V-8, Tabla 5.

La zona norte de la Sabana de Bogotá, en donde estuvo ubicada la prueba regional de Sopó, se ha caracterizado por la frecuente presencia de cambios de temperatura, que causan vaneamiento de la espiga, especialmente cuando dichos fenómenos ocurren en la época de la polinización (antes). El vaneamiento produce pérdidas en algunas variedades hasta de 80%. De nuevo la V-21 bajo estas condiciones adversas se comporta como la variedad con el mayor rendimiento, 2.315 Kgs/Ha., en relación a los testigos Bonza 63 (764 Kgs/Ha.), y Samacá 68 (1.264 Kgs/Ha.); el segundo mejor rendimiento en Sopó fue el de la V-13 con 1.688 Kgs/Ha., muy inferior al observado en la V-21.

Los rendimientos de las variedades de trigo más promisorias sembradas en pruebas de adaptación en Colombia, 1973-B (segundo semestre), aparecen en la Tabla 6.

Los resultados de la Tabla 6, indican que la V-21 es superior por rendimiento al resto de las variedades promisorias probadas, con 2.509 Kgs/Ha.; es decir, 23% más que el rendimiento observado en Bonza 63 (2.040 Kgs/Ha.). La segunda mejor variedad fue la V-16, que mostró un rendimiento promedio, 2.427 Kgs/ha. Los testigos Bonza 55 y Samacá 68 se comportaron en forma muy similar al testigo base Bonza 63; los porcentajes promedios fueron de 97% para Bonza 55 y 102% para Samacá 68, que indican que no existen diferencias apreciables entre ellos, bajo las condiciones de ambiente que fueron evaluadas.

Los rendimientos en Tibaitatá fueron en este segundo semestre de 1973, inferiores a los obtenidos en Fúquene y Chocontá.

Los rendimientos promedios de trigo y otros cereales de clima frío en Colombia, obtenidos en el segundo semestre de cada año son generalmente muy inferiores a los observados en el primer semestre, debido a la presencia de heladas frecuentes en los meses de diciembre y enero, y a veces en el mes de noviembre, época de espigamiento; otro factor que influye en la obtención de bajos rendimientos en el segundo semestre, es la distribución de lluvia muy concentrada en el mes de octubre, causando problemas de mal drenaje en aquellos suelos algo arcillosos; el mes de octubre corresponde a las fases de desarrollo de macollamiento y encañado, las cuales se ven mal afectadas por el exceso de precipitación de este mes.

Las pruebas regionales en 1973-B (segundo semestre) fueron afectadas eventualmente en tres sitios por causas diversas, las cuales disminuyeron considerablemente el rendimiento. En Tibaitatá (Mosquera) se presentó baja población de plantas; en Madrid dos heladas y vuelco ocasionado por torrenciales aguaceros en estado lechoso impidieron el desarrollo normal del grano y en Chocontá se perdió hasta un 50% del grano, debido a una fuerte granizada dos días antes de la cosecha, siendo más afectadas las variedades precoces.

De acuerdo a lo anterior, las variedades que ocupan los primeros puestos por rendimiento en un sitio, no son generalmente las mejores en los demás lugares; sin embargo, hay algunas variedades que sobresalen en dos de los cuatro lugares probados; y la V-21 en promedio resultó ser superior a todas.

#### Rendimiento - Año de 1.974-A (primer semestre)

Los rendimientos obtenidos en las variedades promisorias de trigo, sembradas en Pruebas Regionales de Adaptación y en parcelas pequeñas de crecimiento, aparecen en la Tabla 7.

TABLA 6. Rendimiento de variedades promisorias de trigo sembradas en Pruebas Regionales de Adaptación; Colombia, 1973-B (segundo semestre)

No. Variedad 1973-B*	Tibaitatá Kgs/Ha.	Madrid Kgs/Ha.	Fúquene Kgs/Ha.	Chocontá Kgs/Ha.	Promedio 4 sitios Kgs/Ha.	% sobre Bonza 63	Tibaitatá Kgs/Ha.	% sobre Bonza 63 Tibaitatá
8	1.532	1.035	3.263	3.105	2.234	110	1.532	109
13	1.540	927	3.230	3.463	2.290	112	1.540	110
16	1.684	1.010	3.363	3.652	2.427	119	1.684	120
19	1.548	1.007	4.229	2.470	2.313	113	1.548	110
21	1.360	566	4.500	3.608	2.509	123	1.360	97
Bonza 63 (Testigo)	1.396	547	3.303	2.914	2.040	100	1.396	100
Bonza 55 (Testigo)	1.914	392	2.730	2.912	1.987	97	1.914	137
Samacá 68 (Testigo)	955	888	3.441	3.041	2.081	102	955	68

\* Genealogía: ver Tabla 1

TABLA 7. Rendimiento de variedades promisorias de trigo, sembradas en Pruebas Regionales de Adaptación y Parcelas de Incremento, Colombia, 1974-A (primer semestre)

No. Variedad 1974-A <sup>1/</sup>	Mosquera Kgs/Fa.	Cajicá Kgs/Ha.	Cota Kgs/Ha.	Fúquene Kgs/Ha.	Tibaitatá Kgs/Ha.	Promedio 5 sitios Kgs/Ha.	% sobre Bonza 63	Tibaitatá Parcelas de Incremento <sup>2/</sup> Kgs/Ha.	% sobre Bonza 63
8	2.042	2.481	598	3.819	3.633	2.515	111	2.826	147
13	2.191	2.275	684	4.120	3.689	2.592	114	2.400	125
14	3.391	2.219	707	4.480	4.044	1.968	131	2.293	119
15	2.344	1.996	744	3.710	3.453	2.449	108	2.347	122
16	3.109	3.048	700	3.702	4.322	2.976	131	2.507	131
21	2.278	2.890	653	4.833	3.302	3.012	133	4.053	211
Bonza 63 (Testigo)	1.862	2.237	598	3.888	2.786	2.274	100	1.920	100
Bonza 55 (Testigo)	2.431	1.983	613	3.071	2.744	2.168	95	2.880	150
Samacá 68 (Testigo)	2.009	1.533	662	4.073	3.189	2.293	101	4.427	231

<sup>1/</sup> Genealogía: ver Tabla 1

<sup>2/</sup> Parcela de Incremento: 25 surcos de 5 mts., separados 0.3 mts. entre sí (área: 37.5 mts<sup>2</sup>.)

Los resultados promedios de la Tabla 7, muestran que la V-21 continúa, al igual que en 1972-A, 1973-A y 1973-B, siendo la variedad más sobresaliente por rendimiento en este semestre la V-21 presentó un rendimiento promedio de 3.012 superior al rendimiento del testigo Donza 63 (2.274 kgr/ha.). Otra variedad sobresaliente fue la V-14, que superó al testigo en 31%. De nuevo los testigos Donza 55 y Samacá 68, se comportaron en forma muy similar al testigo base Bonza 63, con 95% y 101% respectivamente.

En las parcelas de incremento (37.5 m<sup>2</sup>) sembradas en Tibaitatá la V-21 fue muy superior al resto de variedades, con un rendimiento de 4.053 kgr/ha., 111% más que Bonza 63; sin embargo, el testigo Samacá 68 en este ensayo de parcelas de incremento, superó a la V-21 con un rendimiento de 4.427 kgr/ha.

La prueba regional de Fúquene superó en promedio general a la de Tibaitatá; la V-21 fue la variedad de más alto rendimiento en Fúquene, con 4.833 kgr/ha., y la segunda, la V-14 presentó 4.480 kgr/ha., mientras que el testigo base registró 3.888 kgr/ha. Estos resultados indican que la región de Fúquene puede considerarse como una excelente zona de máxima producción, especialmente para el primer semestre.

#### Rendimiento - Años de 1972-A - 1973-A - 1973-B - 1974-A.

En la Tabla 8, se da el resumen de los rendimientos promedios de las variedades promisorias de trigo que mejor se comportaron en las siembras de Tibaitatá y en las pruebas regionales realizadas en 1972-A (un semestre), 1973-A-B (dos semestres) y 1974-A (un semestre) para un total de 33 sitios.

La variedad V-21 registró el máximo rendimiento, con 3.300 kgr/ha., 32% (799 kgr/ha.) superior al testigo base Bonza 63, que rindió 2.501 kgr/ha.

Estos resultados indican que la V-21 superó en 799 kgr/ha. a Donza 63 y en 723 kgr/ha. al testigo Samacá 68. Estas diferencias dadas en base a los precios oficiales de sustentación de \$5.00 kilogramo, representan ganancias extras de \$3,995.00 y \$3.615.00 de la variedad V-21 en relación a las variedades comerciales Bonza 63 y Samacá 68. Bonza 63 es en la actualidad, 1974, la variedad comercial más difundida entre los agricultores trigueros del país.

Las variedades V-13 y V-19 también se muestran como variedades promisorias, con posibilidades de registrarse y distribuirse a los agricultores colombianos de clima frío en el año de 1975.

La variedad V-8, no tiene un comportamiento en rendimiento tan uniforme y sobresaliente como la V-21, pero es de tipo semi enano, con altura de 1.0 m y tallo fuerte, lo que permite realizar con ella mejores prácticas de manejo, como mayores dosis de fertilización y densidad de siembra; además, es 8 días más precoz que la V-21, que la hace más recomendable para zonas con peligro de heladas. La V-8, aunque precoz, no es lo suficiente como para usarse con confiabilidad en el segundo semestre, época de mayor incidencia de heladas.

Los rendimientos de las variedades en el segundo semestre de 1973, fue muy inferior a los obtenidos en el primer semestre de los años 1972-A y 1973-A, aunque ligeramente inferiores al primer semestre de 1974.

TABLA 8. Rendimiento promedio de variedades promisorias de trigo, sembradas en Tibaitatá y en Pruebas Regionales de Adaptación, Colombia, en los años de 1972-A (primer semestre), 1973 (dos semestres) y 1974-A (primer semestre)

No. Variedad <u>1/</u>	Año 1972A Promedio 12 sitios Kgs/Ha. <u>2/</u>	Año 1973A Promedio 2 sitios Kgs/Ha. <u>3/</u>	Año 1973A Promedio 5 sitios Kgs/Ha. <u>4/</u>	Año 1973A Promedio 5 sitios Kgs/Ha. <u>5/</u>	Año 1973B Promedio 4 sitios Kgs/Ha. <u>6/</u>	Año 1974A Promedio 5 sitios Kgs/Ha. <u>7/</u>	Promedio 33 sitios 4 semestres Kgs/Ha.	% sobre Bonza 63
8	2.776	2.127	3.568	554	2.234	2.515	2.796	112
13	3.087	5.751	4.054	927	2.290	2.592	3.117	125
16	--	--	3.864	594	2.427	2.976	2.465	99
19	--	5.399	3.813	845	2.313	--	3.093	124
21	3.491	5.266	4.454	1.065	2.509	3.012	3.300	132
Bonza 63	--	3.674	3.726	793	2.040	2.274	2.501	100
Bonza 55	2.669	4.068	3.553	612	1.987	2.168	2.478	99
-Samacá 66	2.866	3.909	3.461	849	2.081	2.293	2.577	103

1/ Genealogía: ver Tabla 1

2/ Pruebas Regionales de adaptación

3/ Tibaitatá, Incluye parcelas de incremento de 37.5 m

2/ Pruebas Regionales bajo condiciones de distribución normal de lluvia

5/ Pruebas Regionales bajo condiciones prolongadas de sequía (2 meses)

6/ Pruebas Regionales en el segundo semestre de 1973

3/ Pruebas Regionales

El comportamiento de los testigos Bonza 55 y Samacá 68, fue muy similar al de Bonza 63; Bonza 55 rindió 2.478 kgr/ha. (99%) y Samacá 68 2.572 kgr/ha. (103%) en relación al rendimiento de Bonza 63 de 2.501 kgr/ha (100%). Estos valores indican que en cuanto a rendimiento se refiere, las variedades mejoradas Bonza 55, Bonza 63 y Samacá 68, difieren muy poco entre sí, considerando el promedio obtenido en los 33 sitios probados de la región andina colombiana. Sin embargo, se observa claramente que tanto las variedades comerciales Bonza 63 y Samacá 68, como las nuevas variedades promisorias se comportan en forma muy superior en ciertos ambientes, pero no en todos, con la excepción de la variedad V-21 que se desarrolla y rinde bien en todos los ambientes estudiados, lo cual indica que posee genes por crecimiento y rendimiento que se expresan bien en buenos y malos ambientes, es decir, que la V-21 debe poseer genes de alta producción y genes de rusticidad para sequía, vaneamiento y las bajas temperaturas del páramo medio (2.800 m.s.n.m.).

#### Reacción de las variedades promisorias de trigo a las enfermedades limitantes de la producción.

Royas. La reacción de las variedades promisorias de trigo a la roya de la gluma, tallo y hoja, en Colombia, años 1972-A, 1973-A-B y 1974-A, aparecen en la Tabla 9.

En la Tabla 9 se dan las reacciones de las variedades en Tibaitatá y la máxima lectura observada en las pruebas regionales situadas en las fincas de los agricultores, lo que permite evaluar la resistencia y la tolerancia de las variedades a las diferentes razas de patógenos prevalentes en diferentes ambientes, y cual ambiente favorece a la expresión de determinada enfermedad.

#### Reacción en 1974-A.

Todas las variedades incluyendo los testigos, muestran resistencia a las tres royas en el año 1972-A en Tibaitatá, excepción hecha de la V-16 que presentó una reacción de 20 MS a la roya amarilla. La máxima lectura observada a las tres royas en 11 pruebas regionales, tuvo un rango de reacción (respuesta) de moderadamente resistente a moderadamente susceptible y una severidad de infección baja de 10% a 30%. La V-16 mostró una reacción de 40 MS a la roya amarilla en la hoja en la región de Cajicá, distante veinticinco kilómetros de Tibaitatá en donde también presentó 20 MS. No se observó la reacción susceptible a las tres royas en ninguna de las variedades, excepto el testigo Bonza 55 que mostró 30 MS-S a la roya del tallo.

#### Reacción en 1973-A.

En Tibaitatá todas las variedades incluyendo los testigos, reaccionaron de 0 a 5 MR a las tres royas; lo que indica que no fue un buen año para la expresión de las royas en este ambiente. Las variedades V-8, V-14, V-16 y los tres testigos reaccionaron a la roya amarilla (gluma) de 20 MS a 30 MS; y a la misma roya en la espiga de 20% a 80%. La variedad V-16 tuvo 80% de roya amarilla en la gluma en el sitio de Tausa, distante 50 kilómetros al norte de Tibaitatá, en zona de páramo (3.100 m.s.n.m.), en donde las condiciones de temperatura baja y alta humedad relativa favorecen la incidencia de esta enfermedad.

Todas las variedades mostraron resistencia a la roya del tallo y de la hoja en las 11 pruebas regionales sembradas en el primer semestre de 1973. La V-21 se comporta como MR y R a la roya amarilla, y con 0 a la roya del tallo de la hoja.

TABLA 9. Continuación

No. Variedad <u>1/</u>	Nombre Roya	1972A		1973A		1973B		1974A	
		Tibaitatá	Máxima Lectura <u>2/</u>	Tibaitatá	Máxima Lectura <u>3/</u>	Tibaitatá	Máxima Lectura <u>4/</u>	Tibaitatá	Máxima Lectura <u>5/</u>
21	<u>Amarilla:</u>								
	hoja	5R	TMR	5MR	5R	0	5MR	0	0
	espiga	-	-	0	0	0	5	0	0
	<u>Tallo:</u>	0	0.5MR	0	0	0	TR	0	0
	<u>Hoja:</u>	-	-	-	-	30	30	40S	10
Bonza 63 Testigo	<u>Amarilla:</u>								
	hoja	-	-	5MR-R	30MS	5MR	20MR	20MR-MS	30MS
	espiga	-	-	0	20	0	5	0	10
	<u>Tallo:</u>	-	-	0	40	0	50S	0	0
	<u>Hoja:</u>	-	-	-	-	0	5	10MR	0
Bonza 55 Testigo	<u>Amarilla:</u>								
	hoja	10MR	10MR-MS	5MR	30MS-S	10MR	20MS-MR	10MR	50MS-S
	espiga	-	-	0	40	0	10	5	40
	<u>Tallo:</u>	0	30MS-S	0	30S	0	40S	0	0
	<u>Hoja:</u>	-	-	-	-	5	5	10MR	0
Samacá 68 Testigo	<u>Amarilla:</u>								
	hoja	0	10MR	0	20MS	0	30MS-S	TR	20MR-MS
	espiga	-	-	0	40	0	40	10	10
	<u>Tallo:</u>	0	0	0	5MR	0	0	0	0
	<u>Hoja:</u>	-	-	-	-	70	50	50MS	30S

1/ Genealogía: ver Tabla 1

2/ Máxima lectura en 11 sitios

3/ En 10 sitios

4/ En 3 sitios

5/ En 3 sitios

En Tibaitatá las variedades promisorias y testigos se muestran resistentes o con escape a la roya amarilla y del tallo; las variedades V-16, V-21 y Samacá 68 presentaron 20%, 30% y 70% de ataque a la roya de la hoja.

#### Reacción en 1973-B.

En este segundo semestre de 1973 todas las variedades promisorias muestran en tres pruebas regionales reacción de MR a MS a la roya amarilla y de 5 R a 30 MR a la roya del tallo. La variedad V-21 presentó 30% de ataque a la roya de la hoja tanto en Tibaitatá como en las pruebas regionales.

#### Reacción en 1974-A.

Las variedades en Tibaitatá se comportan con reacción MR a la roya amarilla en las hojas; la V-16 continúa indicando moderada susceptibilidad a la roya amarilla en la espiga con 30%.

Las variedades V-8 y V-21 reaccionaron con 40 MS y 405 a la roya de la hoja; los que indica que se debe observar más detenidamente su futuro comportamiento en cuanto a esta enfermedad se refiere.

En tres pruebas regionales, las variedades se mostraron resistentes a las tres royas, excepto las variedades V-14 y V-16 que reaccionaron con 40 MS-S a la roya amarilla en la hoja.

Las pruebas regionales no se inocularon artificialmente con ninguna de las royas, siendo la infección en forma natural.

Las reacciones más frecuentes de las variedades a la roya amarilla y del tallo, fue en casi todos los semestres y sitios de MR a MS con una severidad de infección baja, de 10% a 30%; sin embargo, es la reacción MR la más predominante a estas dos royas.

La roya de la hoja, es la menos limitante de las tres, pero cada vez es más notoria su presencia, y la intensidad de ataque aumenta.

No se registraron la fase de desarrollo de la planta en la cual se inició el ataque, ni el estado vegetativo del huésped cuando se alcanzó la máxima expresión de la enfermedad; es decir, la velocidad de crecimiento del patógeno, condiciones importantes para determinar la resistencia horizontal de las variedades. En los ambientes de Colombia generalmente, la roya amarilla en la hoja inicia su aparición en la época del espigamiento; y esta misma enfermedad se observa en la espiga más claramente durante la formación del grano. La roya de la hoja y del tallo aparecen 20 a 30 días después del espigamiento; sin embargo, la roya del tallo se expresa al máximo durante la madurez fisiológica un mes antes de la cosecha.

Las regiones de Ubaté, Fúquene y Simijaca mostraron ser ambientes muy favorables para la expresión de las tres royas en casi todos los semestres.

Pudriciones de raíz y espiga, manchas de hoja (Septoriosis). En la Tabla 10 se dan las reacciones de las variedades promisorias de trigo a las pudriciones de raíz y espiga y a las manchas de hoja producidas por especies de Septoria.



Ninguna variedad se muestra resistente a las pudriciones de raíz y espiga en Tibaitatá. La variedad V-21 se comportó con menor incidencia en Tibaitatá, 1 a 2, pero en pruebas regionales se presentó MS a S con una reacción (respuesta) de 3-4, las variedades V-13 y V 16 indicaron ser moderadamente resistentes, en tibaitatá y en pruebas regionales. El testigo Samacá 68 reacciona de moderadamente resistente a moderadamente susceptible.

La pudrición de raíz y espiga, es actualmente la enfermedad más limitante de la producción y de la calidad del grano en Colombia, especialmente en aquellas zonas húmedas y de mal drenaje, como el Noreste de la Sabana de Bogotá, Municipio de Sopó. No se tienen fuentes definidas de resistencia o tolerancia, a esta grave enfermedad; sin embargo, se han probado por tres semestres en zonas de alta incidencia (La Selva, Rionegro, Antioquia), cinco variedades con resultados hasta el presente satisfactorios, ya que registran lecturas de resistentes a moderadamente resistentes, 1 a 2.

Las variedades y testigos se presentan como resistentes a Septoria en Tibaitatá y en pruebas regionales; excepto la V-16 que mostró 20% de ataque en Fúquene. El primer semestre de 1974 no fue favorable para la expresión de esta enfermedad.

La Septoria se ha considerado en Colombia como enfermedad no limitante de la producción; pero se ha observado en algunos semestres y ambientes con caracteres severos en algunas variedades comerciales y promisorias, por lo cual se le está prestando mayor atención en cuanto a prueba y selección.

Calidad. En la Tabla 11 se presentan las principales características de calidad del grano de las variedades promisorias de trigo, en relación al testigo importado H.R.W. (Hard Red Winter) y a tres nacionales Nonza 55, Bonza 63 y Samacá 68.

Volumen. El trigo importado H.R.W. mostró un volumen de 703 c.c.; todas las variedades procedentes de los ensayos de cuatro replicaciones presentaron por este carácter valores superiores al testigo H.R.W. La V-14 superó ostensiblemente al testigo al producir un volumen de 1.010 c.c.; la V-21 se comportó bien en ambas pruebas; las variedades V-13 y V-19 también presentan altos volúmenes.

Los volúmenes obtenidos con semilla procedente de las parcelas de multiplicación cosechadas en el mismo semestre, son muy inferiores a los registrados con semilla de los ensayos replicados, debido a exceso de lluvia en la época de madurez de las siembras comerciales, que dificultó la cosecha y beneficio del grano, especialmente en cuanto a prelimpieza y secamiento.

En cuanto a absorción de agua, casi todas las variedades fueron superiores al testigo H.R.W., sobresaliendo las variedades V-13, V-16 y V-19, con más de 80%.

Es conveniente anotar que el trigo H.R.W. importado en años anteriores, generalmente presentó un promedio de 800 a 850 cc. de volumen del pan y una absorción de agua superior a 70%, lo que está indicando que el testigo H.R.W. usado en esta prueba no es representativo en cuanto a calidad, al que se venía utilizando anteriormente en el Laboratorio de Farinología de Tibaitatá.

La extracción de harina del H.R.W. fue de 77.96%, que superó a todas las variedades probadas; sin embargo, las variedades V-8, V-13, V-16 y V-19 sobrepasan el límite de 70%, conservando una diferencia inferior de 5 a 6% en relación al H.R.W., que es la diferencia que se ha observado con más frecuencia entre los trigos producidos en el país y el importado.

El clima en la zona fría de Colombia (2.300 a 3.000 m.s.n.m.) es húmedo en cuanto a precipitación total (700 a 1.200 mm.) y en cuanto a humedad relativa (más de 70%) todo el año; características que influyen para que las variedades de trigo nacionales, excepto Samacá 68, sean más harinosas que vítreas.

La variedad V-21 en cuanto a absorción y extracción es ligeramente inferior a la V-13, V-16 y V-19, pero el promedio general de todos los caracteres hace de ella una variedad de buena calidad con posibilidades de registrarse y distribuirse comercialmente en 1975.

El peso hectolítrico del H.R.W. fue de 81.50 puntos, ligeramente superior al observado en el resto de variedades, la mayoría de las cuales presentaron pesos hectolítricos de 78 a 79 puntos muy similar al valor registrado en el testigo importado.

#### Conclusiones

Las siguientes son las conclusiones obtenidas del presente estudio:

1. La variedad de trigo V-21 mostró ser superior por rendimiento al resto de variedades promisorias, cuando fue evaluada durante cuatro semestres (1972-A, 1973-A, 1973-B y 1974-A), en 33 sitios constituyéndose como la variedad con mayor opción de ser registrada y distribuida a los agricultores en 1975.
2. La variedad V 21 mostró poseer un genotipo por rendimiento, vigor y rusticidad, que se comporta bien en buenos y malos ambientes y en todos los semestres; es decir, fue la variedad de mayor estabilidad.
3. Las variedades V-13 y V-19 presentaron rendimientos ligeramente inferiores a la V-21 y son también condiciones para registrarse y distribuirse comercialmente en 1975; o quedar de reserva en caso de que la V-21 presente alguna deficiencia mediata.
4. La variedad V-8 fue 12% superior en rendimiento al testigo Bonza 63, pero 20%, 13% y 12% inferior a las variedades V-21, V-13 y V-19 respectivamente; sin embargo, posee las características de tallo fuerte, altura semienana y 8 días más precoz que la V-21, lo que la acredita para sembrarse en zonas con peligro de heladas.
5. Los testigos Bonza 55 y Samacá 68, rindieron en forma muy similar al testigo Bonza 63 (100%) con 99% y 103% respectivamente.
6. Todas las variedades promisorias mostraron una reacción de moderadamente resistente a moderadamente susceptible a las royas de la gluma, tallo y hoja; y una severidad de infección de 10 a 30%. La V-16 presentó moderada susceptibilidad a la roya amarilla en la hoja, y susceptibilidad a la misma enfermedad en la espiga. La V-21 se mostró susceptible a la roya de la hoja.
7. Ninguna de las variedades estudiadas fue resistente o tolerante a las pudriciones de raíz y espiga; todas se comportaron moderadamente susceptibles a susceptibles. Las pudriciones de raíz y espiga es el factor más limitante de la producción y calidad del trigo en las zonas húmedas y del mal drenaje en Colombia.
8. Las variedades se mostraron como resistentes a las manchas de hoja producidas por especies de Septoria, debido principalmente a la baja incidencia de la

enfermedad en el primer semestre de 1974. La enfermedad en algunos años y ambientes se torna cada vez más severa.

9. Las variedades promisorias mostraron calidad igual o superior al trigo importado, Hard Red Winter (H.R.W.) en cuanto a volumen y absorción de agua; las variedades V-13, V-16 y V-19 presentaron más de 80% de absorción cuando el H.R.W. registró 59%. El volumen del H.R.W. fue de 703 c.c. y el de V-14 de 1.010 c.c.
10. La extracción de harina de las variedades V-8, V-13, V-16 y V-19 fue 5 o 6% inferior a la del trigo H.R.W.; diferencia frecuentemente observado en años anteriores entre los trigos producidos en el país y el importado. El clima húmedo de la zona fría de Colombia, influye para que las variedades obtenidas sean más harinosas que vítreas, excepto la variedad Samacá 68.
11. La variedad V-21 mostró una calidad ligeramente inferior a las variedades V-13, V-16 y V-19, pero su calidad promedia general fue buena y la acredita como futura variedad comercial.
12. El peso hectolítrico del H.R.W. fue de 81.50 puntos, mientras que la mayoría de las variedades porbadas presentaron pesos hectolítricos de 78 y 79 puntos.

#### Bibliografía

1. Allard, R. W. 1960. Principles of Plant Breeding. John Wiley & Sons, Inc. p. 61-74.
2. Borlaug, Norman. 1969. Mejoramiento del trigo; su impacto en el abastecimiento mundial de alimentos. CIMMYT. Serie de traducciones y sobretiros. No. 2. p. 1-40.
3. Fundación Rockefeller. 1972. Colombia. Cambios en la Agricultura: El Hombre y los Métodos. Reporte Especial. p. 56-57.
4. Ministerio de Agricultura de Colombia. 1972. Programas Agrícolas para 1973. p. 81-89.
5. Poehlman, John Milton. 1965. Mejoramiento Genético de las Cosechas. Limusa-Willey, S.A. México. p. 126-150.
6. Vavilov, N. I. The Origin, Variation, Immunity and Breeding of Cultivated Plants. Chronica Botanica, Vol. 13. p. 201-204.
7. Zapata, B. Mario. 1969. Mejoramiento de Plantas Autógamas. Programa de Estudio para Graduados en Ciencias Agrarias. Universidad Nacional - ICA. Mimeografiado. p. 108-117.
8. Zapata, B. Mario. 1972. Informe Anual del Programa de Trigo para el año de 1972. p. 1-15.
9. Zuñiga, G. Guillermo, Checa E. Emilio, Moreno M. Hugo y Mauel Viteri. 1973. Crédito y Asistencia Técnica en el cultivo de trigo. Semestre A. 1972, Proyecto de Desarrollo Rural del Altiplano de Nariño. Documento No. 3. p. 26-28.

## MELHORAMENTO PARA RESISTÊNCIA AS VIROSES NO TRIGO

V. R. Caetano  
EMBRAPA, Passo Fundo, RS  
Brasil

As plantas infectadas pelos vírus mostram diferentes sintomas. Estes dependem da espécie e da estirpe do vírus, da variedade e do meio onde se desenvolve a cultura. Os sintomas podem apresentar-se em forma de nanismo, roseta, cloroses, necrosis, danos nos órgãos florais, com influências negativas na produção de grãos. A diminuição da densidade e nanismo das plantas de trigo são causadas, algumas vezes por uma reação sinérgica entre duas ou mais viroses em infecções misturadas.

O dano provocado na clorofila, pelo vírus, é mostrado pela clorose, variegação ou mosaico, estrias e manchas nas folhas. As cloroses variam do verde claro ao amarelo e algumas vezes ao branco. Os sintomas causados pelas viroses, frequentemente, são difíceis de serem distinguidos em trigo, das deficiências genéticas de clorofila, dos de carências nutricionais e dos devidos as condições climáticas desfavoráveis.

O trigo é infectado, pelos menos, por vinte viroses, tidas como distintas (Table 1). Elas tem sido responsáveis por grandes prejuízos na produção e produtividade deste cereal. As identificações atuais de algumas delas têm possibilitado, com o controle das infecções, verificar que variedades podem produzir até mais que 10 t/ha, desde que sejam controlados, também, demais fatores desfavoráveis.

O controle dos prejuízos causados pelas viroses pelo cultivo de variedades tolerantes tem que ser exercitado. Logo, considera-se que este objetivo deve ser considerado pelos programas de melhoramento de variedades.

Considera-se que o melhoramento para resistência as viroses no trigo deve se apoiar nos princípios básicos de melhoramento, que são os mesmos como para qualquer uma outra característica, que se quer melhorar nas variedades cultivadas, para passar a se obter melhor rendimento, pelo cultivo de nova variedade para um determinado meio.

É fundamental, no entanto, a dedicação de atenção nos aspectos a seguir:

1º) É preciso conhecer a doença, sua etiologia, distribuição, relações com o meio, hospedeiras (cultivadas e espontâneas) e a presença de estirpes ou raças; portanto, é indispensável o concurso de um patologista e, em casos que a virose é disseminada por insetos ou aracnídeos, um entomologista ou um acarologista (todos qualificados).

2º) É preciso realizar um levantamento das fontes de resistência dentro da espécie e entre as espécies ou gêneros. O estudo do germoplasma pode ser feito em condições naturais e artificiais e em naturais e artificiais (em infectário em condições de campo ou com inoculações artificiais ou, ainda, em telados ou casas de vegetação a prova de vectores, em caso como o do vírus do nanismo amarelo da cevada - VNAC - "barley yellow dwarf virus" - BYDV -).

3º) Caso a ou as fontes de tolerância sejam encontradas, poder-se-á planejar o programa de cruzamento com uma escolha cuidadosa dos pais e dos processos de hibridação. Não existindo informações sobre a herança de resistência das plantas em relação a virose, isto pode ser estudado em combinação com o programa de hibridação. Neste caso, portanto, pode ser combinado o trabalho do Fitotecnista com o do Virologista.

Table 1. Wheat infecting viruses grouped by transmission characteristics.

Transmission characteristic	Virus
1a. Transmission through manual inoculation	
2a. Soil-transmitted	Wheat mosaic (Soil-borne)
2b. Not soil-transmitted	
3a. Vector transmitted	
Eriophyid mite	Wheat streak mosaic
3b. Vector not known	Agropyron mosaic
	Brome mosaic
	Orchardgrass mosaic
	Ryegrass mosaic
	Cocksfoot mottle
(Seed-transmitted)	Barley stripe mosaic
1b. Transmission not through manual inoculation	
2a. Soil-transmitted	Ontario soil-borne wheat mosaic
2b. Not soil-transmitted	
3a. Vector transmitted	
Aphids	Barley yellow dwarf
"Hoppers"	Wheat striate mosaic
	Enanismo
	Winter wheat mosaic
	Northern cereal mosaic
	Wheat stunt
	Wheat dwarf
	Aster yellows (celery-infecting strain)
	Rice hoja blanca
Eriophyid mite	Wheat spot mosaic
	Wheat chlorotic mottle

From McKINNEY, 1967

42) O programa pode continuar em busca dos objetivos procurados com a hibridação com tantas tomadas de pequenas notas e registro de detalhes quantos forem possíveis, quando um estudo de resistência não é feito.

Para avaliação prática das respostas das variedades ou das plantas segregantes a infecção pela virose pode ser usado uma escala de 0 a 5, sendo: 0 = sem sintomas, 1 = redução no desenvolvimento da planta (RDP) de 0 a 20%, 2 = RDP de 20 a 40%, 3 = RDP de 40 a 60%, 4 = RDP de 60 a 80% e 5 = RDP acima de 80%, respectivamente, altamente tolerante (AT), tolerante (T), moderadamente tolerante (MT), moderadamente intolerante (MINT) e intolerante (INT).

A primeira triagem feita, caso sejam encontradas variedades que sejam classificadas como AT e T, pode ser realizada uma reavaliação por uma segunda escala, que é a seguir mostrada: 0-9/0-9/0-9/0-9/0-9, escala que expressa a percentagem de área verde de cada das seis folhas que normalmente tem um colmo que sustenta uma espiga (a avaliação pode ser feita em todos os estádios de desenvolvimento da planta, sendo indispensável o registro das datas de sementeira, emergência, inoculação (caso seja artificial) e das avaliações). Exemplo: a nota média de um lote de plantas avaliadas mostra a sequência seguinte 4/5/6/7/7/8, isto significa, respectivamente, que a partir da folha próxima ao solo, em cada colmo, a percentagem de área verde é 40, 50, 60, 70, 70 e 80%, em plantas em estádio de desenvolvimento entre emborrachamento e floração; quando as plantas estiverem nos primeiros estádios de desenvolvimento a sequência de notas poderá ser 9/9 ou 8/9/9 ou 7/8/8/9 ou 6/7/7/8/9. Esta escala é aconselhada para pequena quantidade de material a ser avaliado e basicamente para avaliação de plantas testadas em telados ou estufas e submetidas a inoculações artificiais.

5<sup>o</sup>) Considera-se que devem ser escolhidas algumas variedades básicas, para o programa de hibridação, com demonstrada capacidade de adaptação a muitas regiões diferentes e de porte médio (1,00 m de altura). A estas deve ser incorporado tolerância as viroses (usando inúmeras fontes, se disponíveis), basicamente pelo método de retrocruzamento, buscando sintetizar tolerância a o maior número de doenças frequentes e muito nocivas no ambiente considerado.

É sabido que inúmeras viroses dependem de vectores, sendo os afídios considerados os mais importantes, para a disseminação natural. Logo, no programa de melhoramento deve ser buscado em paralelo incorporar tolerância aos vectores. As fontes podem ser pesquisados isoladamente, sendo tentado, após, a combinação por retrocruzamento, basicamente e com rigoroso controle do material em melhoramento.

O procedimento para orientação do programa de hibridação com o fim de conseguir variedades tolerantes aos vectores, insetos principalmente, são semelhantes aos usados para conseguir em relação as viroses; no entanto, algumas particularidades devem ser consideradas como se salienta no apêndice 2.

Considera-se a tarefa de conseguir variedades tolerantes as viroses e aos seus vectores como muito difícil. Nela devem ser interadas os esforços de equipes altamente qualificadas, com recursos humanos e materiais (com destaque estações adequadas) suficientes para que os Virologistas, Entomologistas e Fitotecnistas (estes principalmente) realmente consigam os objetivos propostos parcialmente.

### SUMMARY

The damage to the chlorophyll brought about by virus is manifested by chlorosis, variegation or mosaic, stripes and spots on the leaves. The symptoms caused by the viroses in wheat are frequently difficult to distinguish from genetically controlled chlorophyll deficiencies, nutritional deficiencies, and symptoms produced by unfavorable climatic conditions.

Wheat is affected by at least twenty virus diseases. These have been responsible for heavy losses in the production of this cereal. The improvement of wheat for resistance to virus diseases should follow the basic principles of genetic improvement which are the same as those followed in the improvement of any other in cultivated plants, to obtain an improved yield through the cultivation of a new variety under a specified set of conditions.

Attention to the following aspects is fundamental:

- 1) It is necessary to know the disease, its etiology, distribution, relations with the environment, hosts, and the presence of races;
- 2) It is necessary to carry out a search for sources of resistance under artificial or natural conditions;
- 3) If sources of resistance are found, it is necessary to plan the breeding program with a careful selection of parents and breeding techniques;
- 4) The plant breeder must work in combination with the virologist and, in some cases, with the entomologist and acarologist.
- 5) Record as many details as possible, in the activities in search of the objectives; using evaluation scales to compare the varieties or lines tested.

The task of developing varieties tolerant to the virus diseases and their vectors is considered to be very difficult. To this should be devoted the resources of highly qualified teams with human and material resources and adequate facilities so the the virologists, entomologists and plant breeders, principally, might really achieve the proposed objectives.

## MELHORAMENTO DE TRIGO PARA RESISTÊNCIA AS "SEPTORIOSES"

Gilberto C. Luzzardi, Carlos R. Pierobom  
Eduardo A. Osorio, João Carlos S. Moreira  
Maria M. V. S. Wetzel, João Carlos A. Dias

FAEM, UFPEL e IPEAS, EMBRAPA Pelotas, RS  
Brazil

A partir da safra de 57-58, a triticultura brasileira sofreu um colapso devido principalmente a ocorrência de doenças, dentre elas as Septorioses, com especial destaque à Mancha da Gluma causada por Septoria nodorum Berk. conforme relatos de Costa Neto (1958), Tochetto (1959), De Gasperi e outros.

Posteriormente, outros autores, entre eles Luzzardi (1969), Lagos (1973), vem repetidamente relatando a ocorrência de grandes danos causados pelas Septorioses no Sul do Brasil.

Trabalhos iniciais sobre resistência às Septorioses baseados em testes de plântulas em condições de estufa, conforme a metodologia preconizada por Sarasola, foram relatadas por Silva et Schramm (1955), Schramm (1955), Silva (1966) e Luzzardi (1967).

Atualmente, os trabalhos com pesquisas de fontes de resistência são feitos principalmente em condições de campo, com ou sem inoculações artificiais e em plantas adultas, tendo já sido testados milhares de variedades e linhagens nacionais e estrangeiras.

Em virtude da provável existência de racas patogências, segundo Luzzardi et al (1973), são efetuados em Pelotas, região com boas condições de isolamento em relação a lavoura tritícola, testes de resistência a campo com pulverizações periódicas de inóculo constituído por mistura de diversos isolados provenientes de diferentes locais.

Mehta (1974), recentemente assinalou no Paraná uma espécie de Leptosphaeria que tentativamente determinou como Leptosphaeria nodorum Müller, forma perfeita; sexuada de Septoria nodorum Berk.

Nos trabalhos de pesquisa de fontes de resistência a avaliação do material é efetuada através das seguintes escalas de leitura:

- a) Em folhas de plântulas e plantas adultas - escala proposta por Sarasola.
- b) Em espigas - escala de Luzzardi (1964).
- c) Em nós - escala proposta por Pierobom et al (1973).

Diversas entidades de pesquisa agrícola estão empenhadas nesse trabalho, entre elas IPEAS - EMBRAPA, FAEM - UFPEL, FECOTRIGO, UFSM, SARS, IPEAME - EMBRAPA, havendo inclusive um ensaio padronizado, sob a coordenação da FECOTRIGO, que é realizado pelas instituições participantes em diferentes locais.

### Melhoramento

Através de cruzamentos simples ou retrocruzamentos, foi possível a obtenção de variedades com resistência apreciável, como Lagoa Vermelha (C 17), IAS 20 - Iassul, Cotiporã (C 3), Nova Prata (C 2), Toropí (S 1), entre outras.



Mais tarde, estudando a genealogia, Laubscher (1966), na África do Sul e Luccardi (1969), sem conhecimento prévio de seus trabalhos, empregando métodos diferentes e germoplasmas semelhantes (descendentes de Frontana e Veranópolis) chegaram a idênticas conclusões, apresentando evidências de herança de resistência, que julgaram ser dominante.

Frecha (1970), usando Atlas 66 (descendente de Frondoso e Red hart) como fonte de resistência, chegou a conclusão de que a resistência é governada por um gene simples dominante.

Luzzardi (1969) advoga que a resistência dos trigos brasileiros advém de (Frontana x Kenia 58), Veranópolis, Toropi (S 1) e Purplestraw. Em razão disto, programou-se uma série de cruzamentos que estão sendo selecionados já em gerações avançadas.

Lagos (1974), estudando a genealogia das fontes de resistência brasileiras, sugere que a mesma advém da antiga variedade Trintecinco, germoplasma que deu origem a Frontana, Veranópolis e Toropi (S 1).

Recentemente, está sendo comprovado alto nível de resistência em variedades asiáticas, provenientes do Japão e introduzidas como fontes de resistência a "Giberela".

#### Programa Atual

Atualmente, estão sendo realizados cruzamentos específicos, principalmente com fontes de resistência brasileiras por se tratar de germoplasma mais adaptado às nossas condições, mas também procurando combinações com germoplasma alienígenos, principalmente descendentes de Purplestraw e variedades asiáticas introduzidas do Japão.

Parte da geração  $F_1$  obtida, tem sido multiplicada em plantios de verão no centro do País (Brasília, Sete Lagoas, etc) e/ ou em condições de ripado sob constantes tratamentos químicos contra pragas e doenças para a obtenção de populações  $F_2$  numerosa.

O restante da população  $F_1$  é plantada no ano seguinte, junto aos blocos de cruzamentos, com a finalidade de ser cruzado ou retrocruzado.

A partir da geração  $F_2$  o material é submetido a seleções em condições de campo com inoculações artificiais ou infestações naturais de Septoria nodorum Berk. em comparação com variedades testemunhas usadas como padrão de resistência e suscetibilidade.

Em face dos progressos alcançados no campo da pesquisa imunológica com o patógeno em questão, está sendo realizado intercâmbio com vários países do Mundo, principalmente Israel e Estados Unidos da América, inclusive com a remessa de fontes de resistência e de material segregante.

#### Bibliografia

Costa Neto, J. P. 1958. A "Septoríose" como causa de perdas na lavoura de trigo. Agrotecnia Sec. Ed. Cult. R. G. Sul II (4):43-43.

De Gasperi, A. J. Molestias do trigo no Rio Grande do Sul. Bol. Sec. Agric. R. G. Sul.

Frecha, J. H. 1970. Herencia de la resistencia a Septoria nodorum en trigo. 2ª Reunión da Soc. Genet. Balcarce Argentina.

- Lagos, M. B. 1973. Pesquisa de fontes de resistência a "Mancha da Gluma" do trigo (Septoria nodorum) em condições de campo. Fitopatologia (ALF)8: 11 (Resumo)
- Lagos, M. B. 1974. Comunicado verbal apresentado durante a VI Reunião Conjunta de Pesquisa de Trigo. Porto Alegre.
- Laubscher, F. X. et al. 1966. Heritable resistance of wheat varieties to glume blotch (Septoria nodorum Berk.) Phytopath. Z.56 260-264.
- Luzzardi, G. C. 1964. Escala de Leitura de Campo da "Septoriose" do trigo, causada por Septoria nodorum Berk. Agrisul vol. 2, nº 1:22-24.
- Luzzardi, G. C. 1967. Testes de Resistência de Variedades e Linhagens de Trigo a Septoria nodorum Berk. in Relatório de Atividades de Pesquisas durante 1966/67. Apresentado a Reunião de Pesquisa Conjunta de Trigo.
- Luzzardi, G. C. 1969. Moléstias do trigo na Região Sul do Brasil. Trabalho apresentado na III Reunião da Sociedade Brasileira de Fitopatologia. Rev. Soc. Fitopat. Ano III, Campinas, São Paulo.
- Luzzardi, G. C. 1969. Estudos sobre a herança de resistência de variedades de trigo a Septoria nodorum Berk. Rev. Soc. Bras. Fitopat. Ano III, Campinas, SP.
- Luzzardi, G. C., Maria, M. V. S. Wetzel e C. R. Pierobom. 1973. Estudos para determinação de raças fisiológicas ou de patogenicidade do fungo Septoria nodorum Berk. agente da "Septoriose das glumas" do trigo. Fitopatologia (ALF) 8:13 (Resumo).
- Metha, V. R. 1974. Ocorrência de Leptosphaeria sp. no trigo. EMBRAPA - IPEAME 3p.
- Pierobom, C. R., Maria M. V. S. Wetzel e G. C. Luzzardi. 1973. Escalas de leitura de campo da "Septoria das glumas" do trigo em nós. Fitopatologia 8:17 (Resumo)
- Sarasola, J. A. Infecção artificial de trigos com Septoria nodorum e Septoria tritici. Comunicado INTA Castelar, Argentina.
- Schramm, W. 1955. Pesquisa de fontes de resistência a Septoriose (Septoria nodorum Berk.) do trigo. Agros 8:33-44.
- Silva, A. R. e W. Schramm. 1955. Comportamento de variedades de trigo em face a uma epifítia de Septoria sp. Rev. Soc. Bras. Agron. 11:13-33.
- Silva, A. R. 1966. Melhoramento das variedades de trigo destinadas às diferentes regiões do Brasil. SIA Estudos Técnicos nº 33.
- Tocchetto, A. 1959. Septoriose, Oídio e Fusariose do trigo. Boletim do Campo. R. J. XV:16-21.

Quadro 1. Notas de Campo sobre Gibberella zeae e Septoria nodorum em Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil, em 1971\*

Cultivar	Origem	Reação a **	
		<u>Gibberella zeae</u>	<u>Septoria nodorum</u>
Estanzuela Sabia	Uruguai	70 MS	70 MS
Olaeta Artillero	Uruguai	80 S	80 S
Magnif 41	Argentina	80 S	90 S
Azteca	Mexico	90 S	90 MS
Indus	Mexico	90 VS	90 S
Norteno 67	Mexico	80 S	90 MR
Penjamo 62	Mexico	90 S	90 S
7 Cerros	Mexico	100 VS	100 MS
Crim	USA	50 MS	90 S
Nobeoka Bõzu	Japão	t VR	0 VR
IAS 20 - Iassul	Brasil	30 MS	0 VR
IAS 60	Brasil	5 R	0 VR
Lagoa Vermelha	Brasil	70 MS	0 VR
Toropi	Brasil	5 R	t R

\* Estraído de OSORIO, E. A. et alli, 1973 Breeding for Resistance to Septoria nodorum Berk. and Gibberella zeae (Schw.) Petch. in Brazil Annual Wheat Newsletter. Vol XIX. Kansas State University and Canada Department of Agriculture.

\*\* Notas de campo registradas como severidade (percentagem de infecção sobre as plantas, de 0 a 100) e resposta (indicada pelo tipo de infecção assinalado pelas seguintes letras: 0 = infecção não visível; VR = muito resistente; R = resistente; MR = moderadamente resistente; MS = moderadamente susceptível, e S = susceptível).

Quadro 2. Média de Infecção de Cultivares de Trigo a Septoria nodorum Berk. em Condições de Campo, com Inoculações Artificiais e Significância Estatística\*.

Cultivares	Espiga				Nos			
	1ª Época		2ª Época		1ª Época		2ª Época	
	Média	Signif.	Média	Signif.	Média	Signif.	Média	Signif.
Buck Manantial	3,67	A	3,17	A	2,67	A	3,33	A
Frontana	2,00	B	2,33	A	2,33	AB	2,50	AB
Lagoa Vermelha	0,67	C	0,17	B	1,83	AB	2,17	AB
IAS 20 - IASSUL	0,67	C	0,50	B	0,83	C	1,83	B
Toropi	0,17	C	0,33	B	1,50	BC	2,17	AB

Os dados representam a média de 6 repetições, em parcelas totalmente casualizadas.

\* Extraído de Luzzardi, G. C. et alli, 1974. Resistência de Cultivares de Trigo a "Septoriose" (Septoria nodorum Berk.) VI Reunião Anual Conjunta de Pesquisa de Trigo. Porto Alegre, RS.

Quadro 3. Informações sobre a seleção, época de lançamento, cruzamento e reação à Septoria nodorum Berk. das variedades recomendadas para o Sul do Brasil. (Extraído de Osorio, E. A. 1974 - Informações sobre as variedades de trigo recomendadas para cultivo no Rio Grande do Sul. Indicação de Pesquisa nº 5 UFPEL Pelotas RS.

Cultivar	Linhagem	Local de seleção	Ano de lançamento	Cruzamento	Septoria
B 15	B 15	Bagé	1974	Klein Colon - IAS 20	MR
B 20	BB 20	Bagé	1974	Klein Puntal - IAS 20	R
Buck Manantial		Argentina	1972	Rafaela MAG - Buck Quequén	S
C 33	C 33	Veranópolis	1973	Veranópolis - IAS 45	R
Cinquentenário	C 15	Veranópolis	1969	Timstein - Trintecinco x Egypt NA 101	R
Cotipora	C 3	Veranópolis	1965	Veranópolis <sup>2</sup> - Egypt NA 101	R
Don Marco	E 36	Encruzilhada	1968	Colonias x Supremo - Kenya	MS
Don Feliciano	E 28	Encruzilhada	1971	Trintanik- Timstein x Newthatch	MR
Encruzilhada	E 45	Encruzilhada	1970	Fortaleza - Kenya Farmer	MR
Erexim	S 18	J. Castilhos	1968	Colotana 296.52 - Yaqui 53	S
Frontana		Bagé	1945	Fronteira - Mentana	MS
IAS 20 - Iassul		Pelotas	1963	Colonias - Frontana x Kenya 58	R
IAS 50 - Alvorada		Pelotas	1967	Combate / Yaqui 48 x Egypt 101 - Timstein	MR
IAS 51 - Albatroz		Pelotas	1967		MR
IAS 52	Pel-A 54-63	Pelotas	1969	IAS 15 / Mayo 54 x Norin 10 - B 28.1c	MR
IAS 53	Pel 2210-63	Pelotas	1970	IAS 16 / Yaktana 54 x Norin 10 - B 21.1c	MR
IAS 54	Pel-A 506-64	Pelotas	1970	IAS 16x(Norin 10-B17 xYaqui 53/Yaqui 50-Kentana54	R
IAS 55	Pel-A 506-62	Pelotas	1971		R
IAS 56	Pel-A 683-64	Pelotas	1971		MR
IAS 57	Pel 13295-65	Pelotas	1972	IAS 20 - IAS 46	R
IAS 58	Pel 21424-66	Pelotas	1972	IAS 46 - Cotipora	R
IAS 59	Pel 13180-65	Pelotas	1972	IAS 31 - Norin 36	R
IAS 60	Pel 13494-65	Pelotas	1972	IAS 20 - IAS 46	R
IAS 61	RC 249	Caçador	1973	IAS 20 - ND 81 x IAS 51	R
IAS 62	Pel 13507-62	Pelotas	1973	IAS 20 - IAS 46	R
IAS 63	Pel 13738-68	Pelotas	1974	IAS 20 R - IAS 20 R	R
IAS 64	PF 69173	Pelotas	1974	(Pel 11319-61) x IAS 20 - ND 81	R
Ivai	S 28	J. Castilhos	1970	Carazinho - Colotana 834 x Yaktana 54	S
Jacui	S 63	J. Castilhos	1973	S 8 - Toropi	MR
Logoa Vermelha	C 17	Veranópolis	1969	Veranópolis x Marroqui - Newthatch	R
Multiplicacion 14		Uruguai	1972	Litoral Precoz - Klein 157	MR
Nobre	S 31	J. Castilhos	1969	Colotana 296.52 x Colotana 824 - Yaktana 54	MS
Pergamino Gaboto		Argentina	1972	Bagé 2018 x H 44 Sinvalocho MAG - Bage 1971.37	MR
S 76	S 76	J. Castilhos	1974	Giruá - Purplestraw	R
Santa Bárbara	E 11	Encruzilhada	1968	Trintecinco - Kenya Farmer	MS
Toropi	S 1	J. Castilhos	1965	Petiblanco 8 x Frontana 1971.37 - Quaderna A	R
Vila Rica	S 34	J. Castilhos	1970	Trintani <sup>2</sup> - Selkirk FL 53	MR

Summary

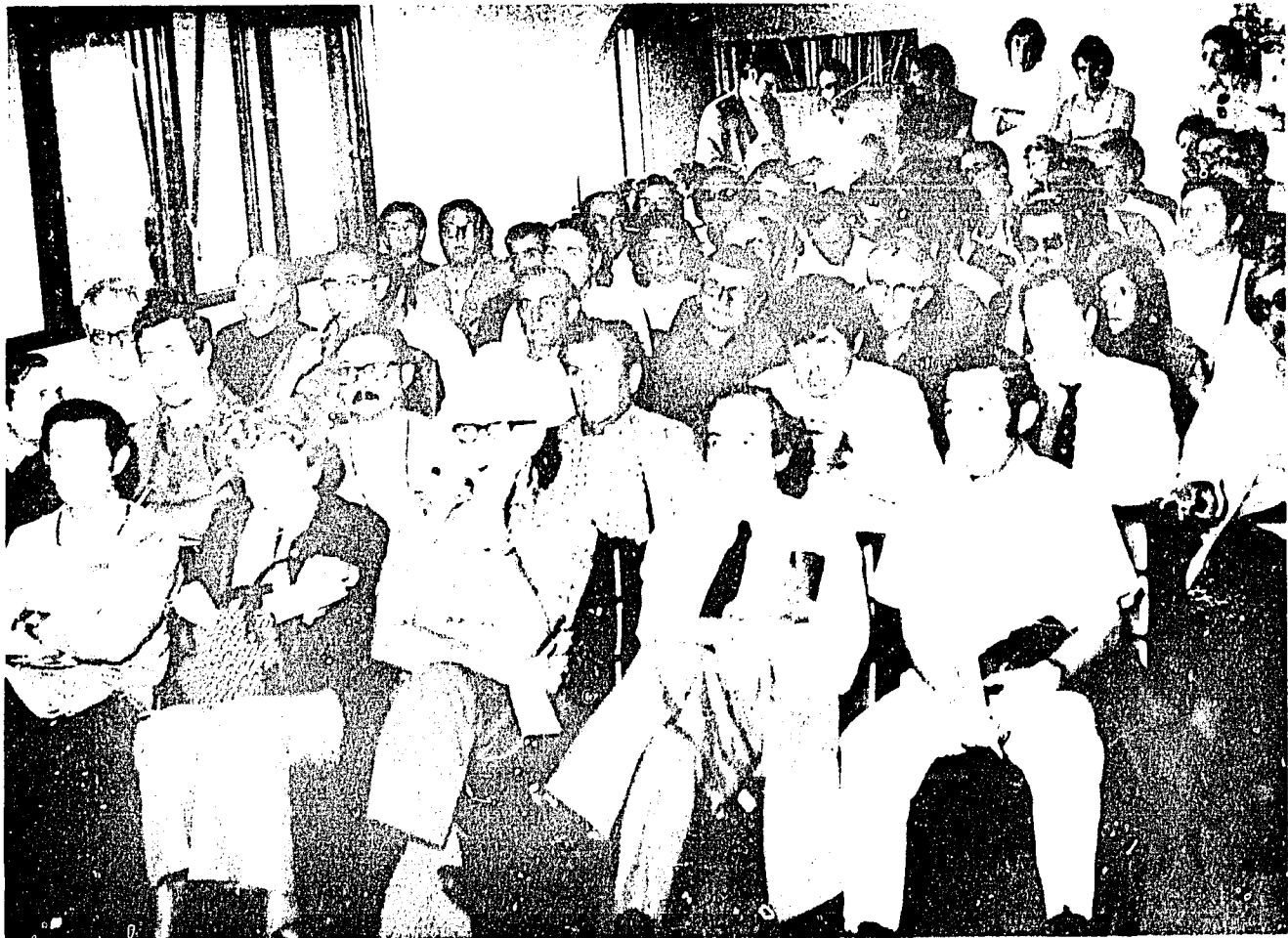
The diseases caused by Septoria nodorum and S. tritici are responsible for heavy losses in the wheat production in South Brazil.

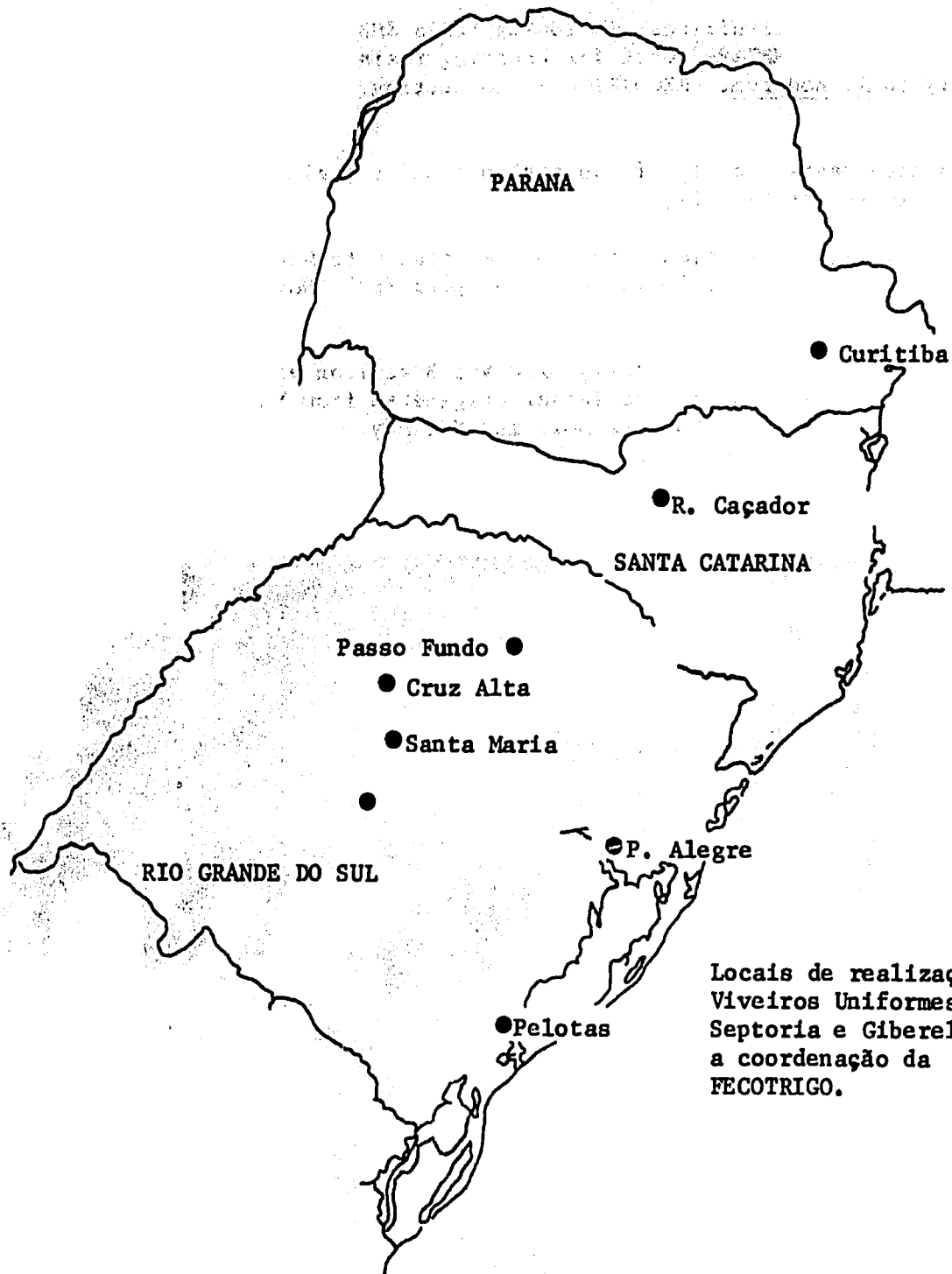
Several research institutions, including IPEAS-EMBRAPA, FAEM-UFPEL, FECOTRIGO, UFSM, SARS, IPEAME-EMBRAPA, work for breeding resistance to these diseases, especially to S. nodorum. FECOTRIGO is conducting a Uniform Septoria nodorum Nursery.

The resistance tests, mainly of adult plants under field conditions, are sometimes inoculated artificially.

There are Brazilian varieties with good resistance to Glume blotch, such as Logoa Vermelha (C 17), IAS 20 Ias sul, Cotiporã (63), Nova Prata (C 2), and Toropi (S 1).

The sources of resistance presently used are Brazilian varieties originated from Trintencinco and foreign varieties originated from Purplestraw and from Asiatic Varieties such as Nobeoka Bozu and Nyu Bay.





Locais de realização dos Viveiros Uniformes de Septoria e Gibberella, sob a coordenação da FECOTRIGO.

## MELHORAMENTO DE TRIGO PARA RESISTENCIA A "GIBERELA"

Gilberto C. Luzzardi, Carlos R. Pierobom,  
Eduardo A. Osorio, Joao Carlos S. Moreira,  
Maria M.V.S. Wetzell, Joao Carlos A. Dias

FAEM, UFPEL e IPEAS, EMBRAPA  
Pelotas, RS  
Brazil

(not presented at the Conference)

A "Giberela" do trigo, moléstia causada pelo fungo Gibberella zeae (Schw.) Petch., forma sexuada de Fusarium graminearum Schw. ocorria de forma esporádica e sem expressão econômica até a safra de 1957/58, quando ocorreu uma verdadeira epifitíia, ocasionando perdas consideráveis à lavoura tritícola do País desde aquele período, segundo diversos pesquisadores, TOCHETTO (1959), DE GASPERI ( ) LUZZARDI (1969) e outros.

Em face da importância assumida pela doença, foram iniciados trabalhos de testes de resistência de cultivares, inicialmente em estágio de plântulas, semeadas em meio de cultura constituído de farinha de milho e aveia, e inoculado anteriormente com o patógeno, por SILVA et al (1963b) na Escola de Agronomia Eliseu Maciel, hoje incorporada a Universidade Federal de Pelotas. Posteriormente, por iniciativa de Ady Raul da Silva, então Diretor do Instituto Agrônomico do Sul, hoje, IPEAS, iniciou-se um intercâmbio técnico-científico com instituições de pesquisa e ensino do Japão, vindo em 1961 a Pelotas a geneticista japonesa Dr. Moto-oki Nagakawa, que desenvolveu suas técnicas de trabalho no campo da imunologia relacionada com a moléstia em apreço. Mais tarde, em 1963, por iniciativa da Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul, o mesmo técnico veio assessorar os trabalhos desenvolvidos por aquela Instituição de Pesquisa. Em decorrência do mesmo intercâmbio cultural, o Dr. Ady Raul da Silva, visitou o Japão em 1962 e mais tarde G. C. Luzzardi em 1969, acompanhando todo o trabalho desenvolvido nas Universidades e estações experimentais, especialmente na Estação Experimental de Tokai-Kinki, na cidade de Tsu. Mercê, deste intercâmbio, foram iniciados os trabalhos de imunologia no Brasil, sob nova tecnologia, inclusive com a inclusão de cultivares de trigo, oriundos da Ásia e introduzidos do Japão.

Silva (1966), em seu trabalho, cita diversas fontes de resistência e o método de melhoramento julgado conveniente.

Atualmente, os testes de resistência são conduzidos com plantas adultas, em condições de estufa e de campo, com ou sem inoculações artificiais durante a florada. Os testes em estufa são conduzidos em temperatura média de 25° C e umidade relativa acima de 85%. As inoculações artificiais são efetuadas durante a floração, três vezes por semana, através de pulverizações com suspensão de esporos e micélio constituída de mistura de diferentes isolados, visando uma amostragem representativa da população patogênica da região tritícola. Já foram testadas centenas de cultivares e linhagens de trigo nacionais e estrangeiras.

Nos trabalhos de pesquisa de fontes de resistência a avaliação do material é feita através de escalas japonesas modificadas de espiga e grãos, como segue:

ESCALA DE ESPIGA

<u>GRADUACÃO</u>	<u>REACÃO</u>	<u>% INFECCÃO</u>
0	Imune	0
1	R	1-5
2	MR	5-25
3	MS	25-50
5	AS	+ 75

ESCALA DE GRÃOS

<u>GRADUACÃO</u>	<u>REACÃO</u>	<u>% INFECCÃO</u>
0	Imune	Zero
1	R	até 8
2	MR	9-11
3	MS	12-20
4	S	21-50
5	AS	+ 50

Diversas entidades de pesquisa agricola estão empenhadas neste trabalho, entre elas o IPEAS-EMBRAPA, FAEM-UPFEL, FECOTRIGO, UFMS, SARS, IPEAME-EMBRAPA, havendo inclusive um ensaio padronizado, sob a coordenação da FECOTRIGO, que é realizado pelas instituições participantes em diferentes locais.

Melhoramento

Na atualidade, o programa de obtenção de variedades resistentes é baseado principalmente em cruzamentos com fontes de resistência asiática, como Nobeoka Bōzu, Pekin 8, Nyu Bay, Minami, Kyushu 69, Abura, Inayama, Tokai 66 e outras.

Esses cultivares, principalmente os três primeiros, tem revelado apreciavel grau de resistência em condições de estufa, e em condições de campo, todas se mostram praticamente imunes. Por outro lado, os cultivares brasileiros Totopi (S<sub>1</sub>) e Encruzilhada (E45) apesar de não apresentarem resistencia em condições de estufa, são utilizados em virtude de sua apreciável resistência de campo, conforme se pode depreender dos quadros nº 1 e 2.

A população F<sub>1</sub> obtida é multiplicada parcialmente em gerações de verao, em condições de ripado ou no centro do País. O restante é semeado junto aos blocos de cruzamento visando retrocruzas ou cruzamentos multiplos.

A seleção é iniciada a partir da geração F<sub>2</sub>, em condições de campo, com ou sem inoculações artificiais. O material selecionado, mais promissor, é submetido a partir de F<sub>3</sub>, a testes rigorosos, em condições de estufa, conforme exemplo apresentado no quadro 3.



Quadro 1. Reação de cultivares de trigo à Gibberella zeae (Schw.) Petch., em condições de estufa, com inoculação artificial\*.

Cultivar	% grãos infectados**			
	1971	1972	1973	Media
Gabo	80.9	73.8	74.0	76.2
Sei Sen 1	--	68.6	58.4	63.5
Lagoa Vermelha	64.9	39.3	57.0	53.7
Abura	--	41.3	56.1	48.7
Inayama	34.6	48.2	37.7	40.2
Toropi	36.4	38.4	21.1	32.0
Encruzilhada	22.5	--	24.2	23.3
Minami Kyuchu 69+	6.2**	25.2	18.5	16.6
Pekin 8	20.0**	12.3	13.5	15.5
Nobeoka Bōzu	13.6**	6.9**	12.0**	10.8
Nyu Bay	15.6**	5.7**	6.5**	9.3
Media	32.7	36.0	34.5	35.4

\* Extraído de LUZZARDI, G. C. et al. 1974. Resistência de Cultivares de Trigo a "Giberela". VI Reunião Anual Conjunta de Pesquisa de Trigo. Porto Alegre, RS.

\*\* Os dados acima representam a média da percentagem de grãos giberelados em dez repetições (mínimo de 50 plantas), analisados pelo teste de Duncan ao nível de 5%.

Quadro 2. Notas de Campo sobre a Incidência de Gibberella zeae (Schw.) Petch., em Pelotas, RS, Brasil, em 1971.\*

Cultivar	Origem	Reação a <u>Gibberella zeae</u> **
Estanzuela Sabia	Uruguai	70 MS
Olaeta Artillero	Uruguai	80 S
Magnif 41	Argentina	80 S
Azteca	Mexico	90 S
Indus	Mexico	90 VS
Norteño 67	Mexico	80 S
Penjamo 62	Mexico	90 S
7 Cerros	Mexico	100 VS
Crim	USA	50 MS
Nobeoka Bōzu	Japão	t VR
IAS 20-Iassul	Brasil	30 MS
IAS 60	Brasil	5 R
Lagoa Vermelha	Brasil	70 MS
Toropi	Brasil	5 R

\* Extraído de OSORIO, E. A. et al. 1973. Breeding for resistance to Septoria nodorum Berk. and Gibberella zeae (Schw.) Petch. in Brazil. The Annual Wheat Newsletter. Vol. XIX. Kansas State University and Canada Department of Agriculture.

\*\* Notas de campo registradas comoseveridade (porecntagem de infecção sobre as plantas de 0 a 100) e reação (indicada pelas letras: VRçaltamente resistente; R=resistente; MR=moderadamente resistente; MS=moderadamente susceptível; S=susceptível e t=traços.

Quadro 3. Reação de progênies e cultivares de trigo à Giberela, em testes de estufa\*.

Progênies ou cultivares	Reação de cultivares**	Reação de plantas***			
Nyu Bay x Lagoa Vermelha (F <sub>3</sub> )	15.7				
Nobeoka Bõzu x ? (F <sub>3</sub> )	2.2	1.4	4.8		
IAS 54 x Nobeoka Bõzu (F <sub>4</sub> )	86.8	5.0	4.7	9.4	8.0
	7.3	12.5	12.5	11.1	8.7
	15.4	16.8	8.8	10.8	7.9
	9.1				
Toropi x Nobeoka Bõzu (F <sub>6</sub> )	6.6	7.1	7.4	10.1	8.6
	4.5	9.0	8.3		
IAS 20 x Toropi (F <sub>6</sub> )	22.6				
Nyu Bay	9.3				
Lagoa Vermelha	53.7				
Nobeoka Bõzu	10.8				
IAS 54	70.2				
IAS 20	50.3				
Toropi	32.0				

\* Extraído de Luzzardi, G. C. et al. 1974. Comparação entre Progênies e Cultivares de Trigo para Resistência a "Giberela", Mantidas em Condições de Estufa e sob Constantes Inoculações Artificiais. VI Reunião Anual Conjunta de Pesquisa de Trigo. Porto Alegre, RS.

\*\* Medias de percentagens de grãos giberelados, em varios anos de testes.

\*\*\* Percentagem de grãos giberelados em plantas testadas em 1974.

#### Bibliografia

1. De Gasperi, A. J. Moléstias do Trigo no Rio Grande do Sul. Boletim Sec. Agric. R. G. Sul. 36 p.
2. Luzzardi, G. C. 1969. Moléstias do Trigo na Região Sul do Brasil. Trabalho apresentado na III Reunião da Sociedade Brasileira de Fitopatologia. Rev. Soc. Bras. Fitopat. Ano III, Campinas, SP.
3. Luzzardi, G. C., C. R. Pierobom et M. M. Wetzel. 1972. Meio de Cultura para Multiplicação de Gibberella zeae (Schw.) Petch., ou Fusarium graminearum (Schw.) agente da "Giberela" do Trigo. Trabalho apresentado na V Reunião da Sociedade Brasileira de Fitopatologia, realizada de 17 a 20 de janeiro. Fortaleza, CE Resumo entregue para publicação na Revista da SBF.
4. Luzzardi, G. C. 1970. Sugestões para programa especial de trigo visando resistência a "Septoriose" e a "Giberela", especialmente. Trabalho apresentado na Reunião Conjunta de Pesquisa do Trigo IPEAS-Secretaria da Agricultura RS, Porto Alegre, RS.
5. Luzzardi, G. C., C. R. Pierobom, E. A. Osorio, J. C. S. Moreira et M. M. V. Wetzel. 1973. Resistência de Cultivares de Trigo à Gibberella zeae (Schw.) Petch.=Fusarium graminearum Schw. Trabalho apresentado no VI Congresso Brasileiro de Fitopatologia, Pelotas. Resumos enviados para publicação na Revista da SBF e na Revista FITOPATOLOGIA, da Sociedade Sul-Americana de Fitopatologia.

6. Luzzardi, G. C. et alii. 1974. Resistência de Cultivares de Trigo à "Giberela". Trabalho apresentado na VI Reunião Conjunta de Pesquisa de Trigo. Porto Alegre, RS.
7. Luzzardi, G. C. et alii. 1974. Comparação entre Progenies e Cultivares de Trigo, para Resistência à "Giberela", Mantidas em Condições de Estufa e sob Constantes Inoculações Artificiais. Trabalho apresentado na VI Reunião Conjunta de Pesquisa de Trigo. Porto Alegre, RS.
8. Luzzardi, G. C. et alii. 1974. Wheat Breeding for Resistance to Gibberella zeae (Schw.) Petch. Trabalho enviado para publicação na Annual Wheat Newsletter, ed. por Kansas State University e Canada Department of Agriculture.
9. Osorio, E. A., G. C. Luzzardi et J. C. Moreira. 1973. Breeding for resistance to Gibberella zeae (Schw.) Petch. and Septoria nodorum Berk. in Brazil. Annual Wheat Newsletter, Vol. XIX. Kansas State University, Kansas, USA.
10. Osorio, E. A., Dias, J. C. A., Luzzardi, G. C. et Moreira, J. C. S. 1974. Melhoramento do Trigo em Pelotas, Ano de 1973. Trabalho apresentado na VI Reunião Conjunta de Pesquisa de Trigo. Porto Alegre, RS.
11. Silva, A. R. et Walton. 1963b. Relatório dos Trabalhos Realizados com o Auxílio do Conselho Nacional de Pesquisas. Não publicado.
12. Silva, A. R. 1966. Melhoramento das Variedades de Trigo Destinadas as Diferentes Regiões do Brasil. SIA. Estudos Técnicos no. 33.
13. Tochetto, A. 1959. Septoriose, Oídio e Fusariose do Trigo. Boletim do Campo. R. J. XV:16-21.

#### Summary

The disease caused by Gibberella zeae (Schw.) Petch. Fusarium graminearum Schw. is responsible for heavy losses in the wheat production in South Brazil.

Several research institutions, including IPEAS, EMBRAPA, FAEM-UFPEL, FECOTRIGO, UFSM, SARS, IPEAME-EMBRAPA, work for breeding resistance to the disease. FECOTRIGO is conducting a Uniform Scab Nursery.

The resistance tests of adult plants at field conditions are sometimes inoculated artificially. Glasshouse tests with heavy inoculum potential are realized at Pelotas.

The sources of resistance presently used are Brazilian varieties 2S TOROPI (S<sub>1</sub>) and ENCRUZILHADA (E45), and the Asiatic varieties Nobeoka Bozu, Nyu Bay and Pekin 8. The selection starts with F<sub>2</sub> under field conditions and part of the selected material is submitted to glasshouse tests.

## TRIGO: DEMANDA CRECIENTE DE AUMENTOS EN PRODUCCION Y RENDIMIENTO UNITARIO

I. Ramírez A.

Instituto de Investigaciones Agropecuarias  
Chile

Se estima que hacia 1975 la población mundial llegará a cuatro billones de habitantes. Existe evidente preocupación frente a este continuado aumento que podrá causar en un futuro cercano una escasez generalizada de alimentos, a nivel global. Al mismo tiempo, se ha hecho presente una crisis aguda en el suministro de energía, causada por los altos precios y disminución del abastecimiento. Las reservas de combustibles fósiles son limitadas y la elevada tasa de consumo tiende a esgotarlas rápidamente.

Muchas personas están convencidas que la crisis de energía tendrá un impacto profundo sobre los usuarios y creadores de alta tecnología, como los en la producción de alimentos en los Estados Unidos y otros países desarrollados, y la "Revolución Verde" puesto que esos sistemas de producción dependen fundamentalmente de grandes insumos de energía. Esos sistemas o tipos de agricultura han conseguido con éxito aumentar los rendimientos de los cultivos mediante el empleo de tecnología mejorada.

Uno de los recursos renovables que está esgotándose rápidamente es el petróleo, el elemento más importante en los extraordinarios rendimientos y alta calidad de la agricultura de los países adelantados. La energía se emplea en la mecanización agrícola, transporte, riego, fabricación de fertilizantes y pesticidas y en otras prácticas de manejo de cultivos. La energía se ha convertido en una parte tan indispensable e integral de la agricultura moderna que la crisis energética que se pronostica a corto futuro tendría un significado muy importante para todas aquellas regiones del mundo que han adoptado o están adoptando la tecnología característica del sistema occidental de agricultura intensiva.

Pimentel et al autores de las consideraciones anteriores (opus citada) estiman altamente necesario realizar un estudio cuidadoso para medir el insumo de energía en las técnicas de producción de cultivos que hemos mencionado.

Estos investigadores (tomando el maíz como modelo de la agricultura en U.S.A.) analizaron las necesidades totales de energía que serviría de base para una estimación de ese insumo en la producción de alimentos a nivel mundial por una agricultura moderna basada en uso amplio de la energía.

Los resultados de este análisis indican que a medida que los recursos en combustibles sólidos disminuyan los costos de la energía serán cada vez más altos. En base a las tendencias actuales de consumo afirman que los costos se doblarán o triplicarán en una década. Esta afirmación ya ha sido dejada muy atrás por la reciente crisis en el abastecimiento de petróleo. Como natural consecuencia, cuando los costos de la energía resulten muy onerosos, profundos cambios deberán producirse en la agricultura.

Entre las medidas propuestas, para reducir la energía empleada en la agricultura, sin perder eficiencia, se proponen:

1. Aumentar en algunas labores el uso de energía proveniente de mano de obra (aplicación de herbicidas a fertilizantes con elementos manuales).

2. Diseñar maquinaria que opere más económicamente y de escala adecuada a las labores por realizar.
3. Reducción del empleo de fertilizantes químicos y su reemplazo por estiércol o materia orgánica de origen animal.
4. Rotación alternada de leguminosas y otros cultivos. Empleo de leguminosas como abono verde.
5. Eliminación de las malezas por cultivo mecánico, lo que requiere menos energía total que el uso de herbicidas.
6. Reducción al mínimo necesario de las labores de preparación de suelos.
7. Aumentar el valor nutritivo (% de proteína en los granos, trigo o maíz por ejemplo) que haría necesaria una menor cantidad de producto.
8. Mejoramiento de la resistencia a enfermedades y pestes, reduciendo así la energía en la fabricación de los productos de control y mejoramiento de las respuestas a fertilizantes.
9. Mejorar el transporte.

Los autores mencionados indican que este conjunto de medidas o combinaciones de ellas, podrían bajar el consumo máximo de energía a la mitad, sin perder los actuales niveles de rendimiento.

Los conceptos expuestos anteriormente plantean un serio interrogante a los países en desarrollo: Cual será en el futuro inmediato el tipo de transferencia tecnológica proveniente de los países adelantados, que se adapte mejor no sólo a las necesidades sino a sus escasos recursos? Esta cuestión merece un cuidadoso estudio y adecuada planificación si se desea construir sistemas de producción que, a largo plazo, no creen mayores problemas que los que pretenden solucionar. La relevancia de una solución acertada en esta materia se aprecia aún más si consideramos que el tiempo corre aceleradamente en contra nuestra pues cada día transcurrido significa más bocas que alimentar.

#### Situación de los fertilizantes

Siendo los fertilizantes uno de los componentes más importantes en los aumentos de rendimiento de la tecnología agrícola avanzada es interesante analizar brevemente la situación actual y perspectivas futuras.

En un informe reciente se expresaba que hace algunos años la excesiva capacidad de producción y los bajos precios fueron las características más sobresalientes de aquellos sectores orientados a la exportación en la industria de fertilizantes. La situación indicada comenzó a cambiar a fines de 1971.

Los suministros de materiales fertilizantes escasearon en el mercado internacional y los precios comenzaron a subir.

A fines de 1972, los precios de exportación se acercaban a los altos niveles de mediados del decenio 1960-70. El año pasado se consideraba que deberían haber comenzado a disminuir los niveles de aumento de precio, con tendencia a estabilizarse hacia 1979. Esto sería posible siempre que entrasen al mercado nuevos productores y si aumentara la producción de los expostadores tradicionales y productores de Europa Oriental.

A largo plazo, los precios de los fertilizantes han subido mucho más que los otros medios de producción. Los precios han sido contenidos por la aplicación de nuevas técnicas y por el carácter tradicionalmente competitivo de la industria.

Sin embargo, en la actualidad y hacia el futuro, los costos crecientes de las materias primas (especialmente gas natural y petróleo) y la lucha contra la contaminación, tendrán que repercutir adversamente en esa tendencia a largo plazo.

En los países subdesarrollados el consumo de fertilizantes aumentó a una tasa promedio anual de 15% aproximadamente, mientras que en los países desarrollados esa cifra era de un 8%.

De acuerdo con lo dicho respecto a fertilizantes, cualquier aumento en la producción agrícola, especialmente en los países en desarrollo que emplean tecnologías con alto uso de fertilizantes, será de costo bastante más elevado que en el pasado, a menos que se arbitren las medidas para crear una infraestructura capaz de suplir las necesidades dentro de los propios países consumidores. Obviamente, esto necesita de tiempo y de un substancial apoyo en créditos internacionales, por parte de las naciones adelantadas hacia el mundo en desarrollo.

#### La producción de Trigo

Se estimaba el año pasado que en 1973-74 la producción mundial de trigo aumentó considerablemente respecto a los bajos niveles de año anterior. Cifras disponibles posteriormente este año, confirmaron esa estimación. La producción mundial en 1973 alcanzó a una cosecha record de trescientos sesenta y siete millones (367.000.000) de toneladas métricas, superior en 10% a la de 1972 y 17% más alta que el promedio de los años 1967-71.

El área mundial cultivada con trigo aumentó cerca de un 5%, hasta 218.000.000 de hectáreas y el rendimiento unitario se elevó a 16.8 qqm/ha. es decir un 5%.

La cosecha en Sud América se ha calculado para dicho año en 9.2 millones de toneladas, un 4% más alta que en 1972, pero con un rendimiento unitario de 13.5 qqm/ha bastante inferior al promedio mundial, y muy lejos de aquellos obtenidos en Europa o en América Centro Norte.

No obstante la recuperación de la producción durante 1973, las disponibilidades exportables se redujeron por haber sido bajas las existencias de enlace, y los precios internacionales alcanzaron niveles sin precedentes a causa de la continuada y firme demanda de cereales. Tal situación refleja el aumento de las necesidades de importación de América Latina, el Cercano Oriente y el Lejano Oriente, causado por las deficientes cosechas. Igualmente influyeron el aumento de las necesidades de cereales para alimentación animal en Europa y Japón.

Para satisfacer las necesidades mundiales de importación, se cree probable una nueva reducción de los remanentes, ya bastante bajos en el caso del trigo, de los países exportadores.

La situación en América Latina, en general, dista lejos de ser adecuada ya que ha debido importar cantidades crecientes de trigo y otros alimentos. Si consideramos nuestra elevada tasa de crecimiento demográfico en contraste con el escaso crecimiento del índice anual medio de aumento de la producción agrícola se estará de acuerdo en la urgencia de poner en práctica todas aquellas medidas necesarias para conseguir un aumento rápido y considerable de la producción de trigo y del rendimiento unitario de este cereal. Por supuesto, esta evidencia nos enfrenta claramente con el problema de los costos crecientes que hemos mencionado, y que aparece

casi como inevitable si se desea ese desarrollo acelerado de la producción y el mejoramiento a corto plazo del rendimiento unitario.

#### Mejoramiento del rendimiento unitario

Indudablemente existen diversos caminos para lograr el aumento de la producción de trigo, pero en alguna otra forma y medida ellos traducirían y no sería posible sin ello, el mejoramiento del potencial genético de rendimiento de los genotipos involucrados y el conocimiento cada vez más amplio de su interacción con el medio ambiente.

La mayoría de los fitogenetistas estará de acuerdo con Hron en que el primer objetivo de los mejoradores es aumentar el rendimiento y su estabilidad de expresión. Cree que hay regiones que pueden emplear variedades intensivas, pero otras, por condiciones de clima y suelo, deben usar variedades menos exigentes.

La producción de variedades para una agricultura menos intensiva requiere de cierto compromiso con los factores de selección o mejoramiento para alto rendimiento. Se requiere variedades más altas a expensas de su resistencia al acame; pero tal vez con resistencia a la sequía o adaptación a determinadas condiciones de suelo, y por consiguiente con potencial de rendimiento más limitado. En el Este de Europa existen variedades con alta tolerancia a la variabilidad de medio ambiente, pero carecen de un adecuado potencial de rendimiento. Concluye que es necesario un intenso programa de cruza amplia con variedades de otras regiones para crear genotipos que sin perder su calor de adaptación local posean mayor capacidad de rendimiento.

Por su parte, Lukyanenko, expresa que los altos rendimientos obtenidos en trigo de invierno se deben principalmente a la creación de nuevas variedades de tipo intensivo que reemplazaron a aquellas extensivas de paja muy larga y poca resistencia al acame.

Esos cultivares de elevado potencial de rendimiento fueron desarrollados recientemente por cruzamientos entre genotipos ecológica y geográficamente remotos.

Una de las características sobresalientes de las nuevas variedades, como Bezostaja 1, es su amplia "plasticidad ecológica", o lo que es lo mismo gran capacidad de adaptación a diversos medios ambientes. Considera que en el mejoramiento de sus variedades semienanas la disminución del tamaño de las partes no productivas de la planta debería estar balanceada por un aumento de su parte productiva, i.e. mayor cantidad de grano por espiga.

Por lo tanto, su esquema de mejoramiento está basado en elevar continuamente la productividad de la espiga, en combinación con otro grupo complejo de caracteres que condicionan el potencial de rendimiento y su estabilidad de expresión ante un medio ambiente y prácticas culturales determinadas.

Para aumentar drásticamente el rendimiento por espiga recurre el autor citado y sus colaboradores a cruza intergenéricas remotas, además de usar la variabilidad intraespecífica de los trigos comunes.

Sin embargo, la creación de nuevas variedades con niveles de rendimiento aún más altos que los actuales presenta requerimientos o solución de problemas cada vez más complejos, de tal manera que es difícil resolverlos por un solo método.

Aparece necesario el empleo conjunto de varios métodos diferentes, hibridación intraespecífica, cruza remota intergenérica e interespecíficas, mutagénesis, mejoramiento por heterosis, etc.

### Rendimiento y fisiología del trigo

R. A. Fischer de CIMMYT y G. M. Thorne de Rothamsted han realizado recientemente un examen muy completo de numerosas ideas sobre fisiología del rendimiento de grano en trigo. Además, estos investigadores presentan conclusiones de sumo interés en el aspecto anotado, provenientes de sus respectivos programas experimentales, algunas de las cuales procuraremos resumir a continuación.

Según Fisher, es necesario considerar la sugestión que el mejoramiento de trigo ha alcanzado un plateau y que las modernas variedades de trigo semienano no tienen defectos óbvios en términos de potencial de rendimiento. Es decir, aquellos defectos que limitaban claramente el rendimiento de las variedades antiguas (tendidura, desgrane, brotación, tipo inadecuado de desarrollo, falta de resistencia al frío, etc.) han sido o están en vías de eliminarse. No se toca aquí, y se reconoce su importancia, al considerable trabajo de mejoramiento de resistencia a enfermedades.

La investigación en fisiología del trigo comenzó en CIMMYT en la temporada 1970-71 y su propósito era determinar las características morfológicas y fisiológicas conducentes a obtener alto potencial de rendimiento en grano. Este conocimiento permitiría una selección más efectiva de los progenitores y de la progenie en el programa de mejoramiento varietal.

Se emplearon dos caminos: 1) Obtener información sobre el desarrollo, tipo de crecimiento y rendimiento empleando un grupo numeroso y diverso de genotipos a través de mediciones del número de tallos (macollas) por  $m^2$ , del peso seco (granos por  $m^2$ ), índice de área fotosintética, etc. y 2) se utilizó la variedad Yecora 70, la más rendidora de las nuevas variedades, para determinar que factores determinaban el rendimiento, en presencia de suficiente agua y nitrógeno.

Alterando la fotosíntesis por distintos tratamientos experimentales, se obtuvo amplia evidencia que dicho proceso era de gran importancia en el rendimiento de grano, no solo en el estado de llenado del grano sino también durante gran parte de la fase vegetativa cuando el tamaño del receptáculo (sink size), granos por  $m^2$ , estaba siendo determinada.

Al estado de post-emergencia de la espiga, empleando condiciones modificadas de luz y de competencia por la luz entre los tallos, se consiguió determinar la influencia de la variabilidad en el tamaño del receptáculo sobre el rendimiento de grano. A medida que aumentaba el tamaño del receptáculo aumentaba también el rendimiento en grano hasta un máximo de 33.600 granos/ $m^2$ , lo que significó un rendimiento de 11.2 ton. por ha. (12% humedad). Por lo tanto, la disponibilidad de luz del medio ambiente era suficiente para rendimientos de esa magnitud, pero para alcanzarlos era necesario aumentar el tamaño del receptáculo substancialmente sobre el de los testigos.

Fischer especifica que entiende por potencial de rendimiento al "límites superior que el clima impone en el rendimiento de grano de un genotipo determinado". Esta definición presume prácticas agronómicas óptimas y la ausencia de enfermedades de importancia, de condiciones de suelo deficientes y fenómenos climáticos adversos.



Por lo tanto, este límite climático sobre el rendimiento está básicamente relacionado con la cantidad de radiación solar recibida durante la vida de la planta, y en un sentido amplio, y con la eficiencia de ese genotipo para utilizar esta radiación.

Propone como estrategia lógica para el fisiólogo de cultivos, el dirigir primero sus investigaciones a entender las bases fisiológicas del control ejercido por el clima y el genotipo sobre el potencial de rendimiento, para en seguida, con esos conocimientos indicar criterios de selección a los mejoradores que podrían conducir hacia potenciales más altos de rendimientos. Concluye que el estudio de los diversos factores fisiológicos que influyen en el rendimiento permitirán manipularlos para obtener rendimientos más altos que los actuales. Así por ejemplo, en el valle del Yaqui el rendimiento regional es de 4 ton/ha. Las nueve variedades más un manejo óptimo han alcanzado 8 ton/ha. El máximo alcanzado experimentalmente, aumentando el tamaño del receptáculo, ha sido 11.2 ton/ha. Cálculos teóricos indican que con la irradiación disponible se podría llegar a 20 ton/ha. El record mundial obtenido en Washington State en 1965 con la variedad Gaines) es de 14 ton/ha. De manera que no es aventurado pensar en rendimientos promedios de 10 ton/ha.

G. N. Thorne expresa que se ha reconocido desde hace tiempo que para entender las causas de la variabilidad final en el rendimiento de grano es necesario estudiar el desarrollo de la planta. Los primeros estudios midieron altura de planta, número de plantas y macollas a través del desarrollo y en la madurez, los componentes de rendimiento de grana (número de espigas, número de granos/espiga, tamaño del grano).

Estas primeras investigaciones dieron mucha luz sobre la estructura de las plantas de cereales pero contribuyeron muy poco a esclarecer las causas fundamentales de las variaciones en rendimiento. Una razón puede ser el hecho que los componentes de rendimiento tienden a estar inversamente correlacionados entre sí, de modo que cuando el rendimiento del grano está positivamente correlacionado con un componente, está a menudo relacionado negativamente con otro.

El concepto "fuente de producto fotosintético-receptáculo" ha sido muy útil en cuanto ha servido para concebir líneas de investigación acerca de cómo los procesos fisiológicos de la planta como un todo, controlan el rendimiento de grano. Una mejor comprensión del concepto "fuente-receptáculo" es esencial si queremos obtener una base fisiológica efectiva para conseguir aumentos superiores de rendimiento. Sin este conocimiento, los esfuerzos para mejorar los rendimientos mediante aumentos de la producción fotosintética total pueden ser inútiles.

En todo caso, Thorne indica que la evidencia presentada por numerosos autores, señala que la manera más adecuada de aumentar los rendimientos de grano es a través de mejorar la distribución de la materia seca.

La tasa de fotosíntesis por unidad de área foliar de las modernas variedades de trigo, no es mayor que aquella de los tipos ancestrales y la producción total de materia seca de las recientes variedades de paja corta y erecta es solo más alta que en las variedades antiguas porque puede proporcionarseles más nitrógeno sin que se tiendan. Pero ha habido un continuo aumento de la materia seca total aportada por el grano en los últimos aumentos de rendimiento conseguidos por variedades de trigo derivadas de las cruces con la variedad japonesa Norin.

El mecanismo que controla simultaneamente la distribución y la producción del elemento resultante debe seguirse estudiando por los fisiólogos con el objetivo final de aumentar el rendimiento de grano.

A medida que se amplian los horizontes de investigación es preciso enfrentarse con sistemas cada vez más complejos. Por una parte, las suposiciones que se hacen sobre el comportamiento aislado de cada componente, se hacen también menos confiables, y a medida que un mayor número de variables debe ser incluida, el número de posibles combinaciones por estudiar sube rápidamente. Por ejemplo, es posible probar el rendimiento de 20 variedades de una planta en un ensayo. Pero si se desea probar siembras con mezclas de dos variedades, es necesario estudiar 190 combinaciones.

Pronto se alcanzara el punto en que una mejor comprensión básica de la interacción de las plantas en la siembra mezclada sería el modo más práctico de investigación.

La investigación de la fisiología del rendimiento en trigo es un buen ejemplo en el que la ciencia básica puede contribuir y ser estimulada por la ciencia "aplicada".

Cuando la investigación básica ha sido estimulada por la agricultura, como en el caso del desarrollo de la Biometría en Rothamsted, o en la colección mundial de especies de plantas por Vavilov y su posterior estudio del origen de las plantas cultivadas, el resultado y significado de esa interacción fue de gran importancia.

#### Referencias

CIMMYT 1970/71 Report, p 33-35.

FAO Bolstín Mensual de economía y estadística agrícola. Vol 22(11), Nov, 1973, Roma.

FAO \_\_\_\_\_ Vol 22(6). Junio 1973.

Hron, R. Winter Wheat Improvement, Easter Europe. Proceedings Winter Wheat Conference, Ankara, Turkey, June 1972. Ed. V. A. Johnson, Nebraska Agr. Exp. Sta. p. 8-12.

Fischer, R. A. Ideas on the physiology of yield potential in the wheat crop (Unpublished paper) CIMMYT, May 1972.

\_\_\_\_\_ CIMMYT Wheat Physiology. 1974. (Unpublished report)

Levins, R. 1973. Fundamental and applied research in agriculture. Science Vol. 181:523-524.

Lukyanenko, P. P. 1972. Some results of winter wheat breeding in the USSR and the trends of its progress. Proceedings Winter Wheat Conference. Ankara, Turkey, June 1972. Ed. V. A. Johnson, Nebraska Agr. Exp. Sta. p. 13-21.

Pimental, D. et al. 1973. Food production and the energy crisis. Science Vol. 82:443-448.

Thorne, G. N. 1974. Physiology of grain yield of wheat and barley. Rothamsted Report for 1973, Part 2, p.5-25.

World Agricultural Production and Trade. Statistical Report, March 1974. USDA Foreign Agricultural Service, Wash. D.C.

CRUZAS REMOTAS EN CEREALES Y SU POSIBLE UTILIDAD  
EN PROGRAMAS DE MEJORAMIENTO EN AMERICA LATINA

by

M. A. Quiñones, R. Rodriguez

Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz y Trigo  
Mexico

Muchos genes o cualidades deseables en cereales cultivados, existen en poblaciones silvestres en géneros y especies afines. El mejorador de plantas en algunas ocasiones ha intentado transferir estas cualidades a través de hibridaciones entre géneros o especies filogenéticamente emparentados. Algunas de las características deseables que se han intentado transferir de una especie a otra son: resistencia a enfermedades, tolerancia a condiciones de sequía, mejor calidad nutricional, etc.

Cuando se cruzan géneros o especies afines, al mejorador de plantas se le presentan varias alternativas en el manejo de estos materiales:

Adición de cromosomas. En ausencia de sinapsis y recombinación genética entre los cromosomas de los genomios de las especies involucradas, después de una serie de retrocruzamientos hacia el progenitor recurrente y seleccionando siempre para la característica que se desea transferir, al final generalmente se obtiene una línea en la cual el cromosoma extraño portador del o de los genes deseables se encuentra adicionado, intacto, al genomio completo de la variedad recipiente. Este cromosoma puede estar adicionado en forma monosómica, disómica, como un telocéntrico o como un isocromosoma. De cualquier forma, su transmisión a través del polen es deficiente y tiende a eliminarse en generaciones sucesivas. La nueva línea por lo general no constituye ninguna ventaja sobre la variedad original por lo que carece de utilidad práctica.

Substitución de cromosomas. En algunas ocasiones es posible reemplazar un par de cromosomas de la variedad cultivada por un par de cromosomas de un género o especie silvestre afín. Esto en principio implica que el nuevo par de cromosomas deberá de contener suficiente redundancia genética con el par reemplazado para garantizar la viabilidad de la línea. Normalmente, sin embargo, además de los caracteres deseados que se han transferido, algunas desventajas mayores van aparejadas como lo son la pérdida del vigor, fertilidad reducida, etc, por lo que de nuevo, el valor práctico de estas líneas es muy discutido.

Translocación de un segmento de cromosoma. Ante las desventajas planteadas en dos situaciones anteriores, se ha tratado de agregar solamente la porción de cromatina extraña que lleva la codificación genética deseada al total de DNA que ya existe en la especie recipiente. Para ello, inicialmente se produce una línea con el cromosoma extraño portador del o los genes deseados adicionado al genomio de la variedad cultivada. Esta línea es luego sujeta a un tratamiento con rayos X, gamma, neutrones, etc., con el objeto de inducir rompimientos en los cromosomas y una posible translocación entre los cromosomas de la especie cultivada y el cromosoma extraño. Desafortunadamente, estos eventos están siempre sujetos a las leyes del azar y solo una combinación fortuita puede producir la translocación ideal. Por regla general, las translocaciones que se han podido recuperar por este método llevan un exceso de cromatina extraña que repercute desfavorablemente en la transmisión del cromosoma translocado. En la actualidad, son muy contados los casos de variedades comerciales reportadas con translocaciones de esta naturaleza que se pueden considerar útiles. Una alternativa más mediante la cual se ha intentado translocar pequeños segmentos de cromatina extraña ha sido a través de manipulaciones citogenéticas que permiten sinapsis y recombinación genética entre cromosomas homólogos.

Introgresión. El mecanismo ideal para transferir codificación genética de una especie a otra sin alterar drásticamente el genotipo de la especie recipiente sería a través de un proceso de introgresión. Esto implica como condición necesaria que deberá de existir considerable duplicación genética entre las especies cruzadas. Esta afinidad genética dará la oportunidad de que exista sinapsis y recombinación entre los cromosomas de los genomios de las especies involucradas. Retrocruzamiento hacia el progenitor recurrente seguido de la selección hacia la característica deseada, permitirá incorporar estos genes al genotipo recurrente original. La evolución en la naturaleza de las formas poliploides del género Triticum representan un caso notable de introgresión. En la práctica muchos programas de mejoramiento genético de trigo recurren a cruzamientos interespecíficos con la finalidad de transferir germoplasma útil de una especie a otra a través de un mecanismo de introgresión.

Poliploidía. La formación de alopoliploides mediante el doblamiento del juego de cromosomas del híbrido  $F_1$  es una alternativa más que ofrecen los cruzamientos intergenéricos o interespecíficos. Con muy pocas excepciones, alopoliploides recién formados no se han aprovechado directamente en agricultura. En cereales, el ejemplo clásico de alopoliploide inducido artificialmente por el hombre lo constituye Triticale sp. Por muchos años este nuevo género artificial constituyó una curiosidad de laboratorio. Recientemente, sin embargo, se han hecho considerables avances en un intento por establecerlo como un nuevo cultivo comercial. Otros poliploides obtenidos en cereales han corrido con menor suerte y aún no han dejado de ser curiosidades de laboratorio.

#### El Papel de CIMMYT en Cruzas Remotas

Es ampliamente conocido el hecho de que las formas hexaploides cultivadas de Triticum poseen un alto potencial de rendimiento. Esto aunado a su adaptación casi universal lo han elevado al nivel de importancia como grano alimenticio que actualmente ocupa. Por otro lado sin embargo, también se reconocen las deficiencias que el trigo tiene en el aspecto nutricional. El trigo es fundamentalmente deficiente en algunos aminoácidos considerados esenciales en la dieta humana, como lo son lisina, treonina, triptofano, metionina y otros. Algunos otros cereales cultivados como avena y cebada tienen mejor balance de aminoácidos en sus proteínas. Estas consideraciones, más la posibilidad de poder combinar algunas características agrónomicas como la resistencia a la sequía del centeno y la cebada la gran precocidad de la cebada, etc., con la adaptación y altos rendimientos del trigo indujeron a CIMMYT a realizar algunos trabajos en colaboración con la Universidad del Estado de Kansas (K.S.U.) y estudiar la posibilidad de poder cruzar estos géneros botánicos emparentados. Esta inquietud por parte de los investigadores de CIMMYT y K.S.U. fué reforzada por una serie de eventos que independientemente se llevaron a cabo en el campo de la medicina, particularmente en el transplante de órganos humanos que originaron un gran interés en la investigación de compuestos químicos que bloquean la reacción inmunológica de rechazo de los órganos transplantados.

Es un hecho conocido que los cruzamientos intergenéricos o interespecíficos presentan cierto grado de dificultad. Existen en la naturaleza una serie de limitaciones que impiden o dificultan el libre cruzamiento entre individuos de especies diferentes. Estas barreras naturales pueden ser de orden físico y/o genético.

Barreras de orden físico como lo son la diferencia en tiempo de floración o distancia en el espacio físico que separan a especies potencialmente inter cruzables pueden evitarse fácilmente por el mejorador de plantas.

Las barreras genéticas son por el contrario el obstáculo más serio que impide el cruzamiento entre géneros o especies afines. Normalmente se reconocen dos tipos de barreras genéticas: 1) incompatibilidad gamética (prefertilización); 2) abortamiento del embrión en formación por ausencia de endospermo (postfertilización).

En el primer caso -incompatibilidad gamética- opera un mecanismo bioquímico que impide la penetración o el avance del tubo polínico cuando germina en un estigma no compatible. Existen diversas modalidades en este mecanismo de incompatibilidad que han sido explicados ampliamente por diversos autores. Nuestro interés por el momento se centra en señalar la posibilidad de que este mecanismo de incompatibilidad gamética tenga una base bioquímica muy similar al mecanismo inmunológico antígeno - anticuerpo que es extensamente conocido en el reino animal. Esta reacción inmunológica en plantas ha sido designada como Reacción Estereoespecífica Inhibitoria (REI). La explicación básica de este mecanismo REI sugiere que las enzimas producidas por el tubo polínico desencadenan o inducen la producción de enzimas por parte del tejido estilar materno que bloquean la acción de las enzimas secretadas por el tubo polínico impidiéndoles utilizar el tejido estilar como sustrato alimenticio. Como consecuencia, el gameto masculino muere de inanición antes de alcanzar a fertilizar el óvulo.

Con el propósito de evitar la iniciación de esta reacción estereoespecífica inhibitoria, se ha intentado en CIMMYT en colaboración con K.S.U. un método completamente novedoso que consiste en aplicar por inyección a las plantas por cruzar una solución acuosa de los mismos compuestos químicos utilizados en medicina para suprimir el fenómeno inmunológico de rechazo que se presenta en los trasplantes de órganos. El inmunosupresor comunmente unido en estos trabajos es: Acido E-amino caprónico, aunque otros compuestos también han sido investigados. Este tratamiento se inicia en una etapa temprana en el desarrollo de la planta, antes de iniciado el proceso de formación de gametos, y se continúa hasta el día de la emasculación. La idea es insensibilizar a la planta y condicionarla para recibir el polen extraño sin provocar la reacción REI. Después de la emasculación las flores son polinizadas con polen no tratado de la especie escogida. Aproximadamente 20 días después de la polinización las espigas cruzadas son llevadas al laboratorio, el grano en desarrollo es separado de la espiga y el embrión en formación es transplantado a un medio nutritivo sintético.

El trasplante del embrión se hace precisamente para evitar la aparición del segundo mecanismo de incompatibilidad genética que consiste en el deterioro y abortamiento del embrión por ausencia de desarrollo del endospermo que sirve para alimentar al embrión.

Las plántulas que se desarrollan en este medio son posteriormente transplantadas en pequeñas macetas y trasladadas al invernadero. En un estado apropiado de desarrollo - durante el ahijamiento - estos híbridos son tratados con colchicina para inducir el doblamiento de genomas. Toda esta técnica es rutinaria y se ha descrito ampliamente en la literatura por lo que no creemos conveniente detallarla en este trabajo.

En la actualidad CIMMYT en colaboración con K.S.U., está tratando de obtener híbridos de cruza remotas como trigo x centeno, trigo x cebada, trigo x avena, cebada x centeno, cebada x triticale, cebada x avena y maíz x sorgo.

En un trabajo anterior se detallan las cruizas que hasta la fecha se han intentado. En la actualidad, estos trabajos están en una etapa muy preliminar por lo que no se pueden adelantar ningunas conclusiones. Sin embargo, quizá el hecho más fundamental que se debe de hacer notar reside en la posibilidad de que se pueden cruzar géneros botánicos que anteriormente se consideraban totalmente aislados.

#### Futuro de las Cruzas Remotas en Programas de Mejoramiento en Latinoamérica

El manejo de un programa de hibridización intergenérica y/o interespecífica requiere de una serie de satisfactores de origen técnico y físico. Es imprescindible contar con la asistencia de personal capacitado en disciplinas tan diversas como citogenética, bioquímica, fitopatología, sin olvidar al mejorador de plantas cuyas inquietudes lo llevarían a este tipo de empresa junto con los técnicos ya citados. Por otro lado, es necesario contar con una adecuada infraestructura en laboratorios, invernaderos, gabinetes de crecimiento, etc. Estos prerequisites y el conocimiento de que es una empresa cuyos resultados prácticos son imprevisibles y en la mayor parte de las veces negativos nos llevan a concluir que un programa de este tipo no se justifica de ser iniciado en ningún programa de mejoramiento de trigo en Latinoamérica. En la actualidad, programas de cruizas remotas son manejados con mayor eficiencia por varias Universidades o Facultades de Agronomía en los Estados Unidos, Canadá y algunos países Europeos y Asiáticos, son estos centros educativos los que con mejor propiedad pueden conducir esta clase de experiencias por la capacidad técnica con que cuentan y por las ventajas académicas que representan. Los programas de mejoramiento genético en plantas deberán de ser eminentemente prácticos y dejar esta clase de actividad teórica para las Facultades y Centros básicos de investigación. Esto no significa que deberemos de cerrar nuestras puertas a estas nuevas avenidas; por el contrario, deberemos de estar siempre alertas a los nuevos descubrimientos y tomar de la ciencia cualquier avance que tenga utilidad practica para incorporarlo a nuestros esfuerzos para producir mejores variedades.

Existe una excepción a este criterio y está relacionado con la introgresión de genes en cruizas interespecíficas de trigos hexaploides x trigos tetraploides. Este tipo de hibridización sin lugar a dudas sí puede usarse con relativa facilidad para transferir genes en ambas direcciones de los genomios A y B que son comunes en estas formas.

Para finalizar, deseamos subrayar el hecho de que la variabilidad genética existente en las formas cultivadas de Triticum es tan amplia y se ha hecho tan poco uso de ella que deberá de pasar mucho tiempo antes de que esta variabilidad esté totalmente catalogada y explotada. Un aspecto que es de fundamental importancia para el mejor uso de estos germoplasmas es un mayor entendimiento y espíritu de colaboración desinteresada entre los programas nacionales de mejoramiento ya existentes en los países aquí representados.

#### Summary

Many genes or desirable traits which would be useful in cultivated cereal species are known to exist in wild relatives. The plant breeder has repeatedly resorted to wide crosses between wild and cultivated forms in an attempt to transfer these desired characters into the genotype of the cultivated species. Intergeneric or interspecific hybridization has been successfully accomplished in a number of

cases but the complete transfer of desirable genes usually has not been achieved owing to a lack of chromosome synapsis and crossing-over between the alien chromosomes and the host chromosomes. The different alternatives in handling such wide crosses germplasm in a wheat breeding program, namely: chromosome addition lines, chromosome substitution lines, induction of chromosomal translocations, introgression, and the obtention of new allopolyploids are discussed.

#### Bibliography

- Bartos, P., J. Valkoun, J. Kosner, and V. Slovencikova. 1973. Rust resistance of some European wheat cultivars derived from rye. Proc. 4th. Int. Wheat Genet. Symp. (Columbia Missouri):145-146.
- Bates, L. S., A. Campos V., R. Rodriguez R., and R. G. Anderson. 1974. Progress toward novel cereal grains. Cereal Sci. Today 19:283-286.
- Bates, L. S., and C. W. Deyoe. 1973. Wide hybridizations and cereal improvement. Econ. Botany 27:401-412.
- Bell, G. D. H. 1950. Investigations in the Triticinae I. Colchicine techniques for chromosome doubling in interspecific and intergeneric hybridization. J. Agric. Sci. 40:9-18.
- Burk, L. G. 1967. An interspecific bridge-cross Nicotiana repanda through N. glauca to N. glauca. J. Hered. 58:215-218.
- Chapman, V., and R. Riley. 1955. Disomic additions of rye chromosome II to wheat. Nature 75:1091-1094.
- Driscoll, C. J. 1968. Alien transfer by irradiation and meiotic control. Proc. 3rd. Int. Wheat Genet. Symp. (Aust. Acad. Sci. Canberra):196-203.
- Evans, L. E. 1964. Genome construction within the Triticinae I. The synthesis of hexaploid (2n=42) having chromosomes of Agropyron and Aegilops in addition to the A and B genomes of Triticum durum. Can. J. Genet. Cytol. 6:19-28.
- Jenkins, E. C. 1963. Secale additions and substitutions of common wheat. Proc. 2nd. Int. Wheat Genet. Symp. (Lund) Hereditas suppl. (1966)2:301-312.
- Johnson, R. 1966. The substitution of a chromosome from Agropyron elongatum for chromosomes of hexaploid wheat. Can. J. Genet. Cytol. 8:279-292.
- Knott, D. R. 1961. The inheritance of rust resistance VI. The transfer of stem rust resistance from Agropyron elongatum to common wheat. Can. J. Plant Sci. 41:109-123.
- O'Mara, J. G. 1947. The substitution of a specific Secale cereale chromosome for a specific Triticum vulgare chromosome. Genetics 32:99-100.
- O'Mara, J. G. 1951. Cytogenetic studies on Triticale II. The kinds of intergeneric chromosome addition. Cytologia 16:225-232.
- Pazy, B., and D. Zohary 1965. The process of introgression between Aegilops polyploids: Natural hybridization between A. variabilis, A. ovata, and A. biuncialis. Evolution 19:385-394.

- Quinones, M. A. 1973. Triticale, A Man-made new botanical genus. CIMMYT Res. bull. 24:3-11.
- Riley, R. 1960. The meiotic behaviour and stability of wheat-rye chromosome addition lines. Heredity 14:89-100.
- Riley, R., V. Chapman and R. Johnson. 1968. The incorporation of alien disease resistance in wheat by genetic interference with the regulation of meiotic chromosome synapsis. Genet. Res. Cambr. 12:199-219.
- Sears, E. R. 1956. The transfer of leaf rust resistance from Aegilops umbellulata to wheat. Brookhaven Symp. Biol. No. 9:1-22.
- Sears, E. R. 1973. Agropyron - Wheat transfers induced by homoeologous pairing. Proc. 4th Int. Wheat Genet. Symp. (Columbia Missouri):191-199.
- Smith, D. C. 1942. Intergeneric hybridization of cereals and other grasses. J. Agr. Research 64:33-47.
- Smith, J. D. 1963. The effect of chromosome number of competitive ability of hexaploid wheat gametophytes Can. J. Genet. Cytol.5:220-226.
- Unrau, J., C. Persan, and J. Kuspira. 1956. Chromosome substitution in hexaploid wheat. Can. J. Bot. 34:629-640.
- Vardi, A. 1973. Introgression between different ploidy levels in the wheat group. Proc. 4th. Int. Wheat Genet. Symp. (Columbia Missouri):131-141.
- Zillinsky, F. J., and N. E. Borlaug. 1971. Progress in developing triticale as an economic crop. CIMMYT res. bull. 17: 27 pp.





ADAPTABILIDAD DE VARIEDADES PROMISORIAS DE TRIGO  
1972 - 1973

by  
J. Daniel Varela A.  
Jorge Franco D.

Instituto Colombiano Agropecuario "ICA"  
Colombia

Introducción

Los rendimientos económicos de los cultivos dependen en gran parte de las condiciones ambientales. Diferencias mínimas de ambiente crean una serie de microclimas a través de los cuales una misma variedad puede tener comportamientos muy diferentes; razón por la cual algunos genotipos que han presentado muy buenas características en los Centros y Estaciones Experimentales resultan inadecuados al cultivarlos comercialmente en las zonas productoras. Esta relación ambiente-planta, induce a los mejoradores a buscar los sitios con óptimas condiciones para un cultivo determinado y reunir la mayor información acerca del comportamiento en diversos ambientes con las variedades obtenidas en sus programas, a fin de zonificar su distribución.

Usualmente el mejorador de plantas hace pruebas con sus mejores líneas o variedades experimentales en ensayos de rendimiento repetidos en diferentes localidades y semestres, observando comportamientos diferentes de una misma variedad en los ambientes. Esta variación de rendimiento se debe en parte al efecto del error experimental y a la interacción genotipo x ambiente.

En este trabajo se estudió el comportamiento de 18 genotipos de trigo, obtenidos en el Programa de Mejoramiento del Instituto Colombiano Agropecuario "ICA", y sembrados en 18 fincas, de la Región Central de Colombia, durante 1972 y 1973, con el propósito de conocer la adaptabilidad de los genotipos a diferentes ambientes, y definir la capacidad de producción de trigo de la región. Además se determinó la zonificación de los nuevos genotipos que presentaron características superiores a las variedades utilizadas comercialmente.

Revisión de Literatura

La influencia que tienen las condiciones ecológicas de una zona sobre la expresión genotípica de las poblaciones representada estadísticamente por la Interacción Genotipo ambiente es un factor que se ha considerado de mucha importancia en el mejoramiento de las plantas cultivadas, de ahí que se hayan realizado muchas investigaciones tendientes a obtener información sobre esta interacción. Clarke (5), consideró como requisito indispensable para el buen desarrollo de una planta el ambiente en que se encuentra, de manera que le suministre condiciones mínimas favorables para llevar a cabo su ciclo biológico normal.

Allard (1), representó la expresión de un fenotipo determinado con una ecuación lineal de la siguiente manera:

$A = \mu + a + e + ae$	en donde	$a$	= Efecto del genotipo
$A$	= Producción de la variedad	$e$	= Efecto del ambiente
$\mu$	= Promedio de la población	$ae$	= Interacción genotipo X ambiente.

En relación con la determinación de la interacción genotipo por ambiente, Sprague y Federer le dan mayor importancia al número de ambientes y proponen efectuar una sola replicación en cada sitio aumentando el número de localidades.

En mejoramiento es importante conocer la adaptabilidad y estabilidad de los nuevos genotipos, para su cálculo, algunos autores han presentado diferentes métodos.

Plaisted y Peterson trabajando con variedades de papa introducen dos sistemas para calcular la contribución de cada variedad a la interacción genotipo X ambiente: el primero estudia la componente de varianza genotipoambiente ( $S^2_{v_a}$ ) en base a tantos análisis combinados como variedades, haya omitiendo el efecto de una de ellas en cada análisis; el segundo método consiste en realizar todas las posibles combinaciones de pares de variedades calculando para ellas la componente de interacción y los promedios de éstas para cada variedad.

Al medir la magnitud de la interacción se está obteniendo una medida de adaptabilidad de las variedades. La variedad más estable tiende a dar valores más bajos para la interacción con el ambiente.

Finlay y Wilkinson (7) en ensayos realizados con 277 variedades de cebada calcularon la regresión del ambiente sobre el rendimiento; de esta manera introducen 2 parámetros de estabilidad: 1) el coeficiente de regresión, 2) el promedio de producción, con los cuales definen en un plano de coordenadas la adaptabilidad de determinada variedad.

De otra parte definen la estabilidad fenotípica (insensibilidad al cambio del ambiente) en función del coeficiente de regresión; si este tiende a cero, indica máxima estabilidad; si tiende a la unidad, estabilidad promedia; y cuando es mayor que la unidad, muy inestable. Además estudiaron las características morfológicas y fisiológicas de la planta y su relación con la adaptabilidad, concluyendo que genotipos precoces de cebada son adaptables a ambientes pobres y en cambio los tardíos poseen amplia adaptabilidad a buenos ambientes. Determinaron por otra parte que las variedades con buena adaptación general y alta producción, poseen mayor variabilidad en el fenotipo, especialmente en formas de crecimiento.

Basados en el anterior método y trabajando con híbridos triples de maíz, Eberhart y Russell (6) incluyeron como nuevo parámetro la desviación de la producción de la variedad con relación a la línea de regresión y postularon un modelo estadístico de estabilidad con 3 parámetros.

Joppa y Lebsock (10) utilizando el trigo el método propuesto por Eberhart y Russell (6) concluyeron que cada variedad tiene su propio valor de regresión, así como también la desviación de esta regresión y utilizaron el término "Interacción Específica", cuando una causa específica se hace presente, tal como el ataque de patógenos.

Carballo et al (4) proponen idear un modelo para complementar a Eberhart y Russell (6) en el cual con un sólo coeficiente se agrupan el promedio de producción, el coeficiente de regresión y la desviación de la regresión.

Camacho (2) estudió la adaptabilidad de líneas homocigotas de Frijol, empleando el método de Plaisted y Peterson y el de Eberhart y Russell (6) utilizando dos parámetros: rendimiento promedio y coeficiente de regresión, encontró estabilidad promedio en la mayoría de las líneas estudiadas.

Martínez et al efectuaron pruebas de adaptabilidad con dos variedades de maíz (Cundinamarca 365 y Ecuador 466) y sus generaciones  $F_1$  (Diacol H 501),  $F_2$  y  $F_3$ , para cinco componentes de producción, encontrando que la  $F_1$  presentó la mayor adaptabilidad, y la componente número de mazorcas por planta, la mayor estabilidad al cambio de ambientes.

Para Poehlman una variedad con mayor variabilidad genética, puede ser productiva en una mayor diversidad de condiciones ambientales y por lo tanto tendrá amplia adaptación; lo cual se reflejará en rendimientos más estables en los ambientes en los cuales se utilice. Según Finlay y Wilkinson (7) los genotipos precoces de cebada, son más adaptables a ambientes pobres en cambio los tardíos poseen alta adaptabilidad a buenos ambientes, además, las variedades con buena adaptación general y alta producción, poseen mayor variabilidad en la fenotipo, especialmente en formas de crecimiento.

Finlay (8) considera que al seleccionar en generaciones segregantes en diferentes ambientes, se obtienen líneas de amplia adaptación, pero es seguro que se eliminan líneas adaptables específicamente a ambientes favorables, las que son de gran valor en cruzamientos para aumentar el rendimiento. Respecto a hibridación, sostiene que al cruzar líneas específicamente adaptadas a ambientes de alta producción, con líneas que presenten buena adaptabilidad general, se logra un aumento en el pool de genes para alta adaptabilidad y rendimiento.

St. Pierre et al al estudiar generaciones segregantes de cebada, en dos Estaciones Experimentales, La Pocatiere (P) considerada como ambiente pobre, y McDonald como ambiente bueno (M), encontraron que las mejores líneas para adaptabilidad procedían de selecciones alternadas en ambientes pobres y ambientes buenos (PMPM) y de selecciones de ambientes pobres. Las líneas de más baja adaptabilidad se obtuvieron de selecciones realizadas en buen ambiente.

Sin embargo Frey (9) realizó una experimentación semejante con avena. Al seleccionar separadamente, sin transferencia en ambientes pobres y buenos, encontró interacción genotipo X ambiente, altamente significativa, únicamente para el material de ambiente pobre; y concluyó que líneas seleccionadas en buenos ambientes, poseen una alta adaptabilidad y las de ambientes pobres baja adaptabilidad.

Según Kaltsikes (11) Triticum aestivum tiene un grado de adaptabilidad mayor que Triticum durum y éste a su vez mayor que Triticale.

Varela et al encontraron siete nuevos genotipos de trigo con amplia adaptabilidad y alta producción para la zona de influencia del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias "Tibaitatá".

#### Materiales y Métodos

Los estudios de adaptabilidad y estabilidad se realizaron en base a la producción de 18 genotipos de trigo, seleccionados entre los sembrados en las pruebas Regionales de rendimiento, realizadas por el "ICA" en la parte Central de Colombia, con alturas entre 2600 y 2900 m.s.n.m. y temperaturas entre 10°C y 14°C en la

zona de influencia del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias "TIBAITATA" (latitud 004° -35'N. logitud 074° -04'W.).

Los genotipos se seleccionaron de un total de 25 (arreglados en lattice de 5 x 5 con cuatro repeticiones), por presentar resistencia a las enfermedades prevalentes en los sitios en donde se desarrollaron las pruebas.

Los 18 genotipos incluyen variedades comerciales, algunas utilizadas como testigos, para medir el progreso en rendimiento y demás caracteres del material mejorado durante los últimos años.

En la tabla 1 se indica el nombre y genealogía de cada genotipo.

Tabla 1. Nombre y genealogía de las variedades de trigo probadas durante 1972 y 1973, en la parte Central de Colombia.

<u>No. Variedad</u>	<u>Nombre y Genealogía</u> <sup>1/</sup>
* 1	Menkemen
3	(My. 54-N.10B/Gb x Gb.56) Son. 64 M II-18995-101m-110t
4	Zipa-68
* 5	Bonza-55
6	Samacá-68 II-13022-9b-1t-2b-1t
8	Son.64-An.64 - A x Tiba 63 II-21186-2b-1t-1b
9	Fn-K.58/N x Bonza 55 <sup>2</sup> II-12193-7b-1b-4t-1b-1t
* 10	Crespo-63
11	Son.64-Sk <sup>6</sup> (E) An <sup>3</sup> (E) x Napo 63 II-20844-26b-4b
13	Son.64-A-Sk <sup>6</sup> (E)/An <sup>3</sup> (E) x Napo 63 II-20844-114b-1b
14	St.464-Bonza sib x (Fr-Fn/Y) <sup>2</sup> II-15311-5b-3t-2b
* 15	Tiba-Sel.67
17	Son.64-A-Tz.PP/Y.54xM/Rw <sup>2</sup> -Bonza 55 <sup>2</sup> II-20899-12b
18	(My.54-N.10B/Gb.56) Son. 64 M.II-18995-101m-10t
21	Fr <sup>4</sup> (Bg-S/KxE/T-Fn) x Toca 59 II-17811-1b-5t-1b
22	Md-McM/Ex x (Afr-My) <sup>2</sup> II-14159-7t-1b-4t-2b
23	Y-Kt x (Afr-My) II-12943-3b-1t-3b
* 25	Napo-63

\* Variedades Comerciales - Testigos

<sup>1/</sup> Identificación de las variedades relacionadas en la Tabla 1.

Men	=	Menkemen	K	=	Kenya
Fr	=	Frocor	An	=	Andes
My	=	Mayo	Bg	=	Bage
N10B	=	Norin 10 Brevor	Tz.pp	=	Tizano pinto precoz
Son	=	Sonora	Rw	=	Renewn
Y	=	Yaki	S	=	Supremo
Bza.55	=	Bonza 55	T	=	Timstein



la producción. La desviación de la regresión  $S^2_{d_1} = 0$ , así la variedad en todos los ambientes se ajustará siempre a la línea de regresión y se tendrá adaptabilidad absoluta.

En función de los parámetros estudiados, los resultados serán interpretados de acuerdo a lo propuesto por Finlay y Wilkinson (7) en cuanto se refiere a coeficiente de regresión y promedio de producción y según Eberhart y Russell (6) para desviaciones sobre la regresión.

En la figura 1 (Coeficiente de regresión vs. promedio de producción) se tienen 5 zonas para la interpretación en las cuales quedarán localizadas las variedades estudiadas.

Zona 1. El coeficiente de regresión estadísticamente mayor que la unidad ( $b > 1$ ) y el promedio de producción con una variación más o menos amplia alrededor del promedio; bajo estas condiciones se tienen "variedades específicas para buenos ambientes". El punto de corte de su línea de regresión con la línea promedia (Fig. 2-3) indica aproximadamente desde que índice ambiental empieza su producción a ser mayor que la promedia; de ahí en adelante sigue apartándose hacia arriba mejorando cada vez su producción.

Zona 2. Coeficiente de regresión estadísticamente igual a la unidad ( $b = 1$ ) y promedio de producción significativamente menor que el general; son "variedades de adaptación pobre"; su línea de regresión (Fig. 4) está por debajo de la promedia a través de todos los ambientes; por estas características son variedades no aconsejables.

Zona 3. Estadísticamente  $b$  diferente de 1 y muy cercano a cero, con variaciones de rendimiento alrededor del promedio, no sufre alteraciones muy significativas por el cambio de ambiente y si su promedio de producción es alto se tiene una variedad "específica para ambientes pobres", su línea de regresión comienza por encima o cerca de la línea promedia pero como no tiene suficiente incremento hacia arriba, ( $b < 1$ ), en los mejores ambientes está por debajo.

Zona 4. El coeficiente igual a la unidad ( $b = 1$ ) y el promedio de producción igual al general. Son "variedades de adaptabilidad promedia" es decir, que el cambio de ambiente las afecta de una manera muy similar a la línea promedia, su línea de regresión puede cortar o no a la promedia y estar por encima o por debajo de ella pero siempre muy cerca.

Zona 5. El coeficiente de regresión estadísticamente igual a la unidad ( $b = 1$ ), promedio de producción estadísticamente mayor que el general; son las mejores variedades: "variedades de adaptación buena", superando al rendimiento general en todos los ambientes; su línea de regresión (Fig. 3) siempre va a estar por encima de la promedia.

La desviación de la regresión Eberhart y Russell (6), si es igual a cero será interpretada como medida de buena adaptabilidad, si diferente poco adaptable; si es muy grande indica que cada ambiente influye notoriamente en el resultado de producción en el campo, haciendo que la producción se aparte de la línea de regresión en este ambiente.

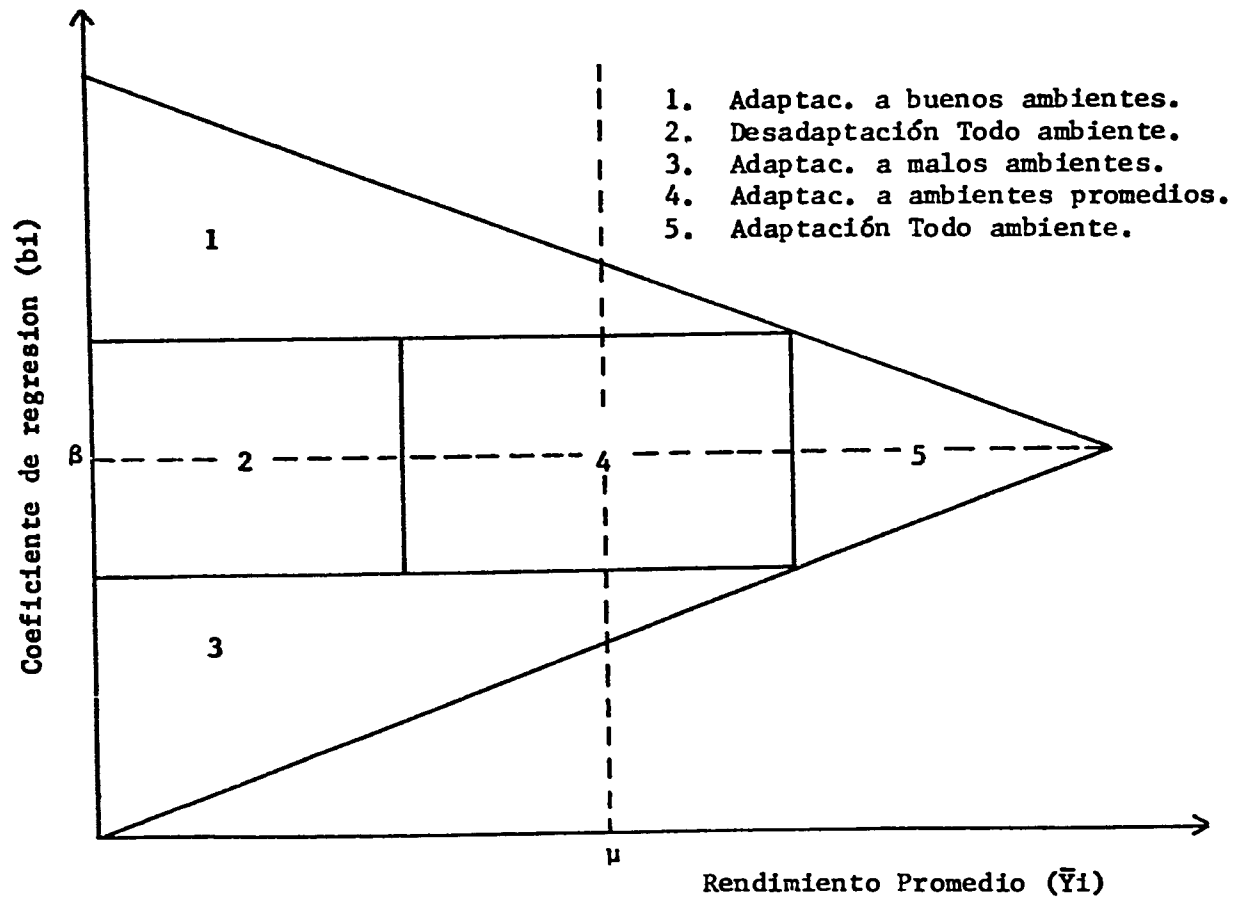


Figura 1. Zonificación para las variedades de acuerdo con su rendimiento promedio y coeficiente de regresión.

### Resultados y Discusión

#### Rendimiento Promedio - Coeficiente de Regresión - Desviación

Los resultados del análisis combinado de varianza se presentan en la Tabla 2, donde son muy notorias las diferencias altamente significativas entre variedades, ambientes y la interacción variedades por ambiente. Esto indica que las variedades usadas difieren en rendimiento y adaptación y los ambientes en temperatura, luminosidad, lluvias, etc., mientras que, la interacción significa un comportamiento diferente de las variedades en las diferentes localidades en donde se ensayaron.

La Tabla 3, muestra los índices ambientales y los promedios de rendimiento de cada localidad. Los rendimientos promedios y los valores del coeficiente de regresión y los de desviación sobre la regresión correspondiente a las 18 variedades de trigo, aparecen en la Tabla 4. Se nota que únicamente las variedades V.15 y V.22 tienen un coeficiente de regresión ( $b_1$ ) diferente estadísticamente de uno, lo cual indica que respecto a este parámetro el 90% de los genotipos dan un buen índice de adaptabilidad. En relación al rendimiento el 28% de las variedades presentan un rendimiento superior al promedio general significativo estadísticamente al nivel del 1% y 5% el 33% un rendimiento inferior al nivel del 1% y 5%.

Tabla 2. Análisis combinado de varianza para las variedades y ambientes utilizados en el estudio 1972 - 1973.

<u>F. de V.</u>	<u>G. L.</u>	<u>CM</u>
Repl. en ambientes	54	378400.8
Ambientes	17	22250989.0 **
Variedades	17	1581617.8 **
Var. x ambientes	289	167505.7 **
Error	918	62562.7
Total	1.295	

\*\* Significancia al nivel del 1% de probabilidad

En base a los parámetros utilizados y considerando la zonificación propuesta por Finlay y Wilkinson (7), (Fig. 1-2) y además considerando las líneas de regresión de acuerdo con Eberhart y Russell (6) se obtuvieron los siguientes resultados:

Zona 1. Específica para buenos ambientes, en ella está ubicada la variedad V.22 cuya línea de regresión comienza cerca de la promedia (Fig. 3) y de ahí en adelante se aparta de ella en sentido positivo, lo cual indica que a medida que los ambientes van mejorando, el rendimiento de la variedad va aumentando notablemente en relación a la promedia general. Esta característica probablemente se debe al efecto del cruzamiento de las variedades Africa-Mayo que en varios casos ha dado progenies de muy buena producción en ambientes favorables.

Zona 2. Adaptación pobre (Fig. 2). Las variedades comerciales Menkemen, Bonza-55, Zipa-68, y Napo-63 y la promisoría V.17 se encuentran en esta zona; las líneas de regresión de estas variedades están por debajo de la promedia, (Fig. 4) a causa de su producción baja en todos los ambientes. Estas son las variedades no



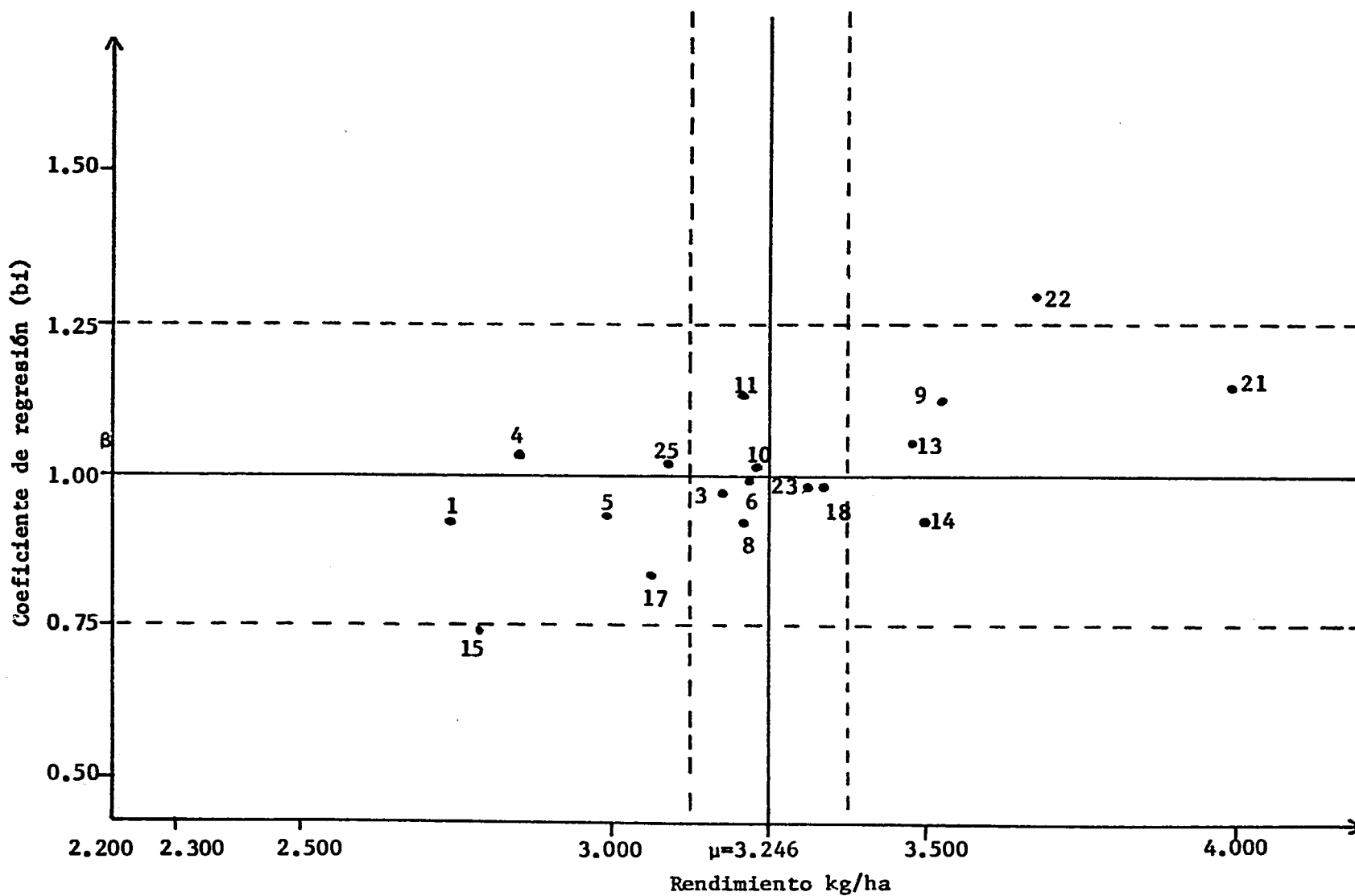


Figura 2. Ubicación de las variedades de trigo de acuerdo al rendimiento y coeficiente de regresión (según Finlay y Wilkinson) 1972-1973.

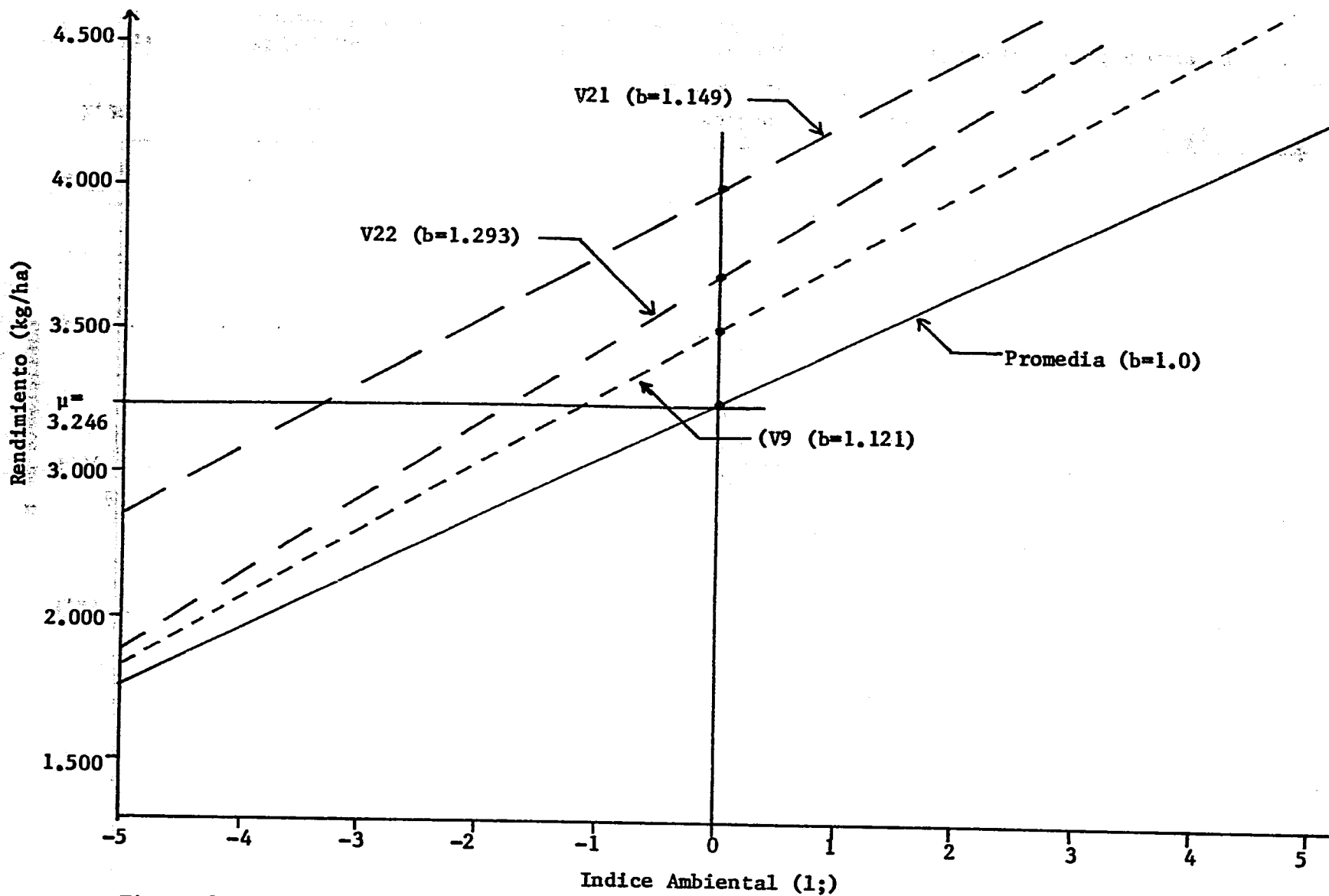


Figura 3. Líneas de regresión (índice ambiental v.s. rendimiento) para variedades específicas a los buenos ambientes (V.22) y para las de adaptación a todos los ambientes (V.21-V.9) 1972-1973.

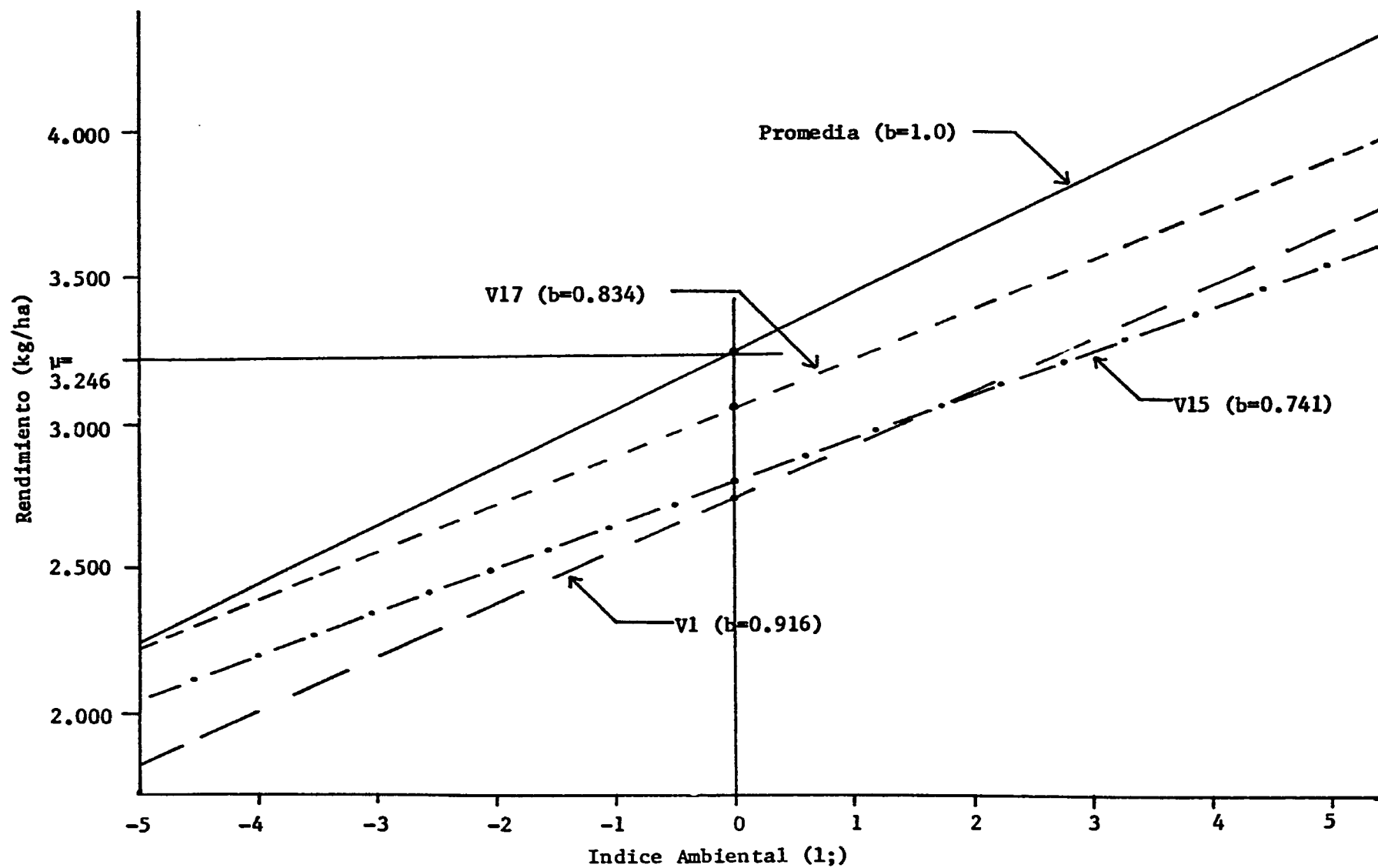


Figura 4. Líneas de regresión (índice ambiental v.s. rendimiento) para variedades de adaptación pobre V.17 y V.1 y variedades adaptadas a ambientes desfavorables (V.15).

Tabla 3. Índices ambientales y promedio en kg/Ha. Para las 18 localidades estudiadas durante los años 1972 y 1973.

Ambiente No.	Localidad		Índice Ambiental	Promedio kg/Ha
7	Gachancipá	72	1099.95	2.146
6	Tocancipá	72	811.07	2.485
8	Sopó	72	696.28	2.550
1	Facatativá	72	584.57	2.662
9	Soacha	72	471.02	2.775
12	Zipacón	72	206.99	3.039
11	Ubaté	72	43.99	3.202
4	Cota	72	1.02	3.245
5	Madrid	72	57.72	3.305
15	Madrid	73	144.46	3.390
17	Simijaca	73	219.57	3.465
3	Chocontá	73	229.16	3.475
16	Ubaté	73	314.68	3.561
13	Mosquera	72 B	459.65	3.706
18	Cajica	72	527.91	3.774
2	Mosquera	72 A	559.27	3.805
10	Simijaca	72	679.29	3.925
14	Mosquera	73	723.18	3.969

Tabla 4. Rendimiento Promedio y parámetros de estabilidad de 18 variedades de trigo 1972 - 1973.

Variedad No.	Rendimiento Promedio kg/Ha	Coefficiente de regresión ( $b_j$ )	Desviación $S^2_{d_j}$
1 Menkemen 1/	2.736 <u>2/</u>	0.916	225409.00
3	3.179	0.968	748027.00
4 Zipa 68	2.855 <u>2/</u>	1.029	773264.00
5 Bonza 5b	2.994 <u>2/</u>	0.927	321549.00
6 Samacá 68	3.218	0.992	366696.00
8	3.212	0.922	584336.00
9	3.533 <u>2/</u>	1.121	573784.00
10 Crespo 63	3.234	1.014	452817.00
11	3.212	1.129	537386.00
13	3.484 <u>2/</u>	1.057	732920.00
14	3.498 <u>2/</u>	0.920	830691.00
15 Tiba Sel. 67	2.794 <u>2/</u>	0.741 <u>2/</u>	713890.00
17	3.066 <u>2/</u>	0.834	790896.00
18	3.337	0.979	517260.00
21	3.993 <u>2/</u>	1.149	705852.00
22	3.682 <u>2/</u>	1.293 <u>2/</u>	508375.00
23	3.315	0.980	639172.00
25 Napo 63	3.095 <u>3/</u>	1.022	493228.00

1/ Ver tabla 1

2/ Significante al 1%

3/ Significante al 5%

aconsejables cuando se hagan recomendaciones por rendimiento y adaptabilidad. La variedad Tiba Sel. 67 tiene un coeficiente de regresión significativamente menor que la unidad (insensible a cambios ambientales) por lo cual puede considerarse adaptable a ambientes desfavorables como Tocancipá (Varela y Franco).

Zona 4. Adaptabilidad promedio. Las variedades comerciales Samacá-68 y Crespo-63 y las promisorias V.3, V.8, V.11, V.18 y V.23 están ubicadas en esta zona, donde el ambiente influye en los rendimientos de una manera constante. De estas variedades las mejores son: V.18 y V.23 cuyo rendimiento está cerca al límite superior de significancia respecto al promedio y pueden ser recomendadas para explotaciones comerciales. Las variedades V.6 y V.10 tienen un rendimiento ligeramente inferior a la general, mientras que las restantes están por debajo. (Figs. 2 y 5)

Zona 5. Adaptación buena a todos los ambientes (Figs. 2 y 3). Las variedades promisorias V.21, V.9, V.14 y V.13 se encuentran en este grupo, la mejor es la V.21 por su alto rendimiento, superior al promedio en todos los ambientes, siguiéndole en orden descendente la variedad V.9, V.14 y V.13 que son recomendables para cualquier ambiente por su buena producción y amplia adaptabilidad.

Las líneas de regresión de estas variedades (Fig. 3) se encuentran por encima de la línea promedio.

Ninguno de los estimadores de la desviación sobre la regresión (Tabla 4) fue significativamente diferente de cero, por consiguiente todas las variedades se ajustan, a su línea de regresión, de donde se deduce que poseen alta adaptabilidad.

#### Conclusiones

Los resultados obtenidos han permitido clasificar los ambientes en buenos, promedios y desfavorables (Tabla 3).

Los ambientes buenos incluyen los municipios de Mosquera, Simijaca y Cajicá. Son recomendables para el cultivo del trigo, y dentro de las pruebas regionales, podrían ser usados para estudiar el comportamiento de las variedades en ambientes óptimos y como puntos de referencia, para medir las condiciones de otras localidades no probadas en este estudio. Ubaté podría ser incluido también dentro de este grupo.

Los ambientes promedios comprenden los municipios de Ubaté, Madrid, Cota, Chocotá y Zipacón, son aquellos que presentan índices ambientales intermedios, son los de menos influencia sobre la expresión genotípica de las variedades, lo cual los caracteriza como apropiados en estudios sobre comportamiento genotípico, por la pequeña interacción genotipo x ambiente presentada; en los desfavorables los municipios de Facatativá, Soacha, Sopó, Tocancipá y Gachancipá que mostraron condiciones ambientales negativas, pero, a pesar de limitar la potencialidad de producción de las variedades, se pueden utilizar en pruebas de resistencia a condiciones adversas y para variedades que se consideren con cierta especificidad para ambientes con malas condiciones para el cultivo.

Se anota que en este trabajo únicamente se incluyeron las mejores variedades del programa y las conclusiones están limitadas a ellas, lo mismo que a los ambientes

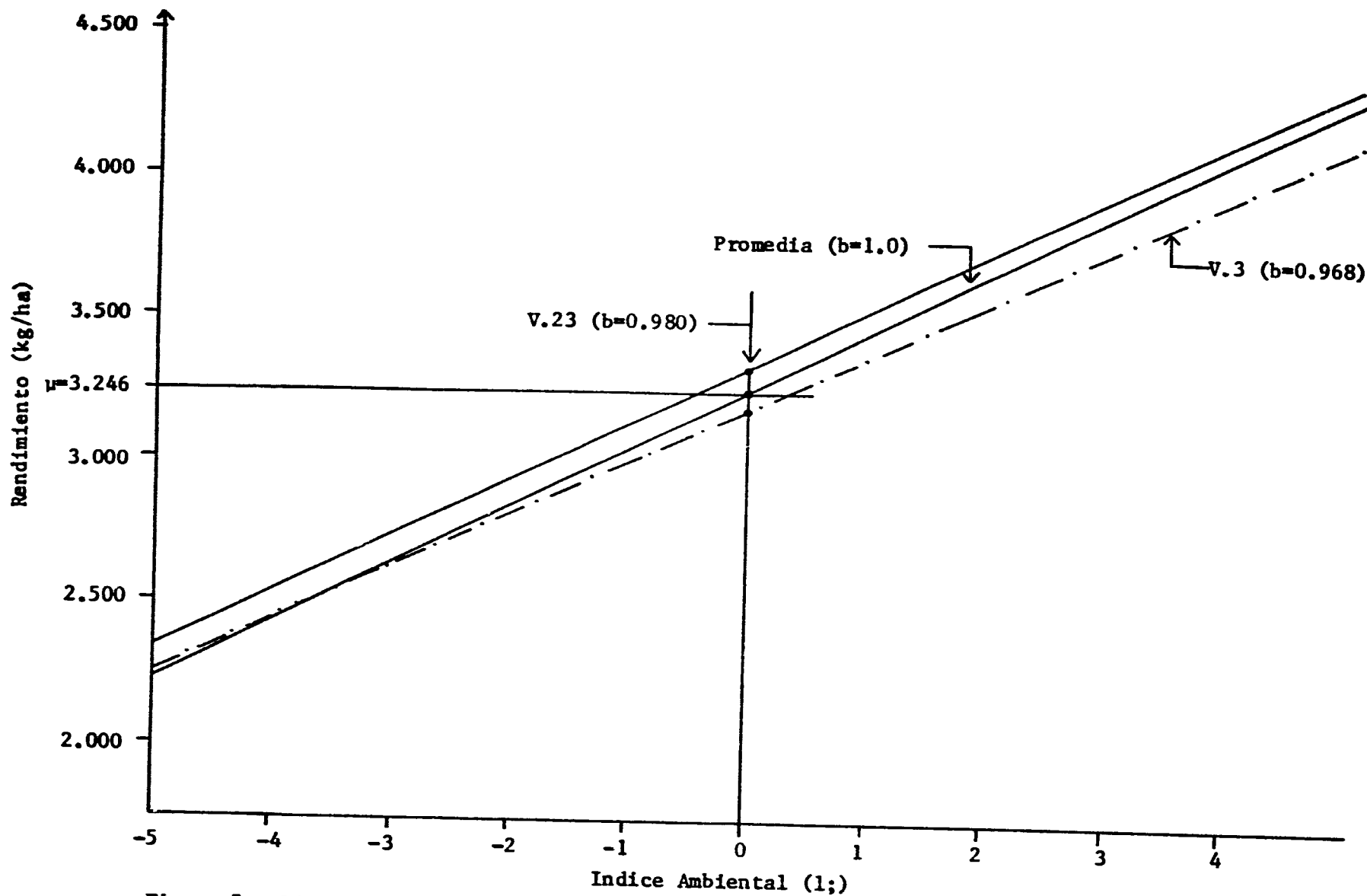


Figura 5. Líneas de regresión (I. ambiental v.s. rendimiento) para variedades de adaptación promedio 1972-1973.

en los cuales se hicieron las pruebas; por otra parte se debe tener en cuenta que los resultados se refieren a las siembras de dos años, no repetidas en todas las localidades y que las condiciones pueden ser diferentes a través del tiempo.

En base a los criterios de interpretación de los resultados se clasificaron las variedades de la siguiente manera (Fig. 2): Variedades recomendables para todos los ambientes por su buena estabilidad, amplia adaptabilidad y altos rendimientos son las V.21, V.9, V.14 y V.13; sobresale la variedad V.21 (Fr<sup>4</sup> (BG-S/KxE/T-Fn) x Toca 59), con una producción promedio en 18 localidades de 3.993 kg/Ha. y sobrepasando al promedio general en 747 Kg/Ha. diferencia altamente significativa estadísticamente, siguen en su orden la variedad V.9 (Fn-K.58/N x Bonza 55<sup>2</sup>) con 3.533 Kg/Ha., V.14 (St.464-Bonza sib x (Fr. - Fn/Y)<sup>2</sup> con 3.498 Kg/ha. y V.13.

(Son. 64-A-Sk<sup>6</sup> (E): An<sup>3</sup> (E) x Napo (63)) con 3.484 Kg/ha. En las pruebas regionales de 1972 según Varela et al ocuparon los primeros puestos en su orden las variedades V.21, V.14, V.13 y V.9 respectivamente.

El buen comportamiento de estas variedades promisorias sugiere la conveniencia de multiplicar su semilla y repartirla en reemplazo de otras comerciales, que han sido relegadas en estas pruebas, a sitios promedios de clasificación.

Las variedades V.18, V.23 están en la parte superior de las variedades promedias; su rendimiento es bueno (por encima del promedio general), y también su adaptabilidad. Las otras variedades promisorias de adaptabilidad promedio son la variedad V.8, V.11 y V.3 y comerciales Samacá-68 y Crespo-63, con rendimientos ligeramente inferior al promedio general. Todas estas variedades pueden tener buenos comportamientos pues sus rendimientos no son bajos y tienen adaptabilidad promedio.

La variedad promisorias V.17 y las comerciales Menkemen, Zipa-68, Bonza-55 y Napo-63 son variedades de rendimiento significativamente por debajo del promedio en todos los ambientes, siendo siempre superadas por las otras que tienen mejor adaptabilidad y producción.

La variedad V.22 presenta especificidad para ambientes óptimos, y en condiciones adversas reduce su rendimiento. Es recomendable para localidades como Simijaca, Cajicá y Mosquera donde su producción es superior a la de las demás variedades con buena adaptabilidad, pero no para los ambientes malos, donde su rendimiento decae notoriamente.

En general, como los coeficientes de regresión mostraron tendencia a la unidad (buena adaptabilidad) los promedios de producción son definitivos para tomar una determinación sobre el valor comercial de las variedades.

Bibliografía

1. Allard, R. W. 1960. Roles of genotype and environment in continuous variation, in principles of plant breeding. John Willey N.Y. pp. 89-98.
2. Camacho, L. H. 1968. Estabilidad de líneas homocigotas de frijól (Phaseolus vulgaris L.) y su implicación en la selección por rendimiento. Rev. ICA 3: 165-178.
3. Carballo, A. y Marquez, F. Comportamiento de variedades de Maíz de el Bajío y la Mesa Central por su rendimiento y estabilidad. Chapingo, México. Agrociencia 5:129-146.
4. Carrera, E.; et al 1968. Estudio general de clasificación de los suelos de la cuenca alta del Rio Bogotá. Ins. Geogr. "Agustín Codazzi". 4:1-200.
5. Clarke, G. L. 1958. Elementos de ecología. Editorial Omega, Barcelona, 615 pagns.
6. Eberhart, S. A. and W. A. Russell. 1966. Stability parameters for comparing varieties. Crop Science 6:36-40.
7. Finlay, K. W and B. N. Wilkinson. 1963. The analisis of adaptation in a plant-breeding programme. Austr. Jour. of Agric. Res. 14:742-754.
8. Finlay, K. W. 1968. The significance of adaptation in wheat breeding. Third International wheat Genetics Symposium. Waite Agricultural Research Institute, the University of Adelaide, SouthAustralia 47:403-409.
9. Frey, K. J. 1967. Adaptation reaction of oat strains selected under stress and non-stress environment condition. Crop Sci. 11:55-58.
10. Joppa, L. R., K. L. Lebsack and R. H. Bush. 1971. Yields stability of select-ed spring wheat cultivars (triticum aestivum L. em Tell) in the uniform regional nurseries, 1959 to 1968. Crop Science 11:238-241.
11. Kaltsikes, F. J. 1967. Stability of yield performance in Triticale and commum and durum wheat. Crop Sci. 11:573-575.



### Summary

One of the important characteristics in improving varieties is their capacity to adapt to different environments while retaining good yields. Knowing this type of adaptation allows the plant breeder to select varieties for areas in which the genotypic expression can be optimum and provides good chances to make the crop more profitable.

Eighteen wheat varieties were tested in each one of 18 localities in the center region of Colombia (2.600 - 2.900 m.a.s.l.) during 1972 and 1973 by INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO (ICA), in regional trials in order to judge their adaptability. The results were analyzed by three stability parameters: yield mean, regression and deviation following Finlay and Wilkinson (1963) and Eberhart and Russel (1966).

The most important results were observed on potential VARIETIES which have high stability, wide adaptability and very high yield in all the environments, showing good possibilities to replace the commercial ones which only present a fair adaptation and yield.

The best varieties are the following:

Fr<sup>4</sup>(Bg- S/K x E/T - Fn.) x Toca 59 with 3993 K/ha.

Fn - K 58/N x Bonza 55<sup>2</sup> with 3533 K/ha.

ST. 464 - Bonza sib x Fr-Fn/y<sup>2</sup> with 3498 K/ha.

Son. 64 A - SK<sup>6</sup> (E) x Napo-63 with 3484 K/ha.

The combined statistical analysis for the two years (1972-73) gave similar results to those obtained during 1972.



## CRUZAS INVIERNO X PRIMAVERA EN EL MEJORAMIENTO DE TRIGO PARA EL SUR DE CHILE

Juan Acevedo A., y Cristian Hewstone M.  
Programa Cereales  
Estación Experimental Carillanca  
Instituto Investigaciones Agropecuarias  
Chile

### Introducción

La utilización de progenitores o germoplasma de distinto origen, tanto genético como geográfico, tiene indudables ventajas en un programa de mejoramiento de variedades. Hron (1972) indica que para lograr avances importantes en rendimiento, deben usarse variedades de origen geográfico distante, en los programas de mejoramiento. Lukyanenko (1972) asevera que la hibridación siguiendo el principio de Michurin de cruzar cultivares geográfica y ecológicamente remotas permite desarrollar sistemáticamente nuevas variedades de trigo de invierno con potencial de producción gradualmente incrementado. Singh y Sing (1971) observaron que los cruzamientos en trigo entre progenitores de alto rendimiento, procedentes de diferentes regiones ecogeográficas producían mayor heterosis. Por lo tanto sugerían usar progenitores bien adaptados, de alto rendimiento y con alta diversidad genética, para encontrar las mejores combinaciones en el caso de la producción de variedades híbridas de trigo.

Los programas de mejoramiento de trigo invernales y primaverales han trabajado generalmente separados en el mundo, constituyendo núcleos de germoplasma diversos y aislados. Una intermezcla de genes de los complejos germoplásmicos de invierno y de primavera permitiría una mayor recombinación genética, a partir de la cual se pueden desarrollar variedades de trigo con mayor potencial de rendimiento. El CIMMYT inició en 1968 un programa de cruza de trigo de invierno por primavera a cargo del Dr. J. A. Rupert, en Davis, con la colaboración de la U. de California (CIMMYT, Informe 1967-68). El programa trigo del Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Chile colabora con el del CIMMYT en el desarrollo de trigos superiores mediante la intercruza de trigos de invierno y trigos chilenos y mexicanos de primavera (CIMMYT, Informe 1969-70). El uso de las poblaciones segregantes  $F_2$  invierno x primavera distribuidas por el programa del CIMMYT en California tiene especial importancia, para los programas de mejoramiento del Cercano Oriente, en especial Turquía, Túnez Argelia y Afganistan (CIMMYT, Informe 1970-71). Hafiz, 1972. Wright, 1972).

### Situación en el Sur de Chile

#### Trigos blandos

Hasta 1962 se cultivaba en la Zona Sur de Chile, casi exclusivamente variedades invernales como Cappelle Desprez, o semi-alternativas como Vilmorín 29, y sólo un 5% de la superficie estaba cubierta por variedades de hábito primaveral, con deficiente adaptación a las condiciones de la zona, Primavera de Osorno, Manitoba, trigo Ruso. La introducción de variedades de otras zonas o países se dificultaba por la excesiva precocidad de la mayoría del material, cuyo período de florecencia-espigadura coincidía con el período de mayor riesgo de heladas, como también por su baja resistencia al ataque del polvillo estriado (Puccinia striiformis, West),

o por su susceptibilidad a la tendidura debido a su elevada altura de planta.

La superficie actual de trigos de primavera en la zona Sur alcanza alrededor de 104.000 hectáreas lo que representa un 40% del total cultivado de trigo en esa área. Este incremento se originó en la introducción de variedades de primavera de más largo período vegetativo como Carstens y Heine Koga de origen europeo y Chifén del Programa Cereales del INIA seleccionada para la zona Centro-Sur que, con su favorable adaptación a las condiciones del Sur de Chile, abrieron el camino para el cultivo de este tipo de trigo. Posteriormente sólo la variedad Toquifén del Programa Cereales del INIA, seleccionada para la Zona Norte, ha mostrado la suficiente adaptación como para ser recomendada para ser cultivada en escala comercial en la Zona Sur.

#### Trigos candeales

El área productora de trigo candeal (*Triticum durum*, Desf) se extiende principalmente desde el paralelo 32 al 36. En 1965 (IV Censo Nacional Agropecuario) la superficie cultivada era de 45.000 hectáreas y representaba un 6,2% de la superficie total de trigo del país. Los planes de expansión de las industrias nacionales de fideos, por el aumento del consumo y las posibilidades de exportación, hacen necesario considerar la ampliación del área cultivada con este tipo de trigo, ya que una sola de las principales industrias contrata en la actualidad alrededor de 40.000 hectáreas.

Un factor limitante para la extensión de dicho cultivo al sur de paralelo 36 lo constituye el alto porcentaje de grano blanqueado "amarengado" que se produce en las citadas siembras con detrimento de la calidad industrial. Las variedades comerciales en el país son de tipo primaveral y demasiado precoces, para las condiciones generales de la zona entre los paralelos 36 y 39. Observaciones realizadas en la Estación Experimental Carillanca del INIA en diferentes variedades de trigo candeal, indican que combinando los siguientes factores: variedad de período vegetativo adecuado, fecha de siembra invernal y fertilización equilibrada, podría llegar a obtenerse grano cristalino, duro, sin "amarengamiento" en siembras hasta el paralelo 39 (Provincia de Cautín).

#### Cruzas Invierno-Primavera

##### Trigos blandos

Este tipo de cruzas se inició en Chile en 1956 por el Programa de Cereales de la Estación Experimental La Platina (Santiago) del INIA, con el objeto de combinar factores de resistencia a enfermedades, calidad, resistencia a tendidura distinto hábito de crecimiento presentes en los trigos de primavera, con la buena adaptación y el rendimiento de los trigos invernales de la zona. Sur, esperando lograr variedades de más largo período vegetativo y mayor rendimiento para la Zona Sur y Centro Sur de Chile.

En 1958 en la Estación Experimental Carillanca (Temuco) del INIA se comenzó el trabajo con cruzas invierno-primavera. En una primera etapa se utilizaron como progenitores invernales, variedades francesas con alta adaptación, cultivadas algunas de ellas en escala comercial: Cappelle Desprez, Vilmorin 29, Marne Desprez y posteriormente Poncheau. Como progenitores primaverales se utilizaron líneas y variedades Pumafén (Marne Desprez/Colotana 266-51), obtenida en 1965 y Panguifén, (Marne Desprez+2/3/Fn/K58/N), en 1967, las que reemplazaron a Heine Koga, Carstens

y Chifén que perdieron su resistencia al polvillo estriado. En la actualidad ambas variedades también están siendo fuertemente atacadas por este polvillo (Cuadro 1).

Cuadro 1. Características de las primeras variedades comerciales y las nuevas variedades de primavera procedentes de cruces invierno-primavera, para la Zona Sur de Chile. Carillanca 1974.

Variedad	Rendimiento	Altura	Polvillo estriado	Días a espigadura desde 1º Septiembre
	Kg/ha	cm		
Carstens <sup>a</sup>	3.931	120	S	109
Heine Koga <sup>a</sup>	4.614	130	S	109
Chifén <sup>a</sup>	4.383	125	S	102
Pumafén <sup>b</sup>	4.699	110	S	106
Panguifén <sup>b</sup>	4.458	105	S	109
Loncofén <sup>c</sup>	5.995	90	R	107
Naofén <sup>c</sup>	5.934	90	R	99

a = Primeras variedades comerciales

b,c = Variedades procedentes de cruces invierno-primavera, 1a. y 2a. etapa

En la segunda etapa se incorporaron genes de enanismo de Norin 10, con el fin de evitar los problemas de tendidura ocasionados por altos niveles de fertilización, combinadas con fuertes vientos en el período de post-ántesis. Este material además fue seleccionado por alto rendimiento, mejor calidad panadera y nivel de proteína. Se obtuvieron las variedades Loncofén, (Vil 53/4/Nor 10/B/3/27-15/Rex/Rio/6/Ofn/3/Yt 54/Nor 10/B/4/LR/5/Mfo) en 1972 y Naofén (Pch/5/Kt 54A/Nor 10/B/3/Kt 54B/4/2+ Nar 59) en 1973. (Cuadro No. 1)

La necesidad de buscar nuevas fuentes de resistencia a polvillo estriado y más largo período vegetativo entre los progenitores invernales se ha traducido en un desplazamiento del germoplasma de origen francés por el del norte de Europa (Alemania, Holanda, etc.) o de los estados de Oregon y Washington en USA. Como progenitores primaverales en esta 3a. etapa se incorporan además variedades semienanas mexicanas de alto rendimiento (Ciano F-67, Noroeste 66, Siete Cerros). En el Cuadro No. 2 se presentan algunas de las líneas seleccionadas en esta etapa, aptas tanto para siembra primaverales como invernal. Las de más largo período vegetativo se han probado en siembras invernales con el fin de determinar su posible uso como variedades alternativas. Se observa sus altos rendimientos en siembras primaverales, superiores a las actuales variedades en cultivo.

### Trigos candeales

Las variedades de trigo candeal para la zona Sur deberían reunir los siguientes requisitos: alto rendimiento, similar o superior a las variedades comerciales de trigos blandos; resistencia a la tendidura y al polvillo estriado y de la hoja; aptitud de siembra invernal, con hábito de crecimiento alternativo o invernal; calidad industrial.

En 1960 y 1961 se realizaron trabajos preliminares con 180 cruzamientos entre trigos candeales primaverales altos y trigos blandos de hábito de crecimiento invernal. Este trabajo no obtuvo resultados finales positivos.

En 1967 se reinició el programa de hibridaciones usando genes de enanismo de Norin 10 incorporados en las líneas seleccionadas del programa de candeales primaverales de la Estación Experimental La Platina, tales como: YT 54/Nor 10/B-21-1c/3/st.464, Cfn/4/Yt 54//Nor 10/B 21-1c/3/2+By, Cfn//Lan-dwarf,F4/Lan y Cp//Lan-Dwarf, F4/Lan, variedades con buena resistencia al amarengamiento (Bidi 17, Mounferrier), líneas invernales de origen italiano (6210, 6204) y otros materiales invernales incorporados posteriormente. El material segregante es sometido a selección de planta y de grano por tipo candeal semi-enano resistente a tendidura y mediante selección visual de los tipos cristalinos libres de amarengamiento, respectivamente.

En el Cuadro No. 4 se presentan las características de las mejores líneas seleccionadas en esta primera etapa del mejoramiento de trigos candeales para el Sur de Chile. Tiene buen rendimiento, resistencia a la tendidura, tipo semi-enano, período vegetativo más tardío. Estas líneas están en etapa de pre-multiplicación para ser evaluadas por calidad y realizar estudios de adaptación al área.

Cuadro 2. Comportamiento de las nuevas variedades y líneas avanzadas promisorias procedentes de cruces invierno-primavera, para la Zona Sur de Chile, en siembras de invierno y primavera. Carillanca 1973-74.

Variedad o línea	: Rendimiento :		: Altura :	: Hábito*** :	: Polvillo : estriado
	: Kg/ha :	: Invi- : : vera* : : erno** :			
Pumafén	4.699	4.145	110	P	S
Loncofén	5.995	3.999	90	P	R
Naofén	5.934	--	90	P	R
Noroeste 66/Heine 110, Temu 191-72	7.261	4.316	90	P	R
Noroeste 66/Heine 110, CAR. 1608	--	5.986	95	I	R
Ciano F-67/Heine 110, Temu 167-71	6.899	--	80	P	R
Ciano F-67/Heine 110, CAR. 1609	--	6.186	95	I	R
Siete Cerros/Rabe, Temu 152-72	6.903	4.066	95	P	R
Siete Cerros/Rabe, CAR 1611	--	3.499	100	I	R
Vg 7353/3/Fn/Premier/Gb/4/Heine 110, Temu 263-72	6.920	4.399	85	P	R
Heine Koga/II-50-18/VgDwarf/3/Heine 110, Temu 204-72	7.612	3.449	100	P	R
Heine Koga/II-50-18/VgDwarf/3/Heine 110, Temu 146-73	8.416	--	100	P	R

\* Dos años de ensayos 1972, 1973

\*\*\* P = Primavera; I = Invernal

\*\* Un año de ensayos 1973

Cuadro 3. Principales progenitores usados en las cruzas invierno-primavera en la Estación Experimental Carillanca 1958-1973

	Progenitores Primaverales	: Progenitores : Invernales	: Variedades o : líneas obtenidos
1a. Etapa	Colotana Fn//K 58/N	Marne Desprez Marne Desprez	Pumafén Panguifén
2a. Etapa	Ofn/3/Yt 54//Nor10/B/4/LR/5/Mfo Kt 54A/Nor10/B/3/Kt 54/B/4/Nar 59	Vilmorín 53 Vg 9108 Poncheau	Loncofén Naofén
3a. Etapa	Ciano F-67 Noroeste 66 Siete cerros	Heine 110 Heine 110 Rabe	Temu 167-71 Temu 191-72 Temu 152-72
Futuro	Blue bird Líneas con Tom Thumb	Riebesel 47-51 Ibis Manella Melifén	----- ----- ----- -----

Cuadro 4. Comportamiento de las líneas candeales desarrolladas en la Estación Experimental Carillanca (Temuco-Chile) en siembra invernal 1972

Variedad o línea	: Rendi- : miento	: : : Altura	: Días : espigadura : desde : 1º Junio
CAR 1593, Hesbignon/2+Montferrier	5.387	90	185
CAR 1553, 6204/4/Yt54//Nor10/B-21-1c/3/St 464/5/2+ Bidi 17	5.040	75	181
CAR 1856, 6210/4/Yt54//Nor10/B-21-1c/3/St 464/5/2+ Bidi 17	5.899	70	180
CAR 1849, Cp//Lan-dwarf,F <sub>4</sub> /Lan/3/Bidi 17	6.149	90	182
CAR 1876, Bidi 17+2/3/Cfn//Lan-dwarf,F <sub>4</sub> /Lan	5.940	75	184
Capelli, variedad candeal alta	4.666	130	178
Bidi 17, progenitor candeal alto	5.133	120	178
Quilafén, variedad candeal semi-enana	5.633	85	176
Melifén, variedad semi-enana invernal de pan	5.832	85	207

### Perspectivas Futuras

#### Trigos blandos

Actualmente se encuentra en proceso una cuarta etapa de cruzamiento invierno-primavera, cuyas primeras líneas avanzadas entran a ensayos de rendimiento en la presente temporada (siembra 1974-75). Esta etapa se caracteriza por:

1. Incorporación de nuevas fuentes de resistencia al polvillo estriado en base a progenitores invernales tales como Riebesel 47-51, Manella, Ibis, Compair y líneas invernales procedentes de Oregon y Washington (USA), con genes de Webster y PI 178383.
2. Uso de genes de enanismo de Tom Thumb a través de líneas mexicanas primaverales con el fin de aumentar la resistencia a la tendidura, ya que las variedades actuales con genes de Norin 10 y altura promedio de 90 cm. en condiciones favorables de siembra presentan cierta susceptibilidad a la tendidura.
3. Mejoramiento de la calidad panadera y nivel de proteína, con el uso de líneas de calidad primaverales mexicanas.

En la temporada 1973-74 se continuó ampliando la base de resistencia a polvillo estriado, con nuevas fuentes de resistencia e inclusión de líneas invernales semi-enanas de Carillanca. También en el aspecto de calidad se incluyó material invernal de Nebraska.

#### Trigos candeales

Se tiene un grupo de líneas candeales semi-invernales de excelente tipo que pasan esta temporada a ensayos de rendimiento. Estas nuevas líneas y las presentadas en el Cuadro No. 4 constituyen la base para la nueva etapa de hibridaciones con trigos candeales invernales procedentes de Turquía y Nebraska. La variedad comercial Quilafén, el nuevo trigo semi-enano candeal de hábito primaveral, de excelente rendimiento en la Zona Central de Chile, está siendo usado con especial énfasis. Se piensa iniciar además una serie de cruzamientos con líneas invernales semi-enanas de pan gel programa de Carillanca.

#### Características Favorables de la Localidad

Es interesante destacar que el rápido avance logrado mediante las cruces invierno-primavera y las favorables expectativas que su incremento ofrece para el futuro, se deben en gran medida a la facilidad con que en la Estación Experimental Carillanca se pueden cultivar progenitores de los más variados hábitos y procedencias. No se presentan problemas de daño invernal por el frío y, a pesar del ataque de polvillo estriado, las variedades susceptibles pueden producir semilla. Ello permite en condiciones de campo, efectuar cruzamientos entre las variedades invernales más tardías y las primaverales más precoces, independientemente de su origen.

#### Referencias

- CIMMYT. 1972. Informe 1970-71 sobre mejoramiento de maíz y trigo. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. México. 114 p.

- CIMMYT. 1971. Informe 1969-70 sobre avances hacia el aumento de rendimientos de maíz y trigo. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. México. 130 p.
- CIMMYT. 1969. Informe 1967-68 sobre avances hacia el aumento de rendimientos de maíz y trigo. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. México. 99 p.
- Hafiz, A. 1972. Winter wheat improvement problems in the Near East and North Africa. In Proceedings, International Winter Wheat Conference, Ankara, Turkey. June 5-10, 1972. p. 22-24.
- Hron, R. 1972. Winter wheat improvement problems in Eastern Europe. In Proceedings, International Winter Wheat Conference, Ankara, Turkey, June 5-10, 1972. p. 8-12.
- Lukyanenko, P. R. 1972. Some results of winter wheat breeding in the USSR and the trends of its progress. In Proceedings, International Winter Wheat Conference, Ankara, Turkey, June 5-10, 1972. p. 12-21.
- Singh, K. G. and J. K. Singh. 1971. Potentialities of heterosis breeding in wheat. Euphytica 20: 586-590.

#### Summary

The use of progenitors or germplasm of different geographic and genetic origin, undoubtedly has advantages in breeding for improved varieties. The winter-spring crosses result in varieties of high yield potential through the recombination possibilities of the germplasm.

At the Carillanca Experiment Station (Temuco, Chile) of the Institute of Agricultural Research, the winter-spring crossing program was initiated in 1958, on soft wheats. Results of this work on the spring varieties Pumafén (1965), Panguifén (1967), Loncofén (1972), and Naofén (1973) and a group of excellent advanced lines of winter and spring types. A similar program of durum wheats (Triticum durum Desf.) was initiated in 1967, with promising results. Lines have been developed during this time (since 1967) which show possibilities for this type of wheat in the southern part of Chile.

Plans are to intensify the winter-spring crossing program in view of the favorable results, and considering the nature of the locality, which allows field crosses between all types of varieties regardless of their origin.



## REACCIÓN A BAJAS TEMPERATURAS EN TRIGO Y OTROS CEREALES EN EL PERU

Marino Romero Loli, Luz Gómez Pando, Enrique Aguilar C.,  
Ricardo Mont Koc, y Rosario Montenegro

Técnicos del Programa de Cereales de la Universidad Nacional Agraria  
Peru

### Introducción

El Perú produce actualmente solo un 15% de sus necesidades totales de trigo, debiendo importar el 85% restante. Otros granos como cebada, avena, quinua, etc. acusan también déficit, aunque de menor cuantía.

El problema fundamental reside en lograr la expansión de áreas de cultivo en magnitud suficiente para liberar al país de la dependencia de las importaciones. Esta expansión que a corto plazo puede lograrse mediante rotación de cultivos en costa y sierra contribuiría solo en parte a cubrir las necesidades totales. Al mediano y largo plazo, el crecimiento demográfico incrementará la demanda interna y en tal forma la diferencia entre producción - importación se hará más notable.

Frente a este problema de escasez del recurso suelo, una alternativa que debe ser exhaustivamente estudiada es el desarrollo de variedades de trigo y/o otros cereales capaces de tolerar el efecto de las heladas pues las áreas más ámplias en las que podría expandirse el cultivo corresponden a aquellas cuya altitud es próxima a los 4,000 m. En estas condiciones las bajas temperaturas constituyen el más serio factor limitante. Alrededor de los 3,000 m de altitud es frecuente encontrar heladas en el periodo comprendido entre la floración y la maduración, de tal manera que el riesgo para el cultivo ya existe aún en estas condiciones y va haciéndose mayor a medida que aumenta la altura sobre el nivel del mar.

Trabajos desarrollados por Single, 1968\* en Australia vislumbran la posibilidad de encontrar en el trigo tal tolerancia.

El objeto de este estudio ha sido efectuar una primera evaluación del comportamiento de 17714 genotipos de trigo, cebada, quinua, etc. para, a partir de esta información orientar mejor los trabajos a realizarse en el futuro. Su realización es posible en virtud a un convenio de la Universidad Nacional Agraria con la Dirección Regional de Agricultura, ORDEZA, en el ámbito de la Zona Agraria III.

### Materiales y Métodos

#### A Material genético estudiado

Trigo: 2208 genotipos procedentes en su mayor parte del CIMMYT y 282 de Colecciones Nacionales

---

\*Single, W. V. Variation in resistance to spring frost in Triticum aestivum and related species. Proceedings of the Third International Wheat Genetic Symposium 282-287, Combera, 1968.

**Cebada:** 9296 genotipos de los anales 1087 corresponden a colecciones efectuadas en las partes altas del país y 8209 de diverso origen internacional

**Triticale:** 183 genotipos procedentes del CIMMYT

**Centeno:** 10 genotipos de Colecciones Nacionales

**Quina (Chenopodium quinoa):** 5981 colecciones del Perú y de Bolivia

**Cañihua (Chenopodium pallidicaule):** 36 Colecciones Nacionales

#### B Ubicación

El campo estuvo localizado en Catác, Provincia de Recuay, Depto. de Ancash, entre los paralelos 9°45' y 9°50' de latitud sur y entre los meridianos 77°30' y 77°25' de longitud oeste a una altitud de 3850 m.

Fecha de Siembra: Primera quincena de Noviembre 1973

#### C Disposición experimental

No se empleó ningún diseño experimental correspondiendo una parcela de 1 surco por cada genotipo o colección. El área neta de esta parcela fue de 1.20 m<sup>2</sup>.

#### D Observaciones

Corresponden a: días al espigado, evaluación de enfermedades y reacción a bajas temperaturas.

#### E Registro de temperaturas y humedad relativa. Por razones de fuerza mayor se pudo registrar estas datos a partir del 1.º de abril 1974.

### Resultados y Discusión

Cinco meses después de la siembra no se notaban aún daños por efecto de las heladas, aunque sí era evidente una mayor prolongación del ciclo vegetativo. El 23 de Abril la temperatura bajó a -2°C y el 26 del mismo a -4.2°C. Este descenso de temperatura coincidió con estados diversos de la planta desde floración a grano lechoso, produciendo fuertes daños como se indica a continuación.

**Trigo:** 100% de mortalidad de flores y plasmólisis de granos en formación. No llegó a formarse un solo grano en todo el material estudiado.

**Triticale y Centeno:** Comportamiento similar al trigo.

**Cebada:** Amplia variación en la respuesta al efecto de las heladas: muerte de flores, granos plasmolizados, hasta granos que llegaron a desarrollarse bastante bien. 1054 genotipos de cebada llegaron a producir granos con diferentes grados de llenado.

**Cañihua:** Plasmólisis total de las plantas.

**Quinua:** Plasmólisis casi total de las plantas llegando a cosechar algunos granos de semilla.

### Conclusiones

1. Catác mostró ser un lugar aparente para estudiar el efecto de las bajas temperaturas en cereales.

- 2 La variabilidad genética en el trigo no ha sido suficientemente amplia requiriéndose de un mayor número de genotipos de diverso origen.
- 3 La cebada es aparentemente el cultivo con mayores posibilidades de adaptación en dicha zona alta.
- 4 La Quinoa y Cañihua han mostrado un comportamiento irregular probablemente por ser la fecha de siembra atrasada.



## MEJORAMIENTO GENETICO DE CEREALES EN LA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE

Patricio C. Parodi P., Isabel Margarita Nebreda M.,  
y María Soledad Díaz G.

Facultad de Agronomía, Universidad Católica de Chile  
Chile

El Programa de Mejoramiento Genético de Cereales de la Universidad Católica de Chile se inició el año 1971. Está enfocado a la formación de cultivares de cereales de primavera para la zona Centro-Norte de Chile, ubicada entre los 28°S y 35°S de latitud Sur.

Actualmente, este Programa se financia con fondos del presupuesto ordinario de la Universidad Católica de Chile, y con aportes del Fondo de Investigaciones de la Universidad Católica, del International Development Research Centre de Canadá, de la Agencia Internacional de Energía Atómica con sede en Viena, Austria, y con aportes menores de algunas empresas comerciales.

Colaboran con este Programa el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), la Universidad de Manitoba, la Universidad de California (Davis), la Jenkins Foundation, los Departamentos de Agrofísica y Zootecnia de la Universidad Católica de Chile, el Departamento de Nutrición de la Universidad de Chile, y el Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Chile.

El Programa tiene cinco líneas principales de investigación, que se señalan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Líneas de investigación del Programa de Mejoramiento Genético de Cereales de la Universidad Católica de Chile.

---

Mejoramiento genético de triticales (Triticale spp.)  
Formación de cultivares de trigo híbrido (Triticum spp.)  
Aumento del contenido proteico del trigo (Triticum spp.) mediante mutaciones inducidas por irradiación.  
Mejoramiento genético convencional de trigo, Triticum aestivum L. y Triticum durum Desf.  
Estudios básicos

---

La fundamentación y principales objetivos de cada una de estas líneas de investigación se describen a continuación.

### Mejoramiento genético de triticales (Triticale spp.)

El trigo constituye la más importante fuente alimenticia para la población chilena, aportando aproximadamente un 40% de las calorías y un 50% de la proteína de la dieta diaria. Los esfuerzos para mejorar el contenido proteico del trigo han sido sostenidos, pero limitados, y el chileno medio continúa consumiendo una cantidad insuficiente de proteínas. Por otra parte, Chile importa cantidades crecientes de trigo, con un significativo efecto sobre la balanza comercial. Teniendo en cuenta el alto potencial de rendimiento y contenido proteico de los triticales, se inició en 1973 un programa de mejoramiento genético de este cereal, con aporte financiero del International Development Research Centre, y usando como material básico el germoplasma del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, CIMMYT. Los objetivos primarios de esta línea de investigación se señalan a continuación.

Desarrollar cultivares de triticale de alto rendimiento, para suplementar la producción de granos para consumo humano.

Estos cultivares de amplia adaptación y tipo agrónomo apropiado, deberán ser sembrados en suelos cerealeros. Las posibilidades de que se habiliten nuevos suelos para triticale, o que se usen suelos de otros cultivos para sembrar triticale son escasas. En consecuencia, los triticales deberán competir con trigo por los mismos suelos; que estos sean de riego o secano aun no se ha determinado. La mayor superficie de la región, sin embargo, es regada, y los mejores suelos y los más altos rendimientos se encuentran generalmente bajo riego. Los cultivares de triticale deberán demostrar ventajas en rendimiento por sobre los cultivares de trigo, o por lo menos comportarse en forma comparable bajo condiciones ambientales similares.

Desarrollar cultivares de triticale con adecuada calidad industrial.

Dado que los triticales deben competir por suelo con el trigo, su harina debe tener apropiada calidad molinera y panadera, de manera que pueda ser usada directamente en fabricación de pan, o en mezclas con harina de trigo sin deteriorar el nivel de calidad. Adicionalmente, los triticales pueden tener calidad apropiada para la elaboración de pastas alimenticias, productos de repostería, y otros alimentos no tradicionales en Chile, como fórmulas especiales para lactantes, cereales de desayuno, etc.

Desarrollar cultivares de triticale con alta cantidad y calidad de proteína.

Para competir con el trigo, el triticale debe poseer otras ventajas además de rendimiento.

La importancia del trigo como recurso principal en la alimentación del chileno medio fue señalada. Su consumo es alto, del orden de los 150 kg por habitante al año, y su contribución tanto en proteína como en calorías totales es inadecuadamente elevada para estructurar una dieta equilibrada. Las posibilidades de que esa proporción pueda ser alterada y reemplazada por proteína animal son escasas en el mediano plazo. Es posible que los triticales produzcan más proteína por unidad de superficie que el trigo, aun con rendimientos similares, pero, si mediante el uso de harina de triticale con alto contenido proteico se puede suministrar a la población pan y otros productos de mejor nivel nutricional, los triticales justificarían todos los esfuerzos y recursos empleados en el programa de mejoramiento.

Desarrollar cultivares de triticale para alimento animal.

Los triticales como el resto de los cereales pequeños, no pueden competir con el rendimiento del maíz en la zona Centro-Norte de Chile. Algunos cultivares de triticale, de alto rendimiento, pero de mala calidad molinera y panadera, podrían sembrarse en regiones donde la topografía o la disponibilidad de agua impidieran la producción de maíz. Adicionalmente, triticales precoces podrían introducirse en un sistema de doble cultivo en la misma temporada, seguido por maíz o sorgo, aumentando la producción por unidad de superficie.

Algunas líneas de triticale tienen, por otra parte, un alto potencial forrajero. Sembrado a principios de otoño su crecimiento invernal los puede transformar en una excelente fuente de forraje en períodos cuando otras especies forrajeras no suministran alimento para el ganado.

Desarrollar cultivares de triticale para la destilación de alcohol.

El triticale se está utilizando con éxito en Canadá en destilación de alcohol para whisky. Nuestro programa está analizando su material avanzado con este propósito. Al tener éxito, este germoplasma podría constituir un importante aporte de materia prima para la industria destilera, y un interesante rubro de exportación.

Durante la presente temporada, el Programa Triticale ésta desarrollando las siguientes investigaciones:

**Fitomejoramiento**

Ensayos de rendimiento de triticale granífero y forrajero, en la Estación Experimental y en la región de adaptación.

Hibridaciones

Evaluación de generaciones segregantes

Evaluación de material avanzado proveniente del CIMMYT y otras fuentes.

Estudio de componentes de rendimiento.

**Estudios agronómicos**

Epoca de siembra

Densidad de siembra

Respuesta a la fertilización

Interacción componentes de rendimiento por nivel de fertilización.

Profundidad de siembra

Efecto de la temperatura y profundidad de siembra sobre la elongación del coleoptilo.

**Fitopatología**

Identificación y descripción de patógenos

Evaluación de los daños

Métodos de control.

**Entomología**

Identificación y descripción de insectos

Evaluación de los daños

Métodos de control.

**Control de Malezas**

Identificación y descripción de principales malezas.

Evaluación de los daños

Métodos de control.

**Genética y Citogenética**

Herencia, acción génica y heredabilidad de los principales caracteres agronómicos y económicos.

Transmisión meiótica de los genomios Triticum y Secale.

**Calidad**

Cantidad de proteína

Contenido de amino ácidos

Valor nutricional

Calidad molinera, panadera y semolera

Uso del triticale en otros productos para alimentación humana.

Producción y calidad de alcohol

Calidad para alimentación animal.

### Formación de cultivares de trigo híbrido (*Triticum* spp.)

La fundamentación de la línea de investigación en trigo híbrido se basa en la incidencia del trigo en la alimentación de la población y en el déficit crónico de producción de este cereal. Las estimaciones actuales señalan que la población de Chile alcanzará, en el año 2000, alrededor de 20 millones de personas, y es evidente que esta población deberá ser alimentada usando esencialmente la misma tierra cultivada de que se dispone hoy; en consecuencia, es necesario concentrar esfuerzos en aumentar la producción por unidad de superficie. Existen numerosos casos donde mejores prácticas de manejo han producido resultados espectaculares. El mejor manejo, sin embargo, está limitado por el potencial de rendimiento de los genotipos disponibles.

El principal objetivo de este proyecto es aumentar los rendimientos. El costo y esfuerzo adicional de producir semilla F<sub>1</sub> no se justificaría si el híbrido no rinde significativamente por sobre su mejor progenitor, y por sobre los genotipos más productivos dentro de su zona de adaptación. Las estimaciones más recientes de heterobeltiosis con germoplasma nacional indican que, en promedio, es posible esperar un nivel de heterobeltiosis superior al 30%.

El segundo objetivo en la formación de híbridos de trigo es la calidad. El trigo no se caracteriza por su alto valor nutritivo, y es en consecuencia indispensable que los híbridos de más alto rendimiento posean índices aceptables de valor nutricional y calidad industrial.

Finalmente, se ha determinado que el trigo híbrido puede tener ventajas adicionales, dadas por la naturaleza heterocigota de su constitución genética, que le permitirían estabilizar la producción bajo diferentes condiciones ambientales, y asegurar rendimientos satisfactorios bajo condiciones que pueden ser extremas para los genotipos homocigotas, intrínsecamente más rígidos.

Las líneas de trabajo en esta línea de investigación son las siguientes:

Evaluación de la magnitud de la heterosis y heterobeltiosis en combinaciones de líneas y cultivares de *Triticum aestivum* y *T. durum*.

Obtención de germoplasma adaptado a las condiciones ecológicas de la zona Centro Norte de Chile, con macho-esterilidad citoplasmática y factores de restauración de fertilidad derivados de *Triticum timopheevi*.

Programa de retrocruzamientos para incorporar machoesterilidad citoplasmática.

Programa de retrocruzamientos para incorporar factores nucleares restauradores de fertilidad.

Evaluación de fuentes de macho-esterilidad y restauración adicionales a las derivadas de *Triticum timopheevi*.

Utilización de gametocidas químicos como herramienta productora de macho-esterilidad.

Determinación de sistemas y mecanismos adecuados para la producción comercial de semilla F<sub>1</sub>.

Evaluación de la calidad industrial y nutricional del germoplasma.

Evaluación de las características homeostáticas del material.

Aumento del contenido proteico del trigo (*Triticum spp.*) mediante mutaciones inducidas por irradiación.

Hemos indicado la alta incidencia del trigo en la alimentación de la población del país. La escasez de proteína en la dieta chilena es una emergencia dramática, uno de cuyos efectos es deteriorar el desarrollo mental de los niños. Se observan grandes diferencias en la cantidad diaria de proteína consumida por los diversos estratos de la población; los más modestos, que son los que en mayor medida dependen del trigo para su alimentación, ingieren menor cantidad de proteína que los mínimos recomendados.

A pesar de los sostenidos esfuerzos por mejorar el contenido proteico de los cultivares de hábito primaveral desarrollados para la región, el promedio de proteína de este germoplasma es de sólo 11,5%. No se vislumbran posibilidades de que se produzca un cambio drástico en la tendencia actual, utilizando la variabilidad genética natural.

El objetivo de esta línea de investigación es aumentar el contenido proteico de material adaptado a la zona Centro Norte de Chile mediante mutaciones inducidas por irradiación con rayos  $\gamma$ , manteniendo el resto de las características que hacen a este germoplasma adaptado a la zona. Los objetivos inmediatos de esta línea de investigación son los siguientes:

Producir cultivares de alto contenido proteico, adaptados a la zona Centro Norte de Chile.

Mantener y/o mejorar los caracteres agronómicos del germoplasma original.

Mantener y/o mejorar la calidad industrial del germoplasma original.

Mantener y/o mejorar la resistencia genética del germoplasma original a los principales organismos patógenos de la región.

Mantener y/o incrementar el nivel de rendimiento del germoplasma original.

Con estos propósitos, se está trabajando con *Triticum aestivum* y *T. durum*, ambas especies de importancia comercial en la zona.

Mejoramiento genético convencional de trigo, *Triticum aestivum* L. y *Triticum durum* Desf.

Las tres líneas de investigación descritas con anterioridad, pueden constituir a corto o mediano plazo soluciones al problema nutricional de la población chilena, y al déficit de producción de cereales del país. Existe, mientras tanto, la necesidad inmediata de producir nuevos y mejores cultivares de trigo de tipo convencional, que permitan incrementos graduales de producción considerando los diversos factores del medio que afectan la producción de cereales.

Adicionalmente, las líneas y cultivares convencionales de *Triticum* aportan un patrón de comparación para medir el progreso en la formación de cultivares de triticale y proporcionan material básico y de referencia para las líneas de investigación, se mantendrá un activo programa de mejoramiento genético convencional de *Triticum aestivum* y *T. durum*.

La investigación en esta línea se conduce en los siguientes aspectos:

Fitomejoramiento

Hibridaciones

Evaluación de generaciones segregantes

Evaluación de material avanzado en ensayos de rendimiento en la región de adaptación.



### Estudios agronómicos

Densidad de siembra

Respuesta a la fertilización

Interacción componentes de rendimiento por nivel de fertilización.

### Fitopatología, Entomología y Control de Malezas.

Identificación y descripción de patógenos, insectos y malezas nocivos al cultivo.

Evaluación de los daños

Métodos de control

### Calidad

Contenido de proteína

Contenido de amino ácidos

Valor nutricional

Calidad molinera, panadera y sembrera.

### Estudios básicos

Considerando la función docente de la Universidad Católica de Chile, se desarrolla una línea de investigación en aspectos científicos básicos, generalmente conducidos como tema de tesis por alumnos del Departamento, y programada como fuente de apoyo a la investigación descrita en los puntos.

Las principales líneas de trabajo en ciencias básicas son las siguientes: Genética, Citogenética, Estadística, Fitopatología, Entomología, Fisiología, Interacción genotipo por medio ambiente, Componentes de rendimiento.

Algunos de los resultados de la investigación descrita se encuentran en la lista de trabajos científicos publicados por el personal profesional del Departamento, que se adjunta a continuación. Quienes se interesen pueden solicitar una lista de esas publicaciones y separatas de las mismas.

### Summary

The Cereal Breeding Program at the Catholic University of Chile was initiated in 1971. It is focused towards the development of spring triticale and wheat cultivars for Chile's North Central Region.

This paper discusses the Program's research lines: (1) Triticale (Triticale spp.) breeding, (2) Hybrid wheat (Triticum spp.) breeding, (3) Wheat (Triticum spp.) protein increase by mutation breeding, (4) Conventional wheat (Triticum aestivum and T. durum) breeding, and (5) Basic studies.

Publicaciones del Personal Profesional del Programa de Mejoramiento  
Genético de Cereales de la Universidad Católica de Chile

Periodo 1972-1974

- Apablaza, H., J. U. 1974. Presencia de Macrosiphum avenae (Fabricius) (Homoptera, aphididae) en sementeras de trigo en Chile. *Cienc. Inv. Agr.* 1: 68-70.
- Apablaza H., J. U. y V. Tiska. 1974. Poblaciones de afidos (Homoptera, aphididae) en trigo en la zona central chilena. *Rev. Chil. Ent.* 7:173-181.
- Apablaza H., J. U. y V. Tiska. 1974. Efectos de insecticidas sistémicos radiculares sobre poblaciones de áfidos (Homoptera, aphididae) en trigo, Triticum aestivum L. *Cienc. Inv. Agr.* 1:39-47.
- Bravo, M. A. 1973. Improvement of protein content and quality in grain legumes and wheat by mutation breeding. In Nuclear Techniques for Seed Protein Improvement: 263-264, IAEA, Vienna, Austria.
- Caerols, J. M. y P. C. Parodi. 1974. Producción de grano de maíz y sorgo en segunda siembra después de trigo precoz. *El Campesino* 105. (En prensa).
- Díaz, G., María Soledad y P. C. Parodi. 1974. Influencia de la dosis de siembra y fertilización sobre los componentes de rendimiento y el rendimiento en trigo (Triticum spp.) *Cienc. Inv. Agr.* 1 (En prensa).
- Nebreda, M., Isabel Margarita y P. C. Parodi. 1974. Interacción genotipo por medio ambiente en Triticum spp. *Fitotecnia Latinoamericana* (En prensa).
- Parodi, P. C. 1973. Triticale: Un nuevo cereal producido por el hombre, *Cienc. Inv. Agr.* 1 (En prensa).
- Parodi, P. C. 1973. Improvement of protein content in wheat and grain legumes by mutation breeding In Nuclear Techniques for Seed Protein Improvement, II IAEA, Vienna, Austria. (En prensa).
- Parodi, P. C. 1974. Triticale breeding experiments in Chile. In Triticale: Proceeding of an International Symposium, El Batán, Mexico. *Int. Develop. Res. Centre Monogr.* IDRC-024e:125-218.
- Parodi, P. C. 1974. Interrelaciones entre el rendimiento y sus componentes en un cruzamiento dialélico de trigos primaverales (Triticum aestivum L.). *Fitotecnia Latinoamericana* (En prensa).
- Parodi, P. C. 1974. Trigo híbrido: Resultados de los investigadores nacionales. *Cienc. Inv. Agr.* 1 (En prensa).
- Parodi, P. C. and J. U. Apablaza. 1973. Wheat breeding and entomology at the Catholic University of Chile. *Annual Wheat Newsletter* 19:41. Kansas State Univ. and Canada Dept. of Agriculture, Manhattan, Kansas, EEUU.

Parodi, P. C., C. Muller, M. Wulf y Denise Granger. 1973. Vigor híbrido, capacidad combinatoria, acción génica y heredibilidad de algunos componentes de calidad en un cruzamiento diallelo de seis genotipos de trigo de primavera (Triticum aestivum L.) Agr. Téc. 33:101-111.

Parodi, P. C., Isabel Margarita Nebreda, María Soledad Díaz and J. U. Apablaza. 1974. Wheat and triticale breeding and entomology at the Catholic University of Chile. Annual Wheat Newsletter 20:63-66. Kansas State Univ. and Canada Dept. of Agriculture, Manhattan, Kansas, EEUU.

Parodi, P. C. and F. L. Patterson. 1973. A comparison of genetic behavior in a six-parent diallel cross of winter wheat, grown under Northern and Southern Hemisphere environments. Proc. Fourth International Wheat Genetics Symposium: Columbia, Missouri, EEUU.

Vera, C., P. C. Parodi, H. Wulf y Denise Granger. 1974. Influencia de la dosis de siembra sobre el rendimiento, componentes de rendimiento y factores de calidad en tres variedades de trigo, Triticum aestivum L. Agr. Tec. 34 (En prensa).



MEJORAMIENTO DE CULTIVARES DE INVIERNO Y PRIMAVERA  
PARA LA ZONA CENTRO SUR DE CHILE

Lilián E. Aguayo Ch.

Instituto de Investigaciones Agropecuarias  
Estacion Experimental "Quilamapu" Chillan  
Chile

Introduccion

El trigo es el cereal más importante en Chile. Ocupa alrededor del 60% de la superficie sembrada con cultivos anuales y proporciona el 40% de las calorías y el 15% del total de proteínas consumida por la población de los habitantes de Chile. La superficie cultivada con trigo en el país es alrededor de 730.000 Hás, con una producción de 1.300.000 toneladas y un rendimiento promedio de 18,8 qqm/ha.

En Chile se diferencian tres zonas para el cultivo del trigo. La zona Norte que comprende las provincias de Tarapacá a Curicó siembran variedades de hábito primaveral, Triticum aestivum L. em Thell. y Triticum durum Desf. Debido a que la zona tiene baja caída pluviométrica (200-600 mm.), el trigo se cultiva bajo riego.

La zona Centro-Sur con una caída pluviométrica de 800 a 1.300 mm., incluye las provincias de Talca a Bfo-Bfo. En un comienzo, en esta zona se cultivaban trigos de invierno de la zona sur y de primavera de la zona norte. Sin embargo, estas variedades no estaban adaptadas específicamente para dicha zona. Debido a esto, en el año 1960 se iniciaron en la Estación Experimental Quilamapu, los cruzamientos "invierno x primavera" con el objetivo principal de obtener 3 tipos de cultivares adaptados específicamente a la zona Centro-Sur: cultivares de invierno, de primavera y de alternativa. Las variedades de hábito primaveral se siembran principalmente en suelos bajo condiciones de riego.

Los cultivares de alternativa son de gran utilidad para el agricultor, ya que se pueden sembrar desde las primeras épocas de invierno hasta las primeras épocas recomendadas para los cultivares de primavera. Es de especial importancia para los agricultores que no alcanzan a sembrar temprano en invierno.

La zona Sur, que comprende el resto sur del país, tiene una caída pluviométrica de 1000 a 2000 mm, predominando la siembra de cultivares de invierno, aún cuando también se tienen cultivares de primavera. No reciben riego artificial.

Cruzamientos de Trigos de "Invierno x Trigos de Primavera"

En el Informe del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), Año 1967-68, se menciona la iniciación, en México, de un proyecto para mezclar mediante cruza, los complejos germoplásmicos de "invierno x primavera".

En Chile, este programa se inició en el año 1956. En la Estación Experimental Quilamapu comenzó en 1960, con el propósito principal de obtener cultivares de invierno, de primavera y de alternativa.

El objetivo principal de las cruza "invierno x primavera" fue combinar la alta capacidad de rendimiento, calidad y tipo agronómico de los trigos de invierno con

la resistencia a enfermedades (especialmente polvillos o royas), de los trigos de primavera.

La semilla F<sub>2</sub> de las cruzas "invierno x primavera" se siembran en invierno y en primavera.

Entre los cultivares de invierno se consideró: Semienanos del estado de Washington de buen rendimiento y buena caña y cruzas con trigos europeos; Germoplasma europeo de buen rendimiento y buena adaptación; germoplasma resistente a enfermedades radiculares; Germoplasma del Vivero Internacional de Polvillos o Royas de Trigos de Invierno y Germoplasma del Ensayo Internacional de Trigos de Invierno. (Cuadro 1)

En cuanto al germoplasma de primavera se incluyeron: cultivares con resistencia a los 3 polvillos o royas que atacan al trigo; germoplasma de buen rendimiento y buena adaptación a la zona; cultivares italianos de buena caña y Semienanos procedentes de México, de buen rendimiento. (Cuadro 2)

Cuadro 1. Fuentes de Germoplasma Invernal que se emplearon en el Programa de Mejoramiento de Cultivares de "invierno x primavera".

1 Semienanos del estado de Washington de buen rendimiento y buena caña y Cruzas con trigos europeos:

Vogel 9139,	Norin 10/Brevor 14 x 27-15/Rex-Rio,	selección 9139
" 9144,	" "	" 9144
" 6376,	" "	" 6376
" 9052,	" "	" 9052
" 7353,	" "	" 7353
" 8881,	" "	" 8881
" 9108,	" "	" 9108
" 8316,	" "	" 8316
" 8058,	" "	" 8058

CD-Vg 8058

Vil 53 - Vg 9139

Fn/Th-Com x Vg 7353

Vg 8994-Dru

Dijon x Vg 8316

Vg 9052-Dru x Nai 60

2 Germoplasma europeo de buen rendimiento y buena adaptación:

Capelle Desprez	Auchy Cambier	Druchamp
Etoile de Choisy	Champlain	Vilmorin 29
Nord Desprez	Dippe	Desprez 80
Lille Desprez	Heurtebise	Poncheau
Docteur Mazet	Hesbignon	Dijon
Hibride Inversable	Maitre Pierre	CD-Gso x Dj
Franc Nord	Elite Lepeuble	

3 Germoplasma resistente a enfermedades radiculares:

Quilamapu 504

/(Ofn/Yt54-Nor10/B)LRxMfo/ x (SpWt467/Gb-LxVg9052)

Cuadro 1. Con't.

- 4 Germoplasma del Vivero Internacional de Polvillos de Trigos de Invierno:  
 Guide/Scoutland, NE 71357  
 Atlas 66/Comanche (NE 631250)/2/Lancer, NE 71295  
 Lourin 10                                      Lourin 13  
 Lourin 11                                      Lourin 231
- 5 Geroplasma del Ensayo Internacional de Trigos de Invierno:  
 Fertodi 293                                      Bezostaya                                      TX 62A4793-7

Cuadro 2. Fuentes de Germoplasma Primaverales que se emplearon en el Programa de Mejoramiento de Cultivares de "invierno x primavera".

Germoplasma con resistencia a Puccinia graminis f.sp. tritici Erikss y Henn, Puccinia recondita f.sp. tritici Rob. ex Desm. y Puccinia striiformis f. sp. tritici West.

Fn/K58-N	Co 262/51
II 4429-Lee <sup>3</sup>	Lee - K.F.
S/Mt - Gb	II-58-18/Vg dwarf
Md - McM/Ex	Gz 139-Gb

Germoplasma con resistencia a Puccinia striiformis f.sp. tritici West.  
 Th/StC-My48-Pfn<sup>4</sup>                                      Ciano "S"  
 (Fr-Fn/Yx4777)<sup>2</sup> - MgE-Pfn                                      Giza 155  
 4777x(Fn-K58/NxNor10/B)

Germoplasma con resistencia a Puccinia recondita f.sp. tritici Rob ex Desm.  
Sk x RL 2937

Germoplasma con resistencia a P. striiformis f.sp. tritici West. y P. recondita f.sp. tritici Rob. ex Desm.  
 Rfn<sup>2</sup> (K340xS/Mt-Gb)(K340-Fr)                                      Wt/Nor10-Kt54<sup>2</sup> x Fn-N/M  
 4777 x Rci - Y/Kt                                      ND 466-2

Germoplasma de buen rendimiento y buena adaptación a la zona:

Menflo	Mexifen
Orofen	Likafen °
Chifen	Yafen
Pumafen, MD x Co 266/51	Antufen
Panguifen, MD <sup>2</sup> x Fn - K58/N	Huelquen
Lilifen °	Rfn <sup>2</sup> (K340xS/Mt-Gb)K340xFr
Centrifan	Th-StC x My/PTf
Collafen	Nar sib (2) x Pj sib
Toquifen	4777 <sup>2</sup> x (Fn-K58/N x Nor 10/B)
(Nor10/Bx27-15 Rex Rio) sel 14 x Ofn <sup>2</sup> (Yt54-Nor10/BxLR)C14 <sup>2</sup>	
((Nor10/B11-Y53xY50)Kt54B) x (Sp.Wt467/Gb-LxVg9052)	
4777 <sup>2</sup> (Fn-K58/NxNor10/B) x (K340xS/Mt-Gb)K340-Fr	
Champlain x Mh - Ind.Arg.	
(Kt 54-Nor10/B29-1cxGb)xFr/Fn-Y	
Pato Argentino = (TzPP-Son 64A)Nar59	

Cuadro 2. Con't.

Cultivares italianos de buena caña:  
 Fortunato                      Fortunello                      Fiorello  
 Funo                              Funello  
 Funotto                          Funone

Semienanos procedentes de México, de buen rendimiento:  
 Nainarí 60  $\frac{1}{2}$                       Lerma Rojo 64A  $\frac{1}{2}$   
 Sonora 64  $\frac{1}{2}$                           21943-Ch 53 x Y50  
 Pitic 62  $\frac{1}{2}$

1/ En un comienzo se emplearon estos cultivares mexicanos.

Resultados de los Cruzamientos de "Invierno x Primavera"

Cultivar Lilifén:

Cruza : NdD x WW-Lee/Fn-N, N<sup>o</sup>2357

Pedigree: Ch 2672-2c-3c-2c

Lilifén es el resultado de la cruce de un cultivar francés de buen rendimiento, adaptación y buen tipo agronómico: Nord Desprez, por una cruce de "invierno x primavera", resistente a los polvillos.

Sembrado en Invierno: Desde 1965 a 1970, Lilifén mostró rendimiento superior a los cultivares de invierno comerciales que se sembraban en la zona: Capelle Desprez y Vilmorin 29, y a Etoile de Choisy, cultivar para siembras tardías de invierno. (Cuadro 3)

Posteriormente, en 1971 y 1972, Lilifén se mostró muy susceptible a Puccinia striiformis f. sp. tritici West., lo cual hizo bajar grandemente los rendimientos (Cuadro 3). Debido a esto, el cultivar Lilifén ya no se sembró en 1973.

Cuadro 3. Rendimiento en qqm/ha de Lilifén sembrado en invierno, en ausencia y en presencia de Puccinia striiformis f. sp. tritici West., comparado con otras variedades comerciales.

Cultivar	Rendimiento: qqm/ha	
	En ausencia de polvillo	Con presencia de polvillo
	o roya x̄ 6 años: 1965 a 1970	o roya x̄ 2 años: 1971 y 1972
Lilifén	60.2	30.6
Etoile de Choisy	52.5	38.7
Capelle Desprez	46.2	35.9

Sembrado en Primavera: Lilifén se incluyó en ensayos de rendimiento desde 1965, dando excelentes rendimientos hasta 1968 inclusive, comparado con las variedades comerciales que se sembraban en la zona: Menflo, Chifén, Huelquén. (Cuadro 4)

Durante 1969 y 1970 los rendimientos de Lilifén fueron muy similares a los obtenidos con las nuevas variedades semienanas de primavera; pero, em 1971 se mostro muy susceptible a Puccinia striiformis f. sp. tritici West., lo cual hizo bajar notablemente el rendimiento. (Cuadro 4)

Cuadro 4. Rendimiento en qqm/ha de lilifén sembrado en primavera, en ausencia y en presencia de Puccinia striiformis f. sp. tritici West., comparado con otras variedades comerciales.

Cultivar	Rendimiento: qqm/ha	
	En ausencia de polvillo o roya	Con presencia de polvillo o roya
	$\bar{x}$ 4 años: 1965 a 1968	$\bar{x}$ 3 años: 1969 a 1971
Lilifén	48.3	39.1
Huelquén	34.1 <u>1/</u>	44.8 <u>3/</u>
Chifén	33.4	38.4 <u>2/</u>
Menflo	31.7 <u>1/</u>	31.1 <u>2/</u>
Collafén	--	44.0
Mexifén	--	44.9
Toquifén	--	46.2

1/ Promedio 2 años: 1967 y 1968

2/ Rendimiento de 1 año: 1969

3/ A partir de 1972 Huelquén ha bajado su rendimiento en forma apreciable, debido principalmente al ataque de Puccinia striiformis f. sp. tritici West.

El cultivar Lilifén se entregó a los agricultores en 1968 como Semilla Fundación y Semilla Certificada. Causó gran impacto en el aumento de la producción de trigos de invierno y de primavera. Desde el año 1971 las siembras disminuyeron apreciablemente, debido al ataque de Puccinia striiformis f. sp. tritici West.

Sembrado en el 4to. Ensayo Internacional de Trigos de Invierno: El cultivar Lilifén se incluyó en el año 1971, en el Ensayo Internacional de Trigos de Invierno, que se sembró en 33 localidades de diferentes países del mundo.

Este ensayo se diseñó en Nebraska (USA), para evaluar el comportamiento de los cultivares y líneas experimentales de invierno más importantes de los principales países productores de trigo, bajo los diferentes medio ambientes de las distintas localidades.

En el Informe Preliminar sobre Resultados del 4to. Ensayo Internacional de Trigos de Invierno, el cultivar Lilifén tiene un promedio de rendimiento de 32,7 qqm/ha en 33 localidades, ocupando el primer lugar el cultivar Bezostaya 1 con 42,3 qqm/ha.

En 9 localidades, Lilifén ocupó lugares de importancia en cuanto a rendimiento, como se observa en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Rendimiento de Lilifén y lugar que ocupa en 9 localidades de las 33 en que se sembró el 4to. I.WWPN 1971-72.

Localidad y País	Rendimiento (qqm/ha)	Lugar	Cultivar que ocupó el 1er.lugar	Rendimiento (qqm/ha)
Toluca (Mexico)	52.7	1	--	--
Monsheim (Alemania)	44.2	3	Maris Nimrod	52.6
Oregon (USA)	44.4	5	Caribo	52.0
Toluca (Mexico)	54.6	5	Maris Nimrod	64.3
Rieti (Italia)	42.3	6	Bezostaya 1	45.2
Cambridge (Inglaterra)	57.6	7	Maris Nimrod	73.6
Karaj (Iran)	45.8	8	Centurk	58.0
Kabul (Afghanistan)	59.0	9	Strampelli	73.2
Tolbukhin (Bulgaria)	38.7	9	Sava	51.6



Otras características agronómicas deseables que presentó el cultivar Lilibén en este ensayo fueron:

- a) Resistencia a la tendidura
- b) Resistencia al desgrane y
- c) Buen peso de 1000 granos.

#### Futuros Cultivares

Como resultado de los cruzamientos "invierno x primavera" se tienen en estudio 2 líneas promisorias. Son las siguientes:

- 1. Quilamapu 504  
Cruza : CD - Vg 8058 x CD-Sk  
Pedigree: Ch 8741-3t-1t-7t
- 2. Quilamapu 2  
Cruza : Vg 8058 x (Af - My 48)<sup>2</sup>  
Pedigree: Ch 8125-10p-3p-2p-1p

Quilamapu 504 y Quilamapu 2 han mostrado un buen comportamiento de rendimiento, sembrados en invierno. (Cuadro 6)

Cuadro 6. Rendimiento promedio de Quilamapu 504 y Quilamapu 2 en comparación con 4 cultivares de invierno. Ensayos de rendimiento de 3 años: 1971 a 1973.

Cultivar	Rendimiento qgm/ha
Quilamapu 504	52.14
Quilamapu 2	49.69
Manella	40.08 <u>1/</u>
Hesbignon	38.38 <u>1/</u>
Capelle Desprez	36.48
Etoile de Choisy	33.33

1/ Rendimiento promedio de 2 años.

#### Conclusiones

A través del Programa de Cruzamientos de Trigos "invierno x primavera", se están obteniendo 3 tipos de cultivares adaptados específicamente para la zona Centro-Sur de Chile. Ellos son: cultivares de Invierno, de primavera y de alternativa de altos rendimientos.

El problema principal que enfrentan los Programas de Mejoramiento es en lo referente a enfermedades. El polvillo estriado Puccinia striiformis f. sp. tritici West. es el más importante en esta zona, aún cuando en algunos años el Polvillo colorado de la hoja Puccinia recondita f. sp. tritici Rob. ex Desm., se presenta en forma intensa. Por lo tanto, debemos buscar resistencia principalmente a estos dos polvillos.

Para aumentar las fuentes de germoplasma resistente a los polvillos o royas, debe seguirse manteniendo y aumentando el intercambio de germoplasma genético, mediante los Viveros Cooperativos Internacionales de Polvillos, los Ensayos Internacionales de Rendimiento y los Jardines Europeos de Resistencia a polvillos.

Con la incorporación de germoplasma de los cultivares semienanos mexicanos de primavera, que poseen un alto potencial de rendimiento, se hace difícil obtener cultivares de alternativa que sembrados en primavera, sean superiores a estos en rendimiento. Por lo tanto, para igualar este rendimiento es necesario mantener cruza que consideran el mejor material de Invierno con el mejor de Primavera.

Summary

The first crosses for hybridization of "winter x spring" wheats were made in 1956 in Chile. At Quilamapu Experimental Station, they were started in 1960.

The objectives of "winter x spring" crosses are to obtain three cultivar types adapted specifically to the South-Central Area.

- a) Cultivars with winter growth habit.
- b) Cultivars with spring growth habit, and
- c) Cultivars with "alternative" growth habit for winter seeding or spring seeding.

The germplasm used in the "winter x spring" crosses includes semi-dwarfs from Washington State, Mexican semi-dwarfs, and high yielding European wheats with good quality, adaptation, and straw. Some varieties from the International Winter Wheat Performance Nursery, such as Bezostaya, and rust-resistant germplasm from the International Cooperative Nurseries and the European Nursery have been used in the crosses.

Lilifen, an "alternative wheat" cultivar, was delivered to farmers in 1967.

A number of promising lines that are being tried, among which Quilamapu 504 and Quilamapu 2 show promise as future cultivars.



EFEITO DE TRATAMENTO DE TEMPERATURA NO PROCESSO MEIÓTICO  
DE CELULAS MÃES DE PÓLEN DE TRIGO

Bodanese, M. Helena, Moraes Fernandes, M. Irene B. e W. L. Schramm

Departamento de Genética, Instituto de Biociências  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul e Instituto de Pesquisas  
Agrônomicas do Estado, Porto Alegre, Rio Grande do Sul  
Brasil

O trigo em cultivo no Rio Grande do Sul está sujeito, pelas flutuações climáticas durante a época do florescimento, a extremos de temperatura que podem variar desde  $-3^{\circ}\text{C}$  até mais de  $30^{\circ}\text{C}$ . Estas variações, juntamente com as doenças, levam a grandes perdas de lavoura. Por estas razões, é interessante investigar os efeitos da temperatura no processo meiótico e na formação de pólen em variedades brasileiras de trigo. Seguindo tratamentos progressivos de temperatura em trigo hexa e diplóides, respectivamente, Paoe Li (J. Genet. 48:297-300, 1948) e Rana (Caryologia 18:117-125, 1965) observaram problemas de pareamento, poliploidia, distúrbios do fuso, fragmentação e degeneração dos cromossomos. Bayliss e Riley (Genet. Res. Camb., 20:193-200, 1972) relatam a ocorrência de controle genético na sensibilidade da divisão meiótica à temperatura. Serão relatados aqui, resultados parciais do comportamento meiótico em células mães de pólen de dois cultivares brasileiros (Frocor e C 17), em condições ambientais e experimentais de temperatura. Em condições ambientais ( $10^{\circ}\text{C}$  foi a flutuação máxima nos 5 dias anteriores à coleta) ambos os cultivares apresentaram diversos tipos de anomalias principalmente quebras, aderências, tri e quadrivalentes. Em 58 células analisadas em metáfase I, Frocor apresentou 0.43 e C 17 0.54 anormais; em 75 células estudadas em anáfase I, Frocor apresentou 0.27 e C 17 0.28 anormais; em 83 células em metáfase II, Frocor apresentou 0.75 e C 17 0.65, também anormais; em 646 tetrades contadas, Frocor apresentou 0.12 e C 17, 0.05 anormais. Quando foi aplicado o teste z, as diferenças foram significantes apenas para as tetrades (nível de 0.01). Quando a fixação foi efetuada após 101 horas em câmara de crescimento, com temperatura constante ( $18^{\circ}\text{C}$ ), luz contínua e alta umidade relativa, em 34 células estudadas em metáfase I, C 17 apresentou 0.50 células anormais; todas as células de Frocor examinadas apresentaram 21 cromossomos bivalentes tão contraídos que qualquer outra observação foi impossível; em 77 células examinadas em metáfase II C 17 mostrou 0.32 células anormais de diversos tipos mas Frocor apresentou novamente cromossomos muito contraídos, com divisão precoce do centrômero em 0.46 células. As diferenças foram significantes a 0.01 quando aplicamos um z teste comparando células da variedade Frocor em condições experimentais e ambientais (metáfase I e II) também na comparação entre Frocor e C 17 em metáfase I, em temperatura constante. Também C 17, em metáfase II apresentou significância de 0.05 quando comparamos condições experimentais e ambientais. Os resultados indicam que as células da variedade Frocor mostraram resposta diferencial à temperatura estável no forma de maior grau de contração dos cromossomos em metáfase I e II, com efeito no fuso similar a tratamento com colchicina. Quando as plantas foram submetidas a choque de 6 horas a  $33^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$  e retorno a  $18^{\circ}\text{C}$ , em 19 amostras sequenciais de 3 horas de intervalo, não foram mais encontradas células mães de pólen e as anteras apareceram vazias. Isto parece indicar que o choque de temperatura, nas condições de câmara de crescimento, foi letal. Das 150 plantas que receberam o choque nenhuma produziu sementes.

## ÍNDICES MEIÓTICOS EM VARIEDADES BRASILEIRAS DE TRIGO.\*

L.J.A. DEL DUCA e M. Irene MORAES FERNANDES

Brasil

Departamento de Genética, Instituto de Biociências e Departamento de Fitotecnia da Faculdade de Agronomia da Universidade do Rio Grande do Sul, Brasil.

\*Subvencionado pelo Conselho Nacional de Pesquisas, Coordenação do Aperfeiçoamento de Nível Superior, Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul, Ação Moageira de Fomento ao Trigo Nacional e Câmara Especial de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. O trabalho é parte de tese do autor principal para obtenção do título de Mestre em Fitotecnia (Plantas de Lavoura) do Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Algumas variedades brasileiras de trigo que apresentam boas características agronomicas mostram também desuniformidade de tipo. É importante investigar se esta situação pode ser relacionada com aberrações cromossômicas. Diversos autores salientam a necessidade de identificar linhas estáveis para criação de novas variedades (Jensen, N. F. Agron. J., 57:153-162, 1965). Usamos o índice meiótico, que é a percentagem de quartetos normais de pólen, como uma medida de estabilidade meiótica, de acordo com sugestão de Love (Agron. J., 43:72-76, 1951). Este autor considera que plantas com índice de 90 ou abaixo poderiam trazer problemas para os melhoristas. Serão apresentados aqui resultados preliminares referentes ao índice meiótico de 80 plantas pertencentes a 17 variedades que estão sendo utilizadas em programas de melhoramento em nosso país; exceto Bagé, Frocor e Pel 13739 - 68 todas as outras estão sendo também cultivadas. Examinamos 100 tetrades de células mães de pólen por planta em uma amostra de 5 plantas por variedade. Os resultados obtidos foram os seguintes: Plantas com todos os índices acima de 90 ocorreram nas variedades: C 15 (93-97), C 17 (94-98), LAS 59 (92-98) e B 20 (92-97); uma em cinco plantas com índice de 90 ou abaixo: S76 (90-98), IAS 52 (90-97), S1 (88-99), C3 (85-100) e B15 (85-95); duas plantas em cinco abaixo de 90: IAS 50 (84-98) e IAS 54 (34-98); Tres em cinco plantas abaixo de 90: Frocor (86-97); quatro em cinco plantas abaixo de 90: IAS 20 (17-95) e Buck Mantial (51-93); cinco plantas abaixo de 90: Pel 13739-68 (52-82). Em quatro plantas examinadas da variedade Bagé, todos os índices estavam abaixo de 90 (37-70) e em apenas uma planta da variedade E45 na qual foi possível examinar células mães de pólen (as restantes apresentaram anteras vazias) o índice foi 38. Portanto, em 80 plantas estudadas, 39% apresentaram índices de 90 ou inferiores a este valor. Parece bastante clara a necessidade de investigação mais ampla da estabilidade meiótica deste material. Sua utilização em programas de melhoramento implica no risco de transferência de anomalias cromossômicas para novos cultivares.

INSTABILIDADE CROMOSSÔMICA EM CÉLULAS MITÓTICAS  
DA VARIEDADE BRASILEIRA IAS-54

Guerra F<sup>o</sup>, M. dos S. e M. Irene Moraes Fernandes  
Departamento de Genética, Instituto de Biociências, Universidade  
Federal do Rio Grande do Sul  
Brasil

A variedade IAS 54 está em cultivo no Brasil apresentando boas características agronômicas ao lado de problemas de desuniformidade. De acordo com informações dos melhoristas é difícil selecionar linhas estáveis a partir desta variedade que, por estas razões, é material interessante para estudos citogenéticos. Foram analisados cromossomos somáticos em pontas de raiz pré-tratadas com colchicina (0.001) durante 3.30 horas e coloridos com a técnica "standard" de Fielgen. Em 33 células intactas (12 sementes germinadas) foi possível a contagem dos cromossomos: 0.24 destas células apresentaram  $2n=42$ ; 0.21,  $2n=42$  mais um ou dois cromossomos extras com comportamento muito similar ao descrito para os cromossomos B. Estes cromossomos extras foram facilmente identificados porque eram nitidamente menores, apareciam com ou sem centrômero, apresentavam alguma variação em forma e tamanho (ver Müntzing, A. et al, Hereditas, 61: 179, 1969) e em algumas células pareciam um satélite destacado de um dos cromossomos maiores assemelhando-se à descrição de Markarian e Schulz-Schaeffer (J. Hered. 49: 2-7, 1958) para a origem de fragmentos extranumerários. As restantes 0.51 células eram aneuplóides, com números que variaram em  $2n=26$  até  $2n=46$ : 0.30 apresentaram aneuploidia mais um ou dois cromossomos semelhantes a B; anomalias estruturais como um cromossomo em anel deslocado da placa equatorial (além da aneuploidia) ocorreu em 0.06 células e um cromossomo dicêntrico, mais aneuploidia, em 0.24 células. Para uma análise mais detalhada deste comportamento foram estudadas 167 células em metáfase (7 sementes) sem pré-tratamento a fim de evitar os efeitos da colchicina no fuso e na estrutura do cromossomo: em 0.49 células apareceu o cromossomo extra (B), nitidamente deslocado do aparelho mitótico. Em anáfase, em 83 células não pré-tratadas, 0.48 apresentaram retardatários. Durante o curso da investigação foi encontrada uma ponte dupla em telófase, possivelmente devida à orientação divergente dos centrômeros do cromossomo dicêntrico. Quando tratamos pontas de raiz de centeio com a mesma técnica, não encontramos tais anomalias. Assim, podemos supor que esta situação é característica deste material. Estão sendo examinadas células mães de pólen a fim de se verificar se estas anomalias persistem até a meiose.

## INTRODUCAO AO ASSUNTO

Walter Kugler

Centro Nacional de Pesquisa de Trigo-Passo Fundo  
Argentina

La evolución de la producción de trigo en las distintas regiones del mundo, señala algunos hechos salientes que merecen ser destacados.

La actividad científica, en constante expansión en los diversos continentes, ininterrumpidamente brindó nuevos conocimientos para mejorar la tecnología de este cultivo.

A través de una vinculación cada vez más estrecha entre países, instituciones científicas, fitomejoradores, experimentadores etc, el progreso fué acelerado particularmente a partir de la década del 50.

Así fué como los países que hicieron uso de los medios o insumos modernos de producción redujeron el costo real de la producción de trigo; ello puede ser interpretado como el beneficio social de la extraordinaria actividad científica desplegada.

El Dr. Theodore Schultz, Profesor Emérito de la Universidad de Chicago, en oportunidad de la Conferencia Internacional sobre Agricultura Mecanizada en Regiones Semiáridas, señaló en 1969, que en aquellos países que modernizaron su producción de trigo, el costo real del producto, se redujo, desde mediados de la década del 20, a menos de la mitad.

Las prácticas que definen la técnica cultural del trigo, constituyen, en términos económicos, los modernos medios de producción, esto es: las semillas mejoradas, los fertilizantes, los herbicidas, insecticidas, fungicidas, reguladores de crecimiento, máquinas y herramientas etc.

Una agricultura moderna es aquella donde a través del empleo de los factores modernos de producción, se procura aumentar el rendimiento, economizando simultáneamente el trabajo.

Como lo destacara el Dr. Erwin Reisch, Profesor de la Universidad de Hohenheim (Alemania), ante la XII Reunion Anual de la Sociedad Brasileira de Economistas Rurales, que tuvo lugar en el pasado mes de julio, en esta ciudad, la incorporación de un número creciente de modernas técnicas de producción agrícola, en el plano macroeconómico tendrá como objetivo aumentar la productividad del suelo y el mejor aprovechamiento de la mano de obra, aumentando de dicha manera la contribución del sector agrícola en beneficio de la economía popular, mejorando el nivel de vida de la población rural y de toda la población del país.

Al considerar la aplicación de técnicas culturales, en su condición de modernos medios de producción, la racionalidad económica resulta por ende primordial, por cuanto la adopción de las innovaciones será tanto más general cuanto mayor y más seguro sea el beneficio.

Las favorables relaciones de precio que posibilitaron la modernización de la actividad agropecuaria e imprimieron un sello de rentabilidad a la nueva tecnología fueron por lo general subestimadas en su función incentivante de la producción agropecuaria.

Destacados economistas señalan al respecto que el reconocimiento de la trascendencia de los incentivos económicos como instrumentos estimulantes de la actividad agropecuaria, es relativamente reciente.

La motivación del comportamiento económico del hombre es universal, tan solo varíe con relación a la amplitud del incentivo económico requerido para inducir la adopción de nuevos esquemas de producción.

Se acepta como una realidad que los incentivos favorecen el clima económico propicio para el cambio.

Para motivar los cambios, los incentivos deben ser percibidos como ganancia real y factible de ser captada, en beneficio individual ó social, por la acción innovadora de un individuo o un grupo.

Por ello, el desarrollo agropecuario no solo depende de la contribución que puedan significar nuevas técnicas desarrolladas por la investigación científica sino que éstas deben resultar rentables y factibles de ser aplicadas por el productor en su empresa.

Corresponde señalar que los incentivos económicos están dados por un eficiente sistema de precios, involucrando en tal concepto a los precios de los productos agropecuarios, de los insumos y de los bienes de consumo y servicio, por el crédito para asistir a la favorable evolución financiera de la empresa y por un sistema impositivo que estimule la producción.

Por sistema eficiente de precios se entiende aquel en el cual la relación insumo-producto resulte suficientemente beneficiosa como para inducir la sustitución de una técnica de producción tradicional por una más moderna.

En la producción agropecuaria los precios no siempre se hallan determinados por el libre juego de la oferta y de la demanda, sino que muchas veces son la resultante de decisiones gubernamentales, ya sea en su condición de país comprador ó vendedor ó en función reguladora de mercados internos.

El precio que percibe el productor en retribución de su esfuerzo es el elemento alrededor del cual organizan su actividad los agricultores dedicados a la producción de igual rubro. No se dispone de otro sistema alternativo que posibilite una mejor integración y organización de la actividad. En muchos países los precios de productos agropecuarios fueron distorsionados tan agudamente que se perdió noción de los mismos.

Cabe consignar similares distorsiones con respecto al precio de los insumos, bienes y servicios, que debe adquirir el productor, como consecuencia de un crecimiento desequilibrado del sector agropecuario en relación a la economía general.

El desarrollo industrial a expensas del sector agropecuario, mediante diversos mecanismos de protección, se tradujo, en la mayoría de los países en desarrollo, en precios más elevados de los insumos (maquinarias, plaguicidas, fertilizantes, etc).

Una política agropecuaria realista debe cuidar de que las relaciones de precio, insumo-producto no sean distorsionados al extremo de restarle eficiencia. Cuando

se discrimina en detrimento de la actividad agropecuaria, se demora el progreso al impedir la incorporación de la moderna tecnología al proceso productivo.

El desaliento restará interés por las inversiones en el sector agropecuario, lo cual se revierte negativamente sobre la producción.

Significará también que los aportes científicos no serán capitalizados a pleno, en beneficio de la sociedad.

En la programación de nuestra actividad científica, convendrá tener presente estas reflexiones, por cuanto, como se ha dicho, el desarrollo agropecuario no depende exclusivamente de la creación y adopción de nuevos insumos, sino que éstos, deben cumplir además el requisito de ser mas rentables. El ritmo de desarrollo dependerá del flujo de nuevos conocimientos que seamos capaces de crear y que puedan ser utilizados.

Las situaciones pueden ser muy distintas según las circunstancias y políticas agropecuarias vigentes en cada país, y ello se ha de reflejar en la intensidad de uso de los medios modernos de producción.

Debemos permanecer atentos, por lo tanto, al avance tecnológico de aquellos países donde mas intensamente se apela al empleo de los insumos modernos.

La experiencia extranjera adecuada a las condiciones locales será muy provechosa, por cuanto nos brindará una idea respecto al rendimiento potencial del trigo, factible de ser logrado por unidad de superficie, mediante el empleo de los modernos medios de producción. En segundo término, será además posible, identificar las restricciones económicas que han de limitar la difusión de la nueva tecnología ensayada, a nivel de empresa.

En el caso particular de los insumos químicos (fertilizantes, defensivos-herbicidas, insecticidas, fungicidas, retardadores de crecimiento), es un hecho bastante común, que no se preste suficiente atención a su respectiva experimentación exhaustiva, atento a la circunstancia de considerar que su uso no resultará económicamente conveniente para los agricultores. Cabe señalar que el conocimiento de la producción potencial, mediante la aplicación de una tecnología de avanzada, brindará información que no solo será de interés para el sector de la producción, sino tambien para aquellos que tienen la responsabilidad de implementar políticas agropecuarias en cada país.

Como investigadores, debemos tener presente que la actividad del agricultor en su calidad de auténtico empresario, se halla en proceso de profundas transformaciones.

El negocio de la agricultura será cada vez mas complejo y altamente tecnificado. El cambio de músculo a cerebro se está operando aceleradamente, como así también de oficio a ciencia, de actividad orientada a la producción a una actividad incentivada en función de utilidades, de dinero en efectivo a crédito permanente, de alimentos producidos en el hogar a alimentos comprados, de fertilizantes caseros y tracción a sangre, a fertilizantes comprados y tracción mecánica, de obrero a administrador, etc. etc.

Esa imagen de agricultura moderna es la que debe motivar nuestro accionar en el desarrollo de técnicas culturales que posibiliten producciones mas abundantes y a niveles mas económicos, adecuadas al estado de desarrollo de la agricultura en cada uno de los países de Latino-América.



Los relatos que nos han de brindar destacados especialistas, han de motivar un fructífero cambio de ideas que ha de orientar la labor, que de modo conjunto los científicos latinoamericanos deberán desarrollar para mejorar la producción de trigo, elevándola al nivel que lo requieren sus propias necesidades.



## MANEJO DEL CULTIVO DE TRIGO EN LA REGION SEMIARIDA ARGENTINA

Martín Juan Monsalvo  
Estacion Experimental Regional de Anguil La Pampa  
Argentina

### Prefacio

Este trabajo ha sido elaborado para ser presentado en la Conferencia Latinoamericana de Trigo a realizarse en Porte Alegre (Brasil), desde el 21 al 28 de Octubre de 1974.

Desarrolla el manejo de cultivo trigo en la región semiárida de la República Argentina.

Sucesivamente se analiza el suelo y el ambiente de esta amplia región, el problema de erosión, las técnicas relacionadas con la época y métodos de labranza, principios de siembra y cosecha.

La tecnología desarrollada está basada en ensayos de las Estaciones Experimentales de la región semiárida argentina e investigaciones conducidas en áreas semejantes de otros países.

Agradezco la colaboración de técnicos de los servicios de investigación y extensión de las Estaciones Experimentales del INTA, situadas en la región semiárida. También mi agradecimiento a la Universidad de Nebraska (USA) por posibilitarme la concurrencia a esta reunión; cuyo objetivo es promover un mayor intercambio de resultados, de la labor experimental vinculada al cultivo trigo y su mejoramiento genético para estimular y afianzar el esfuerzo cooperativo en el ambiente científico y tecnológico, en beneficio principalmente de los países de esta parte del continente.

### Introduccion

La región tradicional productora de trigo en la República Argentina, se extiende desde los 27° a los 40° de latitud sur, y entre los 58° y los 67° de longitud oeste de Greenwich.

Esta amplia región, está comprendida entre las isoyetas de 900 mm. al este y 550 mm. al oeste y las isoterms anuales de 19° al norte y 14° al sur. Estas características y los diferentes tipos de suelos, hacen que el cultivo de trigo se practique en distintas condiciones ecológicas, que determinan la subdivisión del área triguera en siete subregiones bien definidas.

La subregión V norte y V sur, presentan en un 70% de su superficie condiciones semiáridas. Al manejo del cultivo trigo en esta amplia región he de hacer referencia en mi exposición.

La subregión ecológica V norte, comprende los departamentos del S.O. de la provincia de Córdoba con una superficie sembrada con trigo de 304.295 Has. y una producción de 188.236 TN. con rendimiento promedio de 955 Kgs./Ha.

Esta subregión presenta los más bajos rendimientos del país y las pérdidas entre siembra y cosecha resultan ser las más altas. Las precipitaciones de invierno y primavera son muy erráticas, lo que enmarca un ambiente desfavorable para el cultivo.

También debemos tener en cuenta que actividades más remunerativas que el trigo, lo han desplazado no solamente de las áreas que ocupa, sino también de la atención de los productores.

La subregión ecológica V sur, comprende el oeste y sur de la provincia de Buenos Aires, este de La Pampa y se extiende hasta el departamento Gral. Roca en el sur de la Provincia de Córdoba.

Abarca una superficie geográfica de 15.409.067 Has., destinándose al cultivo de trigo aproximadamente un 18 al 20% de esta superficie. Esta subregión representa el 38,85% de la superficie cultivada con trigo en el país, con una producción equivalente al 36,4%. El rendimiento promedio es de 1.286 Kgs./Ha. siendo la del país de 1.358 Kgs./Ha. La producción se caracteriza por sus grandes oscilaciones anuales.

También debemos mencionar las áreas de cultivo de trigo en zonas no tradicionales y en franca expansión que son:

- 1) La subregión del N.E.A. que comprende las provincias de Chaco y Formosa, con una superficie sembrada de 63.450 Has. y una producción de 29.075 TN.; con rendimiento promedio de 890 Kgs./Ha.
- 2) La subregión del N.O.A. que comprende las provincias de Salta, Tucumán y Santiago del Estero; en la cual es casi imposible el cultivo bajo secano, pero sí el cultivo bajo riego. En esta subregión se cuenta con una superficie sembrada de 54.341 Has., con una producción de 43.545 TN. y con un rendimiento de 1.078 Kgs./Ha.

#### Generalidades Sobre el Clima, Suelo y el Problema de la Erosion

La región semiárida argentina productora de trigo, presenta un clima tipo continental con una amplia fluctuación diaria y anual de los componentes del ambiente físico (lluvias, temperaturas, humedad, etc.).

En el borde sudeste de la región, el clima no es tan continental por la influencia marítima del Océano Atlántico. La temperatura del período más frío del año (mes de Julio) caracteriza el típico invierno de la región. La temperatura media del período más cálido del año (enero) determina que el verano sea fresco. La primera helada se manifiesta en el extremo S.E. el 1º de Mayo y en el norte hacia fines del mismo mes. La última helada aparece en el S.E. a principios de Octubre y en el norte a principios de Septiembre. El período libre de heladas se extiende desde 150 días en el sur hasta 300 días en el norte.

El promedio de las lluvias oscila en los 600 mm., disminuyendo hacia el oeste y aumentando hacia el este. En toda la región el invierno es seco, pero debido a las bajas temperaturas la humedad atmosférica suele ser elevada. Las lluvias se concentran en otoño y primavera en el Sur, y se acentúan hacia el verano en el norte y centro de la región. La evapotranspiración potencial (Thorntwaite y Mather) oscila entre 750 mm. a 800 mm. en el S.E. y la real aparece ligeramente mayor a 600 mm.

Los suelos del área se desarrollaron sobre sedimentos areno limosos de origen eólico y de muy variada composición mineralógica. Las características climáticas influyeron decididamente sobre los procesos de génesis de los grandes grupos de suelos. Los órdenes que podemos caracterizar corresponden a los Entisoles (Regosoles y Litosoles) Mollisoles (Chernozem, Brunizem, Planosoles, Pardos) y Aridisoles (Suelos del desierto, Regosoles y Litosoles de clima seco). Hacia el norte y sudeste de la región afloran formaciones rocosas de importancia, colindando con áreas llanas a onduladas. En toda la región el drenaje general es bueno, haciéndose lento en el borde occidental. La pendiente, aparece en la zona con características que van de moderadamente pronunciada a pronunciada. La materia orgánica de los suelos es en general baja incrementándose hacia el este. La textura de los suelos varía desde arenosa a limosa, pasando por franco arenosa limosa en la mayor parte de la región. La estructura tiende a granular siendo la agregación en general débil.

Los problemas de erosión tanto eólica como hídrica se presentan en toda la región; la erosión eólica constituye un grave problema en el borde occidental de la región, mientras que la erosión hídrica se manifiesta hacia el este y allende los macizos rocosos. Los problemas de agotamiento del suelo son evidentes hacia el este de la zona. El déficit de humedad edáfica para los cultivos es un problema común en toda el área. En la mayor parte de la región la voladura de los suelos trabajados constituye un problema. La erosión hídrica en su faz laminar se manifiesta en toda el área acentuándose hacia el este. La textura fina de los suelos, el bajo contenido en materia orgánica y arcilla, la pendiente, el mal manejo de los suelos y las características del ambiente son las principales causas de los fenómenos erosivos.

Conocemos todos que dos factores nos permitirán controlar, la acción del viento y del agua en un manejo de los suelos; son el mantenimiento de una superficie rugosa y con cobertura. Condiciones que deben quedar sobre la superficie del suelo durante la preparación del mismo y también cierto tiempo después de la siembra.

En toda el área los servicios de extensión, nacionales, provinciales y de asociaciones de productores preconizan lo antes mencionado. En microáreas con necesidad de controlar las aguas que escurren se difunde la práctica del terráceo y la disposición de cultivos en franjas. Estamos en la etapa del ataque del problema, con principios y métodos aprobados en un intento de estabilizar la producción y elevarla.

Este objetivo está claramente definido en la política agropecuaria del actual "Plan Trienal".

### Productividad de los Suelos

#### Fertilidad, Humedad Edáfica y Rotaciones

Los suelos presentan una buena composición mineralógica. El tenor del componente orgánico de los suelos es bajo en general, y debido al mal manejo de los mismos y a los procesos erosivos, el humus del suelo se encuentra en situación crítica. El nitrógeno aparece como elemento deficiente para los cultivos. Los suelos son pobres en estructura y débiles en agregación.

En general son profundos, presentando parte del área, suelos con un horizonte cálcico a más de 1 m. de profundidad, que aflora en áreas muy erosionadas.

Las condiciones del ambiente hacen que los procesos físico químicos y biológicos del suelo, que originan reacciones de liberación de nutrientes, sean de intensidad y duración muy variadas. El agua edáfica a menudo se encuentra en niveles críticos, por las bajas precipitaciones, alta evapotranspiración y propiedades del suelo.

El tiempo es responsable de la eficiencia del uso de los nutrientes y del agua del suelo por los cultivos. El factor temperatura, dada su amplia variación, controla el desarrollo de las plantas. La caracterización del ambiente es importante en el manejo del cultivo trigo.

La aplicación de fertilizantes en esta área, constituye una esperanza para elevar la productividad en el futuro, lluvias y temperaturas deben ser mejor estudiadas como factores limitativos de uso. Ensayos aislados muestran en ciertos años una reacción de las plantas a la fertilización nitrogenada y fosfatada. Es necesario estudiar más ampliamente el conjunto de factores que hacen a la fertilización del cultivo trigo en ambiente semiárido. La obtención de variedades capaces de utilizar más eficientemente la fertilidad natural y química, en este ambiente de amplia fluctuación de valores, aparece como de primera importancia. El manejo del agua en general sigue siendo un factor clásico ayudante al éxito de la fertilización, siendo promisorios el uso de sustancias o medios que restringen la evapotranspiración.

En general no se usan rotaciones definidas de cultivos, en ciertas áreas se practica la monocultura y en la mayor parte del área se alternan cultivos sin secuencia establecida. (después de sorgo ó maíz se establece trigo, también después de potreros naturales y verdeos).

Es conocido el efecto de las gramíneas y leguminosas en la rotación, pero ésta practica no está muy generalizada. Debemos reconocer que hacia el este y sudeste de la región se manifiestan problemas de agotamiento del suelo.

#### La Preparación del Suelo, la Siembra, las Labores Culturales y la Cosecha

La técnica del cultivo en la subregión V norte responde al esquema tradicional, de arada y rastreada para la siembra. Los implementos usados son el arado de reja con vertedera, el rastrón común y las rastras de dientes y de doble acción.

Las siembras se efectúan con sembradoras de discos para grano fino y la cosecha con corta trilla.

Las variedades más difundidas son las de ciclo medio, es decir sembradas en Junio. El problema de malezas y plagas tiene relativa incidencia en la producción, pues son combatidas. La cosecha adolece de los ajustes necesarios, para obtener un grano de alta calidad comercial; se hace en gran parte en bolsa.

En la subregión ecológica V sur parte de los productores aran y siembran, y hacia el este aran, rastrean y siembran. Debemos reconocer, que un porcentaje importante de agricultores aplican técnicas de conservación del suelo desde la iniciación del barbecho hasta la siembra. En general se siembran variedades de época temprana (mayo-junio), habiendo en los últimos años una tendencia por las variedades de ciclo corto. La densidad de siembra es en general alta. Las variedades actuales no satisfacen las incidencias del pulgón y del arrebató del grano. En general se practica el control de malezas y plagas. La cosecha se realiza con máquinas corta trilla, siendo común que se registren pérdidas de calidad en los granos.

La moderna tecnología que hace al manejo del cultivo trigo en ambiente semiárido, basada en ensayos en Estaciones Experimentales situadas en la región y ampliamente difundida en los últimos años, está siendo muy bien adoptada por los productores. Consideraremos aspectos básicos de la misma:

El trigo pertenece al grupo de plantas de "otoño invierno" que cumplen parte de su ciclo desde la emergencia hasta la madurez, pasando por un ambiente en el cual las constantes climáticas se suceden desde valores máximos a mínimos en el invierno. Estas condiciones del ambiente están muy relacionadas con la época de labranza del suelo, para sembrar trigo, and con procesos que hacen a la fertilidad de los mismos.

La época de labranza tiene una influencia preponderante sobre la producción de pasto y grano en el cultivo de trigo.

Arar y sembrar trigo es una mala práctica en la región.

Barbechar potreros para sembrar trigo es una práctica asociada a la posibilidad de obtener buenos resultados. El barbecho corto es el recomendado, con una duración de 3 a 5 meses. El barbecho semicubierto es el más difundido, en éste, parte de los residuos quedan en la superficie y parte se incorporan al suelo.

Esta técnica requiere realizar una labranza básica que debe ser profunda dentro del uso normal de la zona (10-12 cm. en la zona de Anguil) y labranzas secundarias superficiales a efectos de controlar malezas y resiembras espontáneas.

Es fundamental que la superficie de los suelos barbechados quede rugosa y con cobertura, principio de mayor importancia para controlar la erosión eólica, presente en la mayor parte del área.

De los ensayos que valoran la práctica del barbecho en la región semiárida se deduce:

- 1) La práctica del barbecho estivo otoñal en la región semiárida pampeana es de probada eficiencia para incrementar el nivel de producción de los cultivos siguientes. El laboreo temprano del suelo tiene una alta incidencia sobre los rendimientos de grano en trigo. Tomando valores promedio de 10 años que comparan la práctica del barbecho, con la de no hacer barbecho, deducimos:
  - a. El 66,6% de los rendimientos en suelos barbechados varió entre 549 Kgs./Ha. y 2.026 Kgs./Ha., siendo el promedio de 1.287 Kgs./Ha.
  - b. El 66,6% de los rendimientos en suelos sin barbecho osciló entre 210 Kgs./Ha. y 1.189 Kgs./Ha. con un promedio de 734 Kgs./Ha. Las lluvias durante los cinco meses de barbecho promediaron 243,0 mm.
- 2) Existe una positiva correlación ( $r = 0,86$ ) entre la longitud del barbecho y los rendimientos. Promedio de valores de cuatro años de ensayos, que comparan los rendimientos de trigo sobre barbechos de diferente duración, indican que la producción triguera en la región semiárida, es razonablemente remuneradora en el promedio de distintas campañas, si la longitud del barbecho supera los cuatro meses.

En el siguiente cuadro se indican valores promedios de rendimientos, y diferentes lapsos de barbecho.

<u>Duración del barbecho</u>	<u>Rendimientos Kgs./Ha.</u>
Sin Barbecho	500 Kgs./Ha.
Barbecho de 60 días	563 Kgs./Ha.
Barbecho de 90 días	676 Kgs./Ha.
Barbecho de 120 días	859 Kgs./Ha.
Barbecho de 150 días	1.125 Kgs./Ha.

Los valores que indican el promedio de los rendimientos, comprenden tanto años muy secos como otros benignos. Las lluvias anuales durante el ensayo variaron desde 484 mm. a 823 mm., promediando 620 mm.

- 3) De los ensayos que comparan diferentes implementos de labranza, para realizar la labor básica en el barbecho, ninguno de ellos incidía decididamente sobre los rendimientos.

A continuación se indican los rendimientos de trigo obtenidos, promedio de 10 años, con y sin barbecho, y cuatro diferentes implementos de labranza (arado de reja con vertedera, rastrón común, rastrón excéntrico y arado tipo pie de pato).

	<u>Arado Reja</u>	<u>Rastrón Com.</u>	<u>Rastrón Exc.</u>	<u>Pie de Pato</u>
Con Barbecho	1.403 Kgs./H.	1.334 Kgs./H.	1.381 Kgs./H.	1.141 Kgs./H.
Sin Barbecho	894 Kgs./H.	745 Kgs./H.	779 Kgs./H.	680 Kgs./H.

En otro ensayo, promedio de seis años con tres tipos de implementos (arado tipo cincel, rastrón excéntrico y pie de pato); se obtuvieron los siguientes resultados:

	<u>Arado tipo Cincel</u>	<u>Rastrón Exc.</u>	<u>Pie de Pato</u>
Con Barbecho	1.550 Kgs./H.	1.605 Kgs./H.	1.445 Kgs./H.
Sin Barbecho	1.050 Kgs./H.	1.261 Kgs./H.	945 Kgs./H.

Las diferencias entre implementos observadas en ambos ensayos no fueron significativas. El lapso abarcó tanto años benignos como moderadamente secos. Es evidente que los implementos de labranza conservacionistas deben ser utilizados; además de dar rendimientos semejantes, dan a la superficie del suelo aspereza y cobertura.

- 4) Del análisis de valores de humedad en el suelo, lluvias y rendimientos deducimos;
- El 16% del agua caída durante el barbecho (5 meses) fue almacenada por el suelo. El coeficiente de correlación entre las precipitaciones durante el barbecho y la eficiencia del mismo es "r" = -0,16.
  - Existe una estrecha correlación entre las lluvias totales (enero a diciembre) con los rendimientos obtenidos en suelos barbechados (r = 0,927). Asimismo es elevada la correlación entre las lluvias caídas desde la siembra hasta la cosecha y los rendimientos (r = 0,945).
  - En suelos sin barbechar las mismas correlaciones son más bajas. Para las lluvias desde Enero a Diciembre y los rendimientos r = 0,723 y para las lluvias desde la siembra a la cosecha y los rendimientos r = 0,459.
  - El grado de asociación entre la humedad en el suelo, en el momento de la siembra y los rendimientos r = 0,551, señala una mediana correlación, lo que indica que otros factores actúan sobre los rendimientos.

5) La práctica del barbecho analizada económicamente es beneficiosa para la empresa agropecuaria. La evaluación económica del barbecho estacional, calculando para cada año los ingresos netos en los cultivos con y sin barbecho computándose en este como ingreso adicional, el valor de la producción de carne que resulta del pastoreo del rastrojo antes de la siembra, demuestra la influencia de esta práctica en la estabilidad de la empresa. Las diferencias entre los ingresos netos obtenidos en cultivos efectuados, sin y con barbecho previo, muestran que en 11 años, el barbecho significó mayor rentabilidad en 7 oportunidades. El incremento económico logrado como promedio de los once años de ensayos alcanzó al 39, 27%, como consecuencia de la práctica del barbecho. También se dedujo que el barbecho estacional, logró reducir los costos por unidad de producto obtenido, en un 20%.

Es evidente que la semilla utilizada en las siembras, debe merecer especial consideración. Debe ser pura y limpia, estar libre de malezas y elementos extraños. De grano lleno, bien madura, sana, libre de granos dañados, chuzos y también de muy buena capacidad germinativa. Las semillas para las siembras deben ser clasificadas y tratadas con productos químicos y contra las enfermedades.

En general en el área, la simiente adolece de defectos de calidad de semilla. Otra decisión importante para una buena producción, es la elección de la variedad; para su elección debe tenerse en cuenta la época de siembra, ciclo, capacidad productiva, comportamiento sanitario y calidad industrial. La variedad debe adaptarse bien a las condiciones bajo las cuales va a ser sembrada. Para una mayor seguridad de cosecha en ambiente semiárido es conveniente sembrar variedades de diferentes ciclos. En general en el área los productores cuentan con los consejos de siembra y variedades recomendadas en las subregiones. La densidad de siembra es otro factor muy importante estando relacionado con las precipitaciones del área. Es prudente lograr para las siembras tempranas 180 a 200 plantas por metro cuadrado, para las siembras intermedias 200 a 220 plantas y para las siembras tardías 220 a 250 plantas. En general los productores establecen el trigo con sembradoras en surcos distanciados a 15 cm. Las sembradoras utilizadas permiten graduar la cantidad de semilla y la profundidad de siembra, generalmente con discos surcadores. Las Estaciones Experimentales preconizan las siembras distanciadas a 30 cm. y la colocación de la semilla a una profundidad suficiente como para que quede en suelo húmedo; asimismo enfatizan el uso de bajas densidades de siembra. Bajo condiciones climáticas benignas, ensayos que comparan tres densidades de siembra (30, 45 y 60 Kgs./Ha.) y en cada una de ellas las semillas distribuidas en hileras a 20, 40 y 60 cm. de distancia; se obtuvieron los siguientes rendimientos cuyas diferencias no fueron significativas:

Distancia	Densidad		
	30 Kgs./Ha.	45 Kgs./Ha.	60 Kgs./Ha.
20 cm.	2.117 K/Ha.	2.060	2.175
40 cm.	2.047	1.973	2.077
60 cm.	2.175	1.833	2.097

También se aconseja el uso de abridores de surco tipo azadón, complementados con la compactación del surco de siembra. Este último sistema tiene la gran ventaja de colocar la semilla en una buena cama (parte húmeda del suelo), además de dejar una superficie surcada de gran eficiencia para el control de la erosión. Ensayos conducidos en la Estación Experimental de Anguil, que compararon



el sistema de azadón y el de discos para sembrar indican que: "Un recuento de plantas 10-11 días después de la siembra; se lograron en las parcelas donde se usó sembradoras a zapatas un 73,3% de semillas logradas y en las que se utilizó sembradoras a discos un 13,7%. La profundidad de siembra fue muy uniforme cuando se utilizó la sembradora a zapata, no así con la sembradora a discos.

El aditamiento a las sembradoras comunes de ruedas compactadoras y la realización de la siembra disco por medio, previo levantamiento del disco, permitirá una siembra más eficiente.

Este último sistema de siembra se ha difundido en el área, por cuanto también fábricas particulares construyen sembradoras con las características indicadas; también unidades sembradoras para ser acopladas a rastrones comunes con las mismas características.

Un ensayo paralelo al anterior, en el que se utilizó una sembradora a discos, a la que se le quitó disco por medio y se le reemplazó la cadena por ruedas compactadoras dió 45, de germinación media; con una profundidad de siembra más uniforme que la sembradora a discos y a cadena. Los cuidados culturales aunque no son comunes, redundan en beneficio de la calidad y cantidad de la cosecha; llegando a determinar en casos el éxito o fracaso del cultivo.

No se realizan en general labores auxiliares de la siembra, como cuando el suelo está poco compactado (rolar) o cuando, se compacta debido a las lluvias (rastrear). Consideraremos aquí, el control de las malezas y el control de las plagas.

En general los cultivos de trigo, son fácilmente invadidos por maleza, siendo dificultoso su control por medios mecánicos sin dañar al cultivo.

En estos momentos los modernos métodos de control de malezas, brindan al productor la posibilidad de un buen control. Las malezas de ciclo anual son las que compiten más activamente por nutrientes, agua, y espacio con el cultivo de trigo. Estas malezas pueden ser de germinación otoñal-invernal y de germinación primavero-estival. Estos tipos de maleza ocasionan en los trigales grandes pérdidas en los rendimientos, baja de calidad en el producto, incremento en los costos de producción, además de cobijar insectos y enfermedades perjudiciales.

Las siembras tempranas de trigo, son dedicadas generalmente a doble propósito, controlando bien el pastoreo por los animales, las malezas de ciclo invernal.

Al ser retirados los animales en primavera, las malezas germinadas y las que son de germinación primaveral, ejercerán una activa competencia al cultivo. En siembras tardías efectuadas sobre barbechos limpios, las malezas de germinación de (ciclo) primaveral deben ser atentamente vigiladas y controladas.

Un buen barbecho permitirá controlar varias épocas de germinación de malezas. La preparación de una buena cama de siembra, utilizando los dispositivos que la siembra conservacionista indica, permitirá el desarrollo de un cultivo de germinación y establecimiento vigoroso y rápido, que competirá activamente con las malezas.

Una vez establecido el cultivo, el control químico de las malezas es el más eficiente; los herbicidas permiten un control selectivo y efectivo de las malezas.

El pulgón verde de los cereales, *Schizaphis graminum*, es una de las plagas que más incide en el cultivo del trigo. Aparece en el ambiente en la primera quincena de Marzo, las primeras generaciones de pulgones que se mantuvieron estacionarias desde el verano en las praderas naturales. Los primeros ataques se suceden en los cultivos tempranos de avena y cebada pasando luego al trigo.

En los últimos años se registraron también ataques bastante intensos, a fines de primavera, del pulgón amarillo (generalmente asociado al pulgón verde) y del pulgón de la espiga. (*Microlophium evansi* y *Macchrosiphum granarum*) Las características reproductivas de los pulgones obligan al productor a vigilar atentamente la aparición de los primeros focos, para combatirlos de inmediato, antes que se multipliquen y propaguen. Otro tipo de plaga de importancia son las isocas (mencionaremos la oruga desgranadora ó *Protholeucania albilinea* y la militar tardía ó *Laphigma frogiperda*). Ataques intensos disminuyen y a veces anulan los rendimientos. Al estado de plántula merece mención los daños de un gorgojo conocido como el gorgojo de la cebadilla (*Hyperodes Griseus*).

Al sudeste de la subregión V sur aparece esporadicamente el ácaro del trigo (*Penthaleus major*) que ocasiona daños de consideración al cultivo al estado de plántula. Los insectos del suelo también producen daños, durante su estado larval atacan a las semillas ya sembradas y a las plantitas recién germinadas (los más importantes son gusanos los cortadores y blancos).

La terapéutica moderna pone al alcance del productor, eficientes productos para el control de las diferentes plagas.

La cosecha es un aspecto importante que hace al manejo del cultivo, la cantidad y calidad comercial del grano está influenciada por la cosecha. En toda el área se utilizan cosechadoras automotrices para efectuar la recolección del grano.

El ajuste de la máquina para la cosecha de trigo, tiene fundamental importancia y se debe considerar los siguientes aspectos:

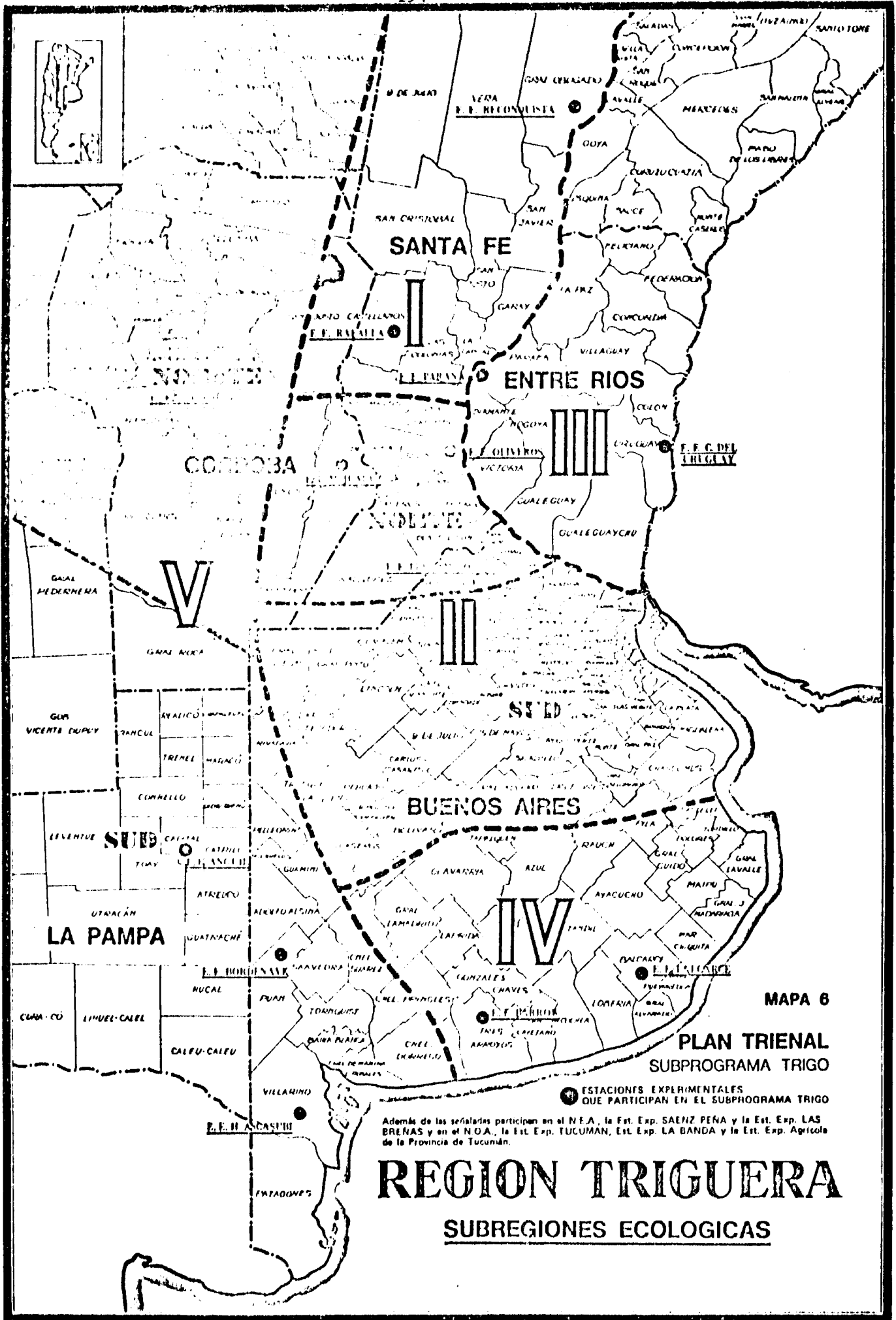
- 1) Ajuste de la velocidad del cilindro trillador. Un buen ajuste de la velocidad del cilindro y de la separación entre éste y el concavo evitará una trilla incompleta o granos partidos.
- 2) Correcta distancia y separación entre el borde de las barras del cilindro y las del concavo. La inspección de las primeras bolsas del producto cosechado, nos permitirá verificar si el grano ha sido trillado satisfactoriamente.
- 3) Utilización de zarandas del calibre apropiado. De acuerdo al descarte de cola y la facilidad con que se produce la separación de la paja y grano, deben ajustarse las zarandas regulables y elegirse el calibre de las que son fijas.
- 4) Ajuste del cernidor. El cernidor debe ajustarse abriéndolo hasta obtener una separación adecuada de los granos aptos y de desecho.

- 5) **Ajuste de la velocidad y posición del molinete.** El operador debe lograr que el material a cosechar sea tomado por el molinete en forma que se produzca un mínimo de pérdida, ya sea por plantas que no son cortadas por las cuchillas o por caída del material cortado por delante de la plataforma. A veces es necesario agregar tablas para aumentar la superficie de captación.
- 6) **Regulación del viento.** El control del viento debe permitir una buena separación del material trillado para que la paja, granza y grano puedan separarse.

El uso del desparramador de paja y granza es de gran eficiencia para un buen manejo de los rastrojos. Esto nos asegurará una buena distribución de los residuos de cosecha sobre el suelo y una uniforme incorporación de materia orgánica al mismo. Cuando el cultivo de trigo está enmalezado es aconsejable hilerar el cultivo. La cosecha debe efectuarse aplicando a las máquinas cosechadoras el dispositivo recolector y realizarse tan pronto como las andanas estén secas.

El momento de desición de la cosecha, es otro de los puntos básicos que asegurarán el éxito en la recolección de granos; no solamente las espigas deben estar maduras el cultivo color amarillento y los granos estar duros, sino también secos (no mas de 13% de humedad), para una eficiente cosecha mecánica.

No conviene retrasar la cosecha, pues nos exponemos al granizo, vuelco de las plantas, desgrane de las espigas y desmejoramiento de la calidad del grano (lavado y/o manchado).



MAPA 6

PLAN TRIENAL  
SUBPROGRAMA TRIGO

⊗ ESTACIONES EXPERIMENTALES  
QUE PARTICIPAN EN EL SUBPROGRAMA TRIGO

Además de las señaladas participan en el N.E.A., la Est. Exp. SAENZ PEÑA y la Est. Exp. LAS  
BREÑAS y en el N.O.A., la Est. Exp. TUCUMAN, Est. Exp. LA BANDA y la Est. Exp. Agrícola  
de la Provincia de Tucumán.

# REGION TRIGUERA

## SUBREGIONES ECOLOGICAS

Bibliografía

Oovas G.: Labranzas ásperas. Un recurso eficaz para reducir el peligro de erosión. Hoja Informativa, E.E.R.A. Anguil N° 38-1967.

\_\_\_\_\_ Ajuste de máquinas cosechadoras para una operación eficiente, Circular de Extensión N° 23-1966.

\_\_\_\_\_ Dispositivos para mejorar la labor de las sembradoras. Circular de Extensión N° 19 E.E.R.A. Anguil-1963.

\_\_\_\_\_ Las siembras ralas en trigo rinden tanto como las más densas y son más seguras. Memoria técnica de la E.E.R.A. Anguil INTA Bs. As. 1960.

Chepil, W. S. and Woodruff, N. Wind erodibility of farm fields. U.S.D.A., Prod. Res. Rep. N° 25/1959.

Dickerson, J. D., Woodruff, N. and Fenster, C. R. Power requirements and cloddiness and residue conservation characteristics of some stubble mulch tillage implements. Kansas Agr. Exp. Sta. Tech. Bull. 152/1967.

Fenster, C. R. Stubble mulching with various types of machinery soil sei Soc. Amer. Proc. 24. 518-523/ 1960.

Kugler, Walter. Cultivo de cereales y forrajeras en terrazas. Pergamino Est. Ex. Agr. 1965.

\_\_\_\_\_ Labranza del suelo en las regiones semiáridas de los E.E.U.U. y Canadá. IDIA III (31/4/12) Buenos Aires 1950.

\_\_\_\_\_ La erosión por el viento y el cultivo bajo cubierta. IDIA 8: 93-94. 30 p Dir. Gen. Inv. Agr. M.A.G. Buenos Aires 1955.

Monsalvo, M. J. Manejo de residuos vegetales. Trabajo presentado a la Conferencia Técnica de la F.A.O. sobre conservación de suelos en América Latina, Buenos Aires 17. 26/11/1962.

\_\_\_\_\_ Influencia del tipo y época de labranza en la conservación del suelo y el agua edáfica. IDIA Bs. As. Suplemento 221-223. 1960.

\_\_\_\_\_ Influencia del método y época de labranza en la conservación y productividad del suelo. E.E.A. Pergamino Doc. Interna N° 9-1963.

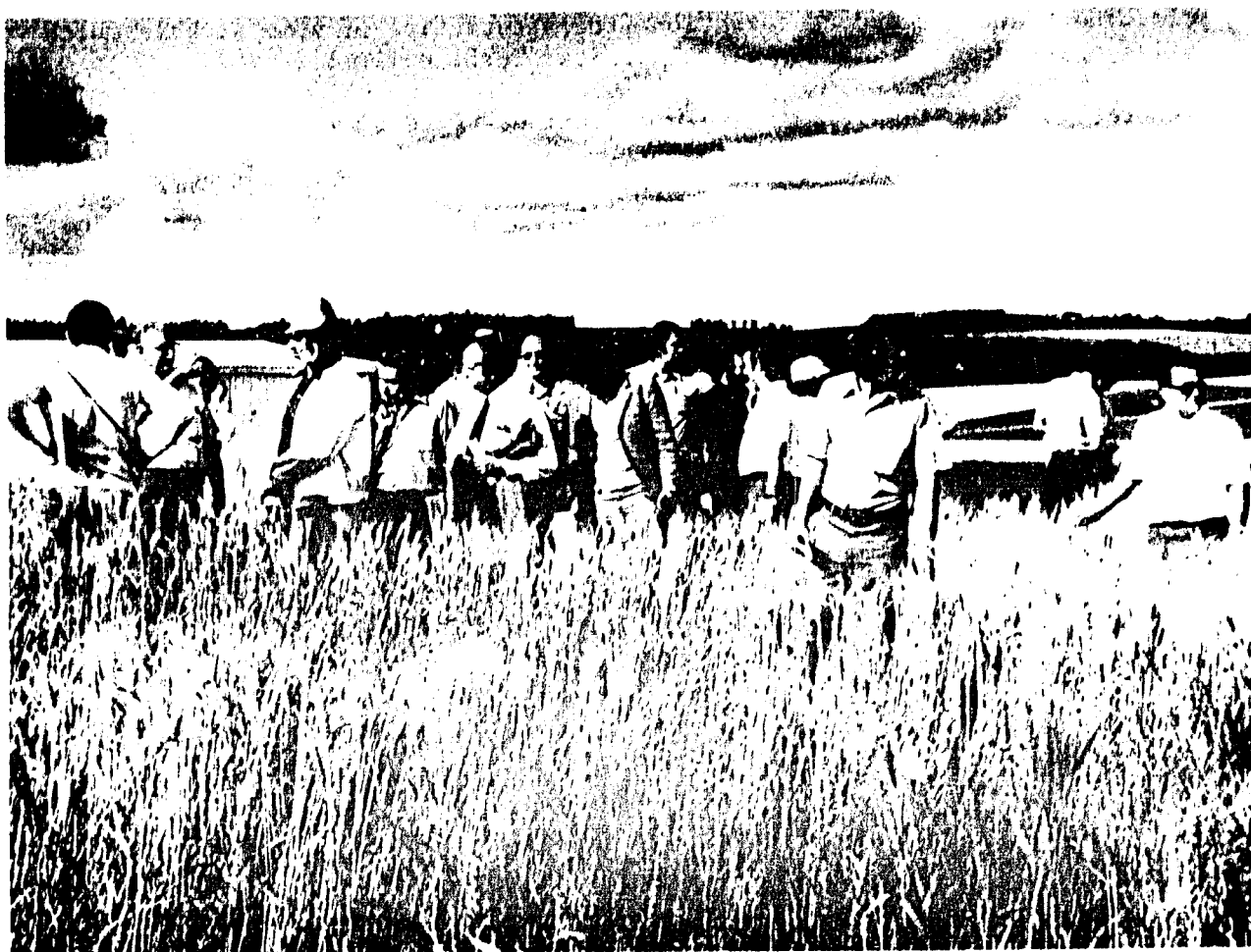
\_\_\_\_\_ El barbecho de verano es beneficioso aún en años húmedos. Hoja Informativa, E.E.R.A. Anguil N° 5-1964.

Monsalvo, M. J. Ensayos de barbecho y tipos de labranza. Hoja Informativa, E.E.R.A. N° 24 1966.

Nunez, Vásquez F. y Fisher H. Manejo de residuos para el barbecho estival en la región central de Córdoba (Argentina). E.E. Manfredi Cba. 1974.

Pacheco León R. Evaluación económica de la práctica del barbecho estacional, en la región semiárida pampeana. Hoja Informativa, E.E.R.A. Anguil N° 38-1967.

Sarasola, Jose. Eficiencia de sembradoras a zapatas y ruedas compactadoras para cultivo de cereales en la región semiárida pampeana. Hoja Informativa E.E.R.A. N° 37-1967.



MANEJO DEL CULTIVO DEL TRIGO EN LA ZONA HUMEDA DE LA  
REGION TRIGUERA ARGENTINA

Ernesto F. Godoy y Hector Conta

E. E. R. A. Pergamino  
Argentina

El cultivo del trigo en la Región Pampeana, se extiende en un área con distintas condiciones ecológicas, situada geográficamente, entre los paralelos 31 y 40° de latitud Sur y entre los meridianos 53° y 65° de longitud Oeste de Greenwich, abarcando de Norte a Sur aproximadamente 1000 km y 500, de Este a Oeste.

Está ubicado en la Región Pampeana Húmeda entre las isoietas de 700 a 900 mm de precipitación y en la semiárida, entre las de 700 y 400 mm.

De esta manera, el cultivo del trigo en la Argentina se realiza bajo dos condiciones ambientales diferenciadas fundamentalmente por la cantidad de lluvia media anual: en una región húmeda y en otra semi-árida.

El área sembrada con trigo alcanzó en el decenio 1963/64, 1972/73 a 5.888.260 ha de promedio anual, de las cuáles 2.860.125 correspondieron a la región húmeda y 2.963.289, a la región semi-árida. Es decir, en la Argentina, el trigo se siembra por partes casi iguales en una región húmeda con más de 700 mm. de lluvia y en otra semi-árida, con menos de 700.

Fuera de la región pampeana, se siembra trigo, aunque en menor escala en el N.O. del país, (región del N.O.A.), (54.000 ha) y en el N.E. (Región del N.E.A.), (63.450 ha).

El cultivo de este cereal bajo distintas condiciones ecológicas, permite la división de la región triguera pampeana, en siete sub-regiones ecológicas con características de ambiente más o menos uniformes (Mapa de las Sub-regiones Ecológicas Trigueras Argentina) a las que corresponde distinta concentración del cultivo. En la sub-región V Sur, perteneciente a la zona semi-árida, se siembra el 34% de la superficie y en la II y IV de la zona húmeda el 45%; esta distribución determina tres áreas de concentración del cultivo, ubicadas al Norte, al Oeste y al Sureste de la región Pampeana.

La "región triguera húmeda", se extiende en una gran planicie de clima templado, comprendida entre las isotermas de invierno de 14°C al Sur y 19°C al Norte, con suelos tipo franco-arcilloso, de fertilidad mediana a buena.

Caracteriza a esta región, su régimen pluviométrico fundamentalmente primavero-estival muy irregular, con variaciones de una a otra zona en época y total de mm.

En esta vasta región, la forma de cultivar el trigo se basa principalmente en la práctica del agricultor triguero transmitida de una generación a otra, mejorada únicamente por la mecanización del cultivo y la adopción de algunas prácticas pero sin mayor intervención de la experimentación. En este sentido difiere de la región semi-árida, en la que se aplican técnicas conservacionistas resultado de la experimentación.

En el retardo y dificultades para el desarrollo y aplicación de una tecnología standarizada, en la región húmeda, influyen factores que complican la misma. A continuación se señalan aquéllos más importantes que determinan la técnica empleada:

El principal factor que incide en el manejo del cultivo, es la invasión generalizada de malezas anuales y perennes, dicotiledóneas y gramíneas, de Primavera-Verano y Otoño.

Otra factor importante que influye sobre las prácticas culturales empleadas actualmente es el cultivo antecesor y el manejo de su rastrojo.

Un tercer factor que también gravita, es el aprovechamiento de los rastrojos para pastoreo.

En esta amplia región; el laboreo del suelo para el trigo, tiene dos objetivos principales: 1ro. Destruir la maleza de verano; 2do. preparar el lecho de siembra.

En el manejo del cultivo en la región húmeda, se pueden distinguir las siguientes etapas:

1. El laboreo primario del suelo
2. Las labores de preparación del lecho de siembra
3. La siembra
4. Las labores culturales
5. La cosecha
6. El almacenamiento del grano

#### Labores primarias del suelo

La oportunidad de iniciación del laboreo del suelo para el trigo, no está definida y es sumamente variable y está condicionada por el manejo que el productor da al campo.

En zonas especialmente trigueras, donde el trigo sigue principalmente al trigo, como en Marcos Juárez y Casilda se practica un largo barbecho negro de verano (o se alterna el trigo con soja y se rota con alfalfa forrajera perenne). En cambio en la zona maicera, donde el trigo sigue principalmente al maíz, sorgo ó al girasol, no se practica barbecho y las labores fundamentales se realizan muy próximas al momento de la siembra.

Para ambas situaciones, no se aplica un sistema de labores debido a las diversas condiciones ecológicas y manejos, y sólo en el caso de la zona de Marcos Juárez, se practica un barbecho negro de verano que comprende una serie de operaciones standarizadas, dirigidas a combatir la maleza y/o desencistrar el suelo, que se plancha después de las lluvias. Las labores consisten en la continua remoción del suelo con arado rastra. La experimentación, trata actualmente de racionalizar el sistema para hacerlo menos agresivo para la estructura del suelo y para ayudar a conservar la humedad.

En la región húmeda propiamente dicha, generalmente las primeras labores son destinadas a destruir malezas o restos de rastrojos y se las realiza con arado de reja.

En el caso del barbecho negro, hasta la época de siembra siguen múltiples operaciones con arado rastra, rastra de dientes con nivelador y con rolo.

En la región donde se siembra trigo sobre cultivos de verano, se continúa la preparación del suelo con rastra doble de disco y/o diente.



Las labores en ambos casos, son destinadas principalmente a destruir las malezas y refinar el suelo, para la posterior preparación del lecho de siembra. Debe señalarse que, del barbecho negro de verano, resulta una apreciable liberación de nitratos que en parte compensa el agotamiento de los suelos en nutrientes y que incide favorablemente sobre el rendimiento unitario.

El laboreo del suelo en la zona húmeda y sub-húmeda no prevee el almacenamiento de agua y conservación de la misma, ni el control de la erosión.

#### Lecho de siembra

A la etapa del laboreo primario sigue otra muy importante, tendiente a satisfacer las exigencias de un buen lecho de siembra, firme y húmedo; el que se logra, según hayan sido las condiciones del tiempo en el período anterior. Las lluvias de otoño determinan, en definitiva, las condiciones del lecho de siembra.

El excesivo laboreo del suelo, que se practica en algunas áreas y el bajo porcentaje de materia orgánica, de una gran proporción de los suelos trigueros de la región húmeda, hace que éstos se planchen o encostran con las lluvias otoñales ó invernales antes o después de la siembra. En este caso, se hace necesaria una nueva remoción superficial, la que se realiza en el primer caso, con rastra doble de disco ó arado.

En el caso del planchado después de la siembra, se usa la rastra rotativa y en áreas de suelos medianamente sueltos para dar firmeza al mismo, se usa el rolo de varillas.

#### Siembra

Dada la amplitud de esta región y sus variadas condiciones ecológicas, el período de siembra es muy amplio, lo que complica la técnica de cultivo; este inconveniente se subsana por medio de los Consejos de Siembra de Trigo del Tribunal de Fiscalización de Semilla, que establecen las variedades más adecuadas y las fechas óptimas de siembra en cada subregión ecológica.

El sistema de siembra es muy uniforme en toda la región, utilizándose la siembra en líneas distanciadas a 15 cm.

Para tapar la semilla y emparejar la superficie del suelo se usa la rastra de dientes.

#### Labores culturales

Las principales labores culturales que se practican son:

1. Rastreador, destinadas a romper la costra formada en el suelo por lluvias posteriores a la siembra y en los primeros estados de macollaje, lo que se ha dicho anteriormente con rastra rotativa.
2. Pulverizaciones con herbicidas selectivos para combatir malezas.
3. Pulverizaciones con insecticidas para combatir pulgones e isocas.

#### Cosecha

Se realiza cuando el grano alcanza 13% de humedad, efectuándose la misma en casi un 100% de la superficie de esta región con máquinas cortatrillas automotrices y a granel.

Cuando el cultivo se encuentra invadido de malezas de verano; se hilera y trilla en la forma anteriormente indicada adicionando a la cortatrilla un recolector.

#### Almacenamiento

Se hace en silos, a granel, en chacras o en lugares intermedios entre éstas y los elevadores terminales.

Un mínimo porcentaje, es enviado directamente de la chacra a los silos terminales de los puertos de embarque.

#### Summary

Argentina's wheat region covers a great portion of the Pampas, extending 1,000 Km. from N. to S. and 500 Km. from E to W.

Wheat is grown chiefly in two regions of very different rainfall. One is humid, receiving an average annual rainfall of over 700 mm, the other semi-arid, with less than 700 mm.

Cultural practices differ in each. In the humid region, research has had little effect on cultural practices except for the use of herbicides, pesticide and select seed. The situation is complicated by the diversity and variability of the climatic conditions and made worse by the management of agricultural progress.

In general, cultural practices are deficient and seriously effect yields. Perhaps one saving feature is the fact that in the sub-humid zone, between the humid and semi-arid, summer fallow is practiced, which has improved and maintained yields on soils impoverished by continual growing of grains.



## PRINCIPAIS INSETOS QUE ATACAM A CULTURA DO TRIGO NO R. G. DO SUL

A. C. Fagundes

Secção de Entomologia - IPAGRO - Secretaria  
da Agricultura, R.S. e Bolsista do  
Conselho Nacional de Pesquisas  
Brazil

Dada a importância econômica que representam os insetos à cultura do trigo no Rio G. do Sul, as pesquisas entomológicas vem sendo desenvolvidas com o objetivo de relacionar as espécies que ocorrem em trigo, determinar aspectos econômicos, períodos críticos da cultura em relação aos insetos mais importantes, além do estudo da biologia e controle.

O número de insetos encontrados em trigo é constantemente aumentado devido à coleta de novas espécies, através de levantamentos.

Segundo Corseuil e Cruz, com base no IV Catálogo de "Insetos do Brasil" e nas coleções do Setor de Entomologia da Faculdade de Agronomia da UFRGS e da Equipe de Entomologia do IPAGRO da Secretaria da Agricultura, foram encontradas em lavcuras de trigo no Rio G. do Sul, até 1973, 61 espécies e 6 gêneros com espécies não determinadas.

Desse total, a maioria não é considerada praga de importância econômica, devido ao aparecimento esporádico e o ocorrência em número insignificante.

No presente trabalho apresentamos os insetos constatados com maior intensidade nos últimos anos, e que podem ocasionar redução na produção de trigo.

Com base na parte da planta na qual se localizam para se alimentar, esses insetos são incluídos em duas categorias:

Insetos que atacam a parte subterrânea  
Insetos que atacam a parte aérea.

Insetos que atacam a parte subterrânea: Nessa categoria encontramos como mais importantes os pertencentes ao gênero Agriotes (Col. Elateridea) conhecidos vulgarmente como "verme arame" em face da forma larval.

O adulto realiza postura no solo, e a larva, ao nascer, procura as raízes e base do caule para se alimentar. Os danos maiores são observados em plantas novas, durante o período de perfilhamento, com o amarelecimento e morte da parte aérea. O ataque não tem sido generalizado, restringindo-se a lavouras de alguns municípios.

Controle: Tratamento preventivo no local onde tem ocorrido com frequência, através da aplicação de Aldrim no solo, na época do plantio, na dosagem de 1,5 kg p.a./ha (3,75 kg/ha de Aldrim 40%).



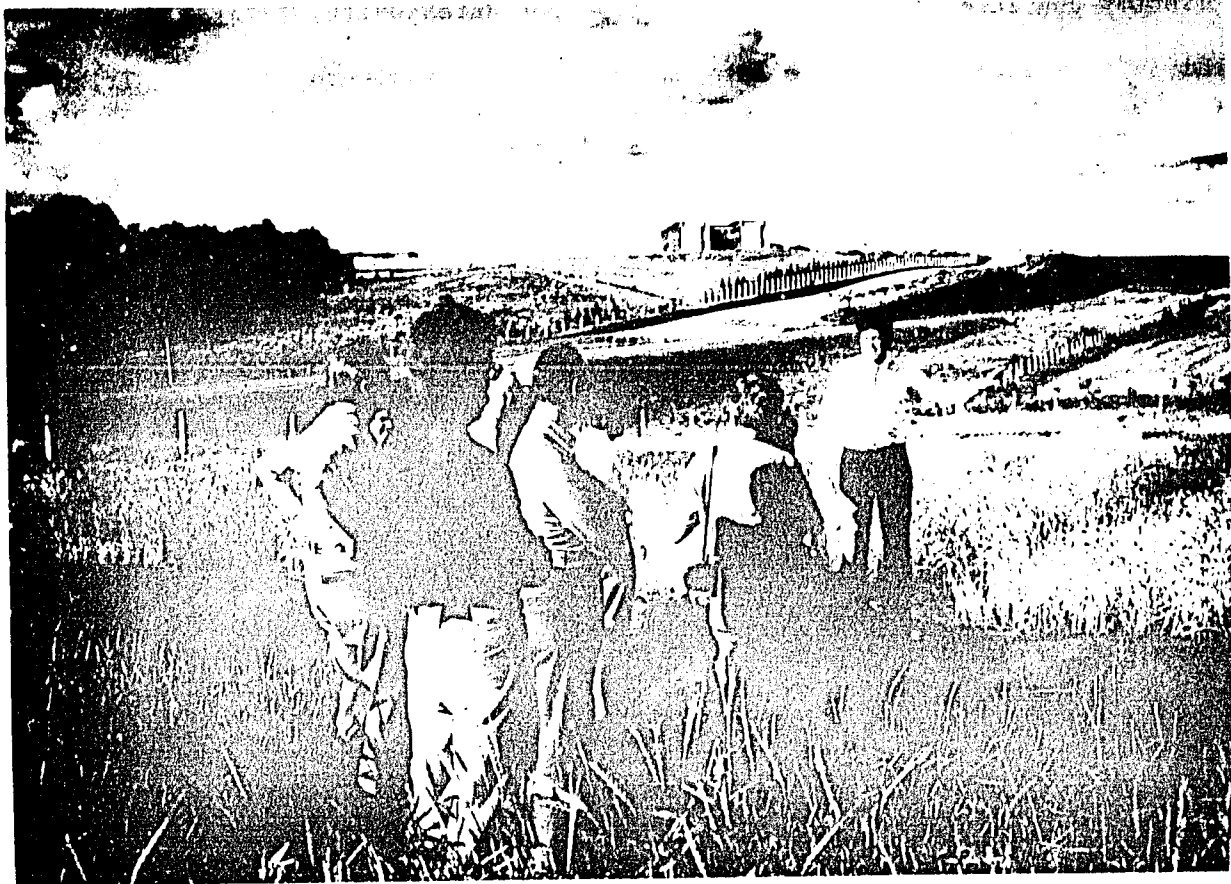
Os maiores danos são observados quando o ataque é realizado durante o período de "emborrachamento", provocando grande redução na produção de trigo.

Controle:

a) Biológico: Não tem ocorrido com muita intensidade, tem sido observado algum parasitismo de Architas spp (DIP.; Tachinidae).

b) Químico: Carbaril 85% P M -1 kg/ha  
Canfeclor 65 C E -2 litros/ha  
Endrim 20 C E - 1 litro/ha

Polvilhação, 20 kg/ha: Carbaril 7,5 e Canfeclor 20



## INFORME SOBRE LOS AFIDOS QUE ATACAN AL CULTIVO DEL TRIGO EN CHILE

Mario Mellado Z., Roberto Carrillo Ll.

Estación Experimental Qualamapu, Instituto de Investigaciones  
Agropecuarias (INIA) Chillán and  
Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Austral de Chile, Valdivia  
Chile

### Antecedentes Generales

Los áfidos que atacan al trigo constituyen un problema agrícola de enorme importancia en muchos países que siembran este cereal. Las densidades que ellos han alcanzado y el daño producido han tendido a aumentar en los últimos años en Europa (Kolbe, 1969 y Dean, 1974).

En Brasil durante la temporada 1971-72 el daño provocado por los áfidos de los cereales, principalmente Metopolophium dirhodum, fue estimado en 10 millones de libras esterlinas, a pesar de haber gastado 2 millones de libras en tratamientos con insecticidas (Eastop, citado por Baranyovits, 1973).

El informe anual del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), temporada 1969-70, señala que en Argentina las pérdidas probables de rendimiento producidas por Schizaphis sp. durante ese año agrícola, serían de un millón de toneladas de trigo.

En Chile los áfidos no constituían un problema serio en las sementeras de trigo hasta 1967 (Lara de Z. y Zuniga, 1969; Carrillo, 1973).

Las especies que se encontraban hasta ese año en el país teniendo como huésped a este cereal eran, Schizaphis graminum (Rondani), Rhopalosiphum maidis (Fitchii), Rhopalosiphum padi (L) y Sitobion africanum H.R.L. (Zuñiga, 1967).

En 1967 se determinaron fuertes ataques de áfidos en la región comprendida entre Aconcagua y Bío-Bío (32° a 37° latitud Sur). Lara de Z. y Zuñiga (1969) determinaron que el insecto que estaba causando este daño correspondía a la especie Metopolophium dirhodum (Walker). Ensayos efectuados durante los años 1969, 1970 y 1971 en las provincias de Linares, Ñuble y Cautín demostraron que M. dirhodum constituía más del 90 por ciento de la población de áfidos que estaban atacando al trigo.

A partir de 1971 se ha detectado una nueva especie que causa grandes daños al cultivo del trigo desde la zona de Copiapó hasta Llanquihue (28° a 41° latitud Sur). Este áfido según Apablaza (1974), Carrillo y Mellado (En prensa) corresponde a la especie Sitobion avenae (Fabricius).

En el año 1972, S. avenae alcanzó niveles poblacionales altos en las provincias de Talca a Bío-Bío (35° a 37° latitud Sur). Las densidades de este insecto fueron de tal magnitud que produjeron alarma entre los organismos gubernamentales encargados de la sanidad vegetal en la zona, los cuales para contrarrestar el ataque realizaron aspersiones masivas de pesticidas sistémicos por cuenta del gobierno.

Durante 1973 la situación respecto a S. avenae se repitió y así lo demostraron ocho ensayos de campo efectuados entre Ñuble y Valdivia (36° a 40° latitud Sur). En estos ensayos los áfidos M. dirhodum y S. avenae constituyeron en conjunto más del 95 por ciento de la población de estos insectos (Carrillo, Mellado y Pino, 1974). Su importancia relativa a partir de la espigadura del trigo se observa en la figura 1.

Actualmente M. dirhodum y S. avenae se encuentran distribuidos en toda el área triguera del país comprendida entre Copiapó y Chiloé (28° a 43° latitud Sur). Estas dos especies también son las preponderantes en Europa y parte de Norteamérica (Latteur, 1973 y Dean, 1974).

Se piensa que la multiplicación y expansión tan rápida de los áfidos en Chile, obedece a que cuando éstos ingresaron al país no encontraron microhimenópteros que los parasitaran, existiendo además una abundante superficie ocupada con trigo y gran cantidad de gramíneas y otras plantas adecuadas para su invernación.

#### Trabajos de Investigación Realizados Desde 1967 a la Fecha

##### Enemigos naturales

Las especies de enemigos naturales, que actúan sobre los áfidos que atacan al trigo se han determinado en numerosos trabajos. Los insectos depredadores observados corresponden a los sírfidos Allograpta pulchra (Shannon) y A. hortensis (Philippi); a los coccinellidos Eriopis connexa (Ger), Adalia bipunctata L., Adalia deficiens Mulsant, Adalia angulifera (Mulsant), y Coccinella sp.; y al cecidomido Aphidoletes cucumeris (Lintner) (Lara de Z. y Zuñiga, 1967; Apablaza y Tiska, 1973; Carrillo, 1973; Carrillo, Mellado y Pino, 1974).

En Chile los principales depredadores corresponden a larvas de las especies de sírfidos anteriormente señaladas y al coccinellido E. connexa. Los depredadores comúnmente controlan entre un 15 a 30 por ciento de los pulgones pudiendo llegar a destruir hasta un 74 por ciento de la población (INIA, CHILE, 1971).

La acción del cecidomido Aphidoletes cucumeris está restringida a la zona de Talca al norte, lo que posiblemente se debe a las condiciones de clima favorable que encuentra en dicha región (Lara de Z. y Zuñiga, 1967; Apablaza y Tiska, 1973; Carrillo y Mellado, En prensa).

Los hongos entomógenos del género Entomophthora juegan un rol importantísimo en el control de pulgorjes, llegando a provocar epizootias superiores al 90 por ciento en la población de áfidos presentes en el follaje (Beltrán, 1972 y Apablaza y Tiska, 1973). Sin embargo, la acción entomoparásita ha sido manifiestamente inferior a nivel de la espigadura (Apablaza y Tiska, 1974; Carrillo, Mellado y Pino, 1974).

Aruta, Carrillo y González (1974), han determinado las siguientes especies de hongos entomógenos: Entomophthora aphidis, Hoffman, E. planchoniana Cornu y E. thaxteriana (Petch) Hall et Bell.

En condiciones de campo, los áfidos M. dirhodum y S. avenae carecen de insectos que los parasiten. Sin embargo, bajo condiciones de invernadero, se ha observado que el braconido Aphelinus abdominales (Dalman puede parasitar a M. dirhodum (INIA, Chile, 1971).

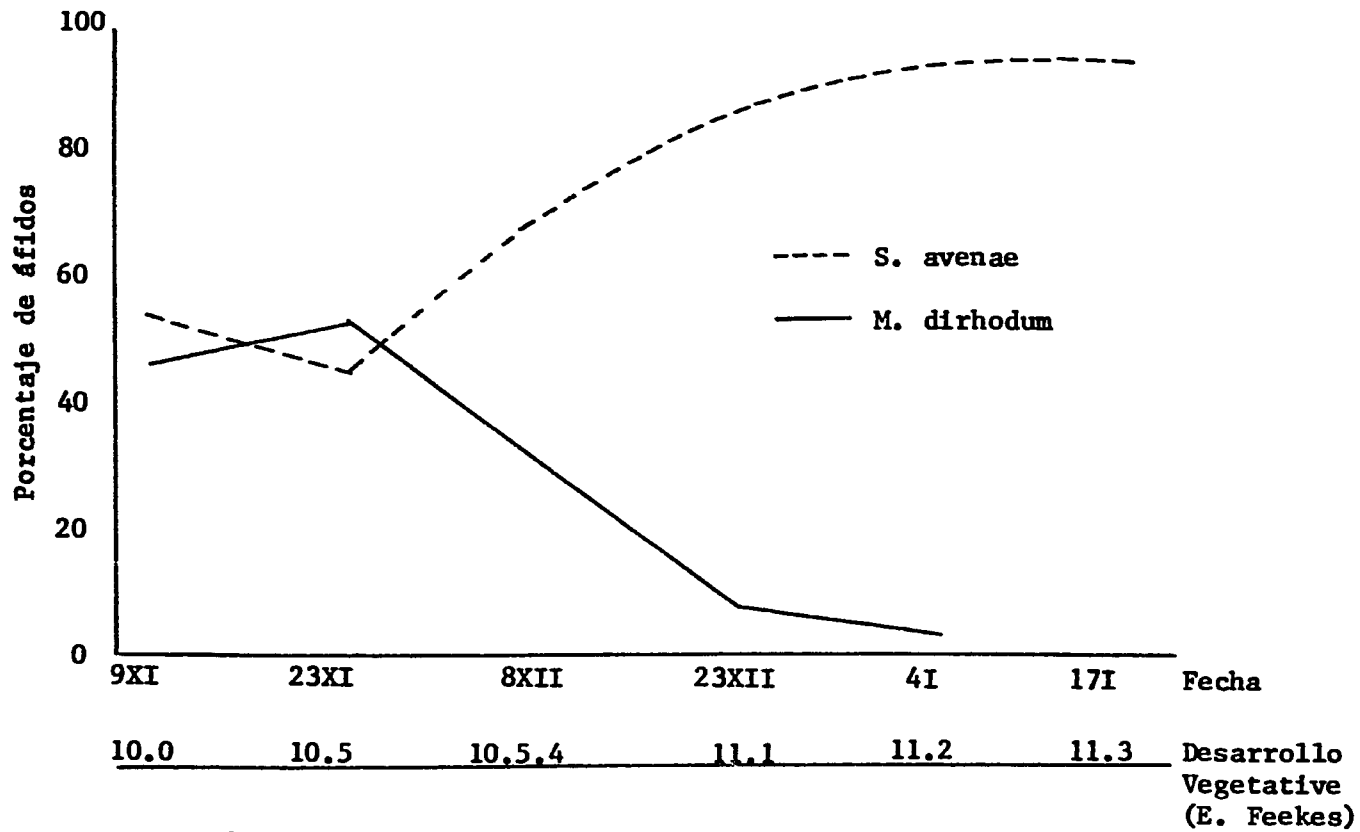


Figura 1. Importancia relative de las especies de áfidos al desarrollarse la planta. Zona comprendida entre Ñuble y Valdivia (Temporada 1973-74).



La especie Rhopalosiphum padi alcanza altas poblaciones en Alemania (Kolbe, 1969) y Estados Unidos de Norteamérica (Stern, 1967). Sin embargo, en Chile carece de importancia debido a que se encuentra fuertemente parasitada por el braconido Diaeretiella rapae (Mc Intosh) (Carrillo y Mellado, En prensa). Tampoco constituye un problema la especie Schizaphis graminum debido posiblemente a condiciones climáticas desfavorables para su desarrollo o bien que corresponda a otra especie de este género.

#### Determinación del daño causado por los áfidos

Conscientes que cualquier programa racional de combate de una plaga necesita, en primer lugar, determinar la relación entre densidad de áfidos y disminución del rendimiento de grano, gran parte de la investigación de campo efectuada ha tenido la finalidad de resolver esta interrogante.

En la zona de Ñuble (36° latitud Sur), trabajando con cultivares de invierno, se ha determinado que ataques de M. dirhodum en estados de desarrollo 8 a 11.1 de la Escala de Feekes, pueden reducir en 10 por ciento el rendimiento, cuando el número de pulgones alcanza aproximadamente a 100 por eje o macolla (Beltrán, 1972). Ataques de M. dirhodum en trigos de primavera que tengan un desarrollo 4 a 6 de la escala de Feekes (Largo, 1954) pueden disminuir en 10 por ciento el rendimiento, cuando la cantidad de áfidos es alrededor de 20 por eje (Carrillo y Mellado, En prensa).

En cuanto al daño de S. avenae en trigos de primavera se ha determinado que la disminución de rendimiento promedio oscila entre 5 y 10 por ciento por cada 10 áfidos presentes en el momento de mayor ataque en la espiga. En los ensayos se ha determinado que las máximas poblaciones de S. avenae ocurren en el estado de grano lechoso del trigo, lo que corresponde a 11.1 de la escala de Feekes; posteriormente las poblaciones tienden a disminuir (Carrillo, Mellado y Pino, 1974).

En los trabajos efectuados hasta ahora en Chile, no se ha observado que los áfidos afecten el número de espigas por superficie (Beltrán, 1972, Carrillo y Mellado, En prensa).

El número de granos por espiga es el principal componente de rendimiento afectado cuando el ataque de áfidos se produce temprano (4 a 7 de la escala de Feekes). En estados de desarrollo más avanzados, pero antes de la espigadura, el peso de los granos es el componente más disminuido (Carrillo y Mellado, En prensa). En Alemania, Kolbe y Linke (1974), han obtenido resultados similares cuando los ataques de áfidos se producen desde el término de la macolla hasta la madurez del grano. Sin embargo, contrariamente a lo obtenido en Chile, estos autores señalan que ataques tempranos (1 a 6 de la escala de Feekes) disminuyen el número de espigas por superficie.

Carrillo, Mellado y Pino (1974), han determinado que ataques de S. avenae durante la espigadura y floración, afectan principalmente el número de granos por espiga. Pasada la floración, el peso de los granos es nuevamente el componente más afectado por este áfido.

Ataques de M. dirhodum han provocado reducciones significativas en el área foliar de la hoja bandera y en algunos casos en la altura de planta adulta del trigo (Carrillo y Mellado, En prensa).

Los áfidos M. dirhodum y R. padi han probado ser eficientes vectores de un virus que sería el agente causal del enanismo amarillo de la cebada (BYDV) (Tollenaar y Hepp, 1972). En Latinoamérica, hasta 1969, este virus se había detectado en Brasil (Williams, 1968) y Colombia (Martínez y Galves, 1969).

Los áfidos M. dirhodum y S. avenae han afectado el peso hectolítrico del grano de trigo, pero no el contenido porcentual de proteína, ya que éste incluso ha tendido a subir debido al ataque de estos áfidos.

Datos no publicados, obtenidos por los autores, permiten afirmar que otras características de calidad como sedimentación, textura de miga y volumen de pan, no son afectados por el ataque de M. dirhodum.

#### Combate de la plaga - Medidas culturales

La adecuación de medidas culturales tales como época de siembra y fertilización han sido estudiadas por Carrillo y Mellado (En prensa), quienes en relación a fechas de siembra determinaron que para la zona comprendida entre Linares y Cautín (36° a 39° latitud Sur), las épocas de siembras tempranas en trigos de primavera constituyen medio útil para reducir el daño causado por M. dirhodum. Esto se debe a que el ataque de áfidos llega a niveles críticos cuando las plantas han alcanzado un desarrollo vegetativo que les permite soportar un alto número de pulgones, sin ver afectado su rendimiento en forma tan manifiesta como ocurre en siembras tardías (Cuadros 1 y 2). En relación con este aspecto se ha precisado que, en la región aludida, aquellas siembras de trigo de primavera afectuadas en agosto son capaces de soportar el doble número de áfidos con similar reducción de rendimiento que siembras realizadas en octubre.

Ensayos efectuados durante dos temporadas han indicado que la fertilización nitrogenada favorece el desarrollo de infestaciones de áfidos a nivel del follaje, lo que trae como consecuencia un mayor daño en las parcelas sin insecticida a medida que sube el tenor de nitrógeno aplicado al suelo (Cuadro 3). Esto se debe, según los autores, a que disminuye el número de días necesarios para que los áfidos lleguen al estado adulto y a que aumenta la cantidad de individuos que cada áfido es capaz de parir. Sin embargo, no se ha apreciado que este fenómeno ocurra con S. avenae a nivel de la espiga (Trabajo en ejecución).

#### Combate químico

Los diferentes investigadores que han trabajado con insecticidas sistémicos al follaje han podido determinar que el efecto residual de los productos usados es de aproximadamente 10 días en condiciones de campo (Caballero, 1972; INIA, CHILE 1971; Carrillo 1973).

Todos los insecticidas hasta ahora utilizados han destruido las larvas de sifídidos. Por esta razón, desde 1973, se está experimentando con Pirimicarb (5,6 dimetil-2 dimetil amino-4 pirimidimil dimetil carbamato) el que tendría una acción selectiva sobre los áfidos. Sin embargo, los resultados obtenidos hasta el momento son contradictorios y parciales; por ello será necesario profundizar mucho más en este aspecto en las próximas temporadas agrícolas.

En relación con el empleo de insecticidas sistémicos aplicados al suelo, Apablaza y Tiska (1974) han realizado ensayos con resultados aparentemente satisfactorios. Debido a que la información procede de un solo ensayo y considerando la gran gama

Cuadro 1. Efecto de época de siembra y del áfido *Metopolophium dirhodum* (Walker) en el rendimiento, componentes de rendimiento y altura de planta adulta de tres cultivares de trigo de primavera.<sup>1/</sup>

Componentes	Epoca Siembra		Afidos <sup>4/</sup>	
	14/Septiembre	6/Octubre	Sin	Con
Rendimiento (qqm/ha)	43,9a <sup>2/</sup>	33,8 b	46,3a	31,5 b
Número de granos por espiga <sup>3/</sup>	29,4a	25,6 b	29,5a	25,4 b
Número de espigas por superficie (0,2 m <sup>2</sup> )	105,0a	94,3 b	96,1a	97,4a
Peso del mil granos (gr)	40,2a	37,9 b	41,6a	36,4 b
Altura de planta (cm)	95,0a	87,2 b	93,0a	88,8a

<sup>1/</sup> Los datos corresponden a valores promedios de un ensayo efectuado en la localidad de Chillán, durante la temporada 1970-71, y en el cual se utilizaron los cultivares de primavera Menflo, Collafén y Huelquén.

<sup>2/</sup> Los pares de valores con igual letra no difieren estadísticamente (Prueba de Duncan,  $P < 0,05$ ).

<sup>3/</sup> Valores promedio de 200 espigas.

<sup>4/</sup> Las parcelas sin áfidos fueron tratadas en forma periódica con *Metasystox* 50% en dosis de 300 cc de p.c. por ha. En el caso de las parcelas con áfidos se permitió una infección natural.

Cuadro 2. Efecto de época de siembra en la acción del áfido *M. dirhodum* sobre la disminución porcentual de rendimiento, número de granos por espiga y peso de 1000 granos del cultivar de trigo de primavera Huelquén.<sup>1/</sup>

Componentes	Epoca de Siembra					
	26 Agosto		14 Septiembre		16 Octubre	
	S/afidos	C/afidos	S/afidos	C/afidos	S/afidos	C/afidos
Rendimiento grano (qqm/ha)	48,0 (00) <sup>2/</sup>	36,0 (27)	50,8 (00)	34,6 (32)	35,1 (00)	21,9 (38)
Número de granos por espiga <sup>3/</sup>	39,3 (00)	34,7 (12)	34,6 (00)	30,2 (13)	24,8 (00)	21,0 (15)
Peso de mil granos (gr)	44,6 (00)	36,4 (18)	43,9 (00)	38,7 (12)	38,4 (00)	32,4 (16)

<sup>1/</sup> Ensayo efectuado en la localidad de Chillán durante la temporada 1970-71.

<sup>2/</sup> Valores entre paréntesis indican disminución porcentual por efecto de áfidos en los caracteres que se indican.

<sup>3/</sup> Valores promedio de 200 espigas.

S/afidos: Parcelas libre de áfidos mediante aplicaciones periódicas de *Metasystox* 50% en dosis de 300 cc. de producto comercial por ha.

C/afidos: Parcelas en las que se permitió una infestación natural de áfidos.

Cuadro 3. Efecto del nitrógeno en la acción del áfido M. dirhodum, sobre la disminución porcentual de rendimiento, número de granos por espiga y peso de 1000 granos, del cultivar de trigo de primavera Mexifén.<sup>1/</sup>

Dosis nitrogeno (Kg/ha)	Rendimiento (qqm/ha)		Numero granos x espiga <sup>2/</sup>		Peso de 1000 granos(gr)	
	S/afidos	C/afidos	S/afidos	C/afidos	S/afidos	C/afidos
00	41,5 (00) <sup>3/</sup>	35,3 (15)	27,3 (00)	26,0 (5)	50,5 (00)	49,8 (1)
60	56,7 (00)	41,2 (27)	29,8 (00)	25,0 (16)	50,7 (00)	49,2 (3)
120	66,1 (00)	40,4 (39)	29,0 (00)	27,3 (6)	49,6 (00)	47,7 (4)

1/ Ensayo efectuado en la localidad de Chillán durante la temporada 1971-72.

2/ Valores promedio de 200 espigas.

3/ Valores entre parentesis indican disminución provocada por los áfidos en los caracteres que se indican.

S/áfidos: Parcelas sin áfidos que se trataron periódicamente con Metasystox 50% endosis de 300 cc. de producto comercial por ha.

C/áfidos: Parcelas en las que se permitió una infestación natural de áfidos.

de suelos que se ocupan con trigo en Chile, y la variabilidad en las condiciones de clima, será necesario una mayor investigación para poder utilizar racionalmente estos productos.

#### Combate integrado

A partir de 1974 se están utilizando las dosis menores indicadas por las compañías distribuidoras de pesticidas, como una forma de disminuir el daño causado por los insecticidas sobre los parásitos y depredadores. También se pretende con ello reducir los problemas de creación de resistencia a los pesticidas. Esta medida fue un acuerdo reciente del Comité Consultivo Nacional integrado por Ingenieros Agrónomos del Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Universidad Austral de Chile y de la División de Sanidad Vegetal del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG).

A nivel zonal se está entrenando a técnicos y profesionales del agro en relación con las especies que se presentan en las sementeras, sistema de muestreo y sobre los niveles críticos en los cuales esta plaga empieza a causar un daño económico. Con ello se pretende que los agricultores empleen el combate químico sólo en aquellos casos que técnicamente se justifique. Estas medidas pueden valorarse mejor al considerar que, según datos de especialistas en apicultura, durante la campaña masiva de control de áfidos en 1973-74, en que se pulverizaron 120,000 hectáreas de trigo, habrían muerto unas 20 mil colmenas por efecto de las aplicaciones. Por otra parte, se detectaron intoxicaciones humanas y en animales, sumándose además, la eliminación de importantes depredadores.

El empleo de insecticidas selectivos, la aspersión de insecticidas en franjas y la utilización de prácticas culturales para favorecer la acción de los entomófagos y entomógenos, se encuentran aún en etapa experimental en Chile.

#### Combate Biológico

A partir de 1973, el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA), en su Estación Entomológica de La Cruz y la Universidad Austral de Chile, están introduciendo desde Checoslovaquia y gracias a la colaboración del Dr. P. Stary<sup>1</sup> diferentes especies de braconidos, las cuales se encuentran en multiplicación para ser liberadas masivamente a partir de la primavera de 1974. Se piensa que estos microhimenópteros reducirán notablemente las poblaciones de los áfidos que están atacando este cereal.

#### Control genético

La literatura indica algunos casos de trigos y otros cereales con cierta forma de resistencia o tolerancia a la acción de algunas especies de áfidos.

El informe anual del CIMMYT, temporada 1969-70, señala que en Argentina se encontró que 18 líneas hermanas de trigo de la crucea Cheg-Gaboto/Jaral 'S'/Klein Rendidor - Sonora - II-M-1023-6P-2B-1P, permanecieron verdes y funcionales hasta la maduración, a pesar de que la fuerte infestación de Schizaphis sp. mató a todas las otras líneas, antes que el grano alcanzara el estado lechoso. En este mismo país, Arriaga (1971) señala que obtuvo a través del cruzamiento de dos cultivares de cebada un nuevo cultivar resistente a la toxemia del pulgón verde de los cereales (Schizaphis graminum (Rond)).

---

<sup>1</sup> Investigador del Instituto de Entomología de Praga, Checoslovaquia.

Cuadro 4. Densidad promedio de afidos por eje en 25 genotipos de primavera y alternativa, sembrados en 4 localidades durante la temporada 1973-74. 1/

Proced. 1973	Cruza	Genealogia	Variedad	Precoci- dad <sup>2/</sup>	Afidos x eje <sup>3/</sup>
1001	Son 64 (Sk <sup>6</sup> E - An <sup>3</sup> E)	II-18903-17M-2R-3C	Mexifén	99	16
2	Kenya 117/Mentana	-----	Vilufén	105	17
3	Vg 8316/Lee-Kenya Farmer	N-396-3t-100t-2t-1t	Lakafén	114	12
4	Lee <sup>2</sup> - KF/Yt54A-Nor10/B24-1c	S-287-6p-2p-4p	L.P.	95	15
5	((908-Fn) <sup>2</sup> /4160)(Yt54-Nor10/B))C14 <sup>2</sup>	Ch-7817-1p-1p-4p-2p-1p	Toquifén	102	15
6	Heines Peko-Ministré	-----	Intermedio	119	14
7	((Ofn/Yt54-Nor10-B)LR-Nfo)(Vil 53-Vg9108)	N-1178-3t-4t-2t	Loncofén	112	17
8	((Kt54A-Nor10/B21-1C/Kt54B)-Nar59) <sup>2</sup> Pch	T-2494-14t-4t-1v	Naofen	102	14
9	Mentana-Florence	-----	Menflo	99	16
10	((908-Fn) <sup>2</sup> /4160(Yt54-Nor10-B/C14 <sup>2</sup> ))Ofn	Ch-10296-11p-2p-1p-1p	Collafén	102	12
11	NdD-WW/Lee-Fn/N, N <sup>o</sup> 2357	Ch-2672-2c-3c-2c	Lilifén	112	17
12	Vg 8058 (Af - My 48) <sup>2</sup>	Ch-8125-10p-3p-2p-1p	L.P.	115	16
13	((Wt sib/Nor 10-B)Yt 54A <sup>2</sup> )PM	N-1575-3c-1c-2c	L.P.	117	12
14	Marne Desprez/Colotana 266/51	Ch-7092-4t-1t-3t	Pumafén	110	21
15	Md - McM - Ex	-----	Huelquén	96	13
16	((Ofn/Yt54-Nor10/B)LR-Mfo)(Vil 53-Vg9108)	N-1181-1c-1c	L.P.	104	17
17	(Yt54A <sup>2</sup> /Nor10-B/Kt54) MD	N-998-1c-1c-2c	L.P.	114	16
18	21943 - Ch 53/Y50	II-9107-1R-2M-2R	L.P.	96	17
19	((Ofn/Yt54-Nor10-B)LR-Mfo)(SpWt467/Gb-L/Vg9052)	N-1254-2c-4c	L.P.	99	14
20	((908-Fn) <sup>2</sup> /4160(Yt54-Nor10-B/C14 <sup>2</sup> ))Ofn	Ch-10296-4p-2p-2p-1p	Antufén	98	17
21	((Ofn/Yt54-Nor10-B)LR-Mfo)SpWt.467/Gb-L/Vg9052)	N-1255-2c-2c	L.P.	99	17
22	4777 <sup>2</sup> (Fn-K58/N-Nor10-B)(K340/S/Mt-Gb)(K340-Fr)	A-3629-1p-1p-1p	L.P.	97	12
23	HdB-Vg8881((Fn-K58/N-Nor10/B)454)	-----	L.P.	108	14
24	(II-50-72/Y54-Nor10/B(Vil 53-Vg 9108)	N-1182-1c-2c	L.P.	106	16
1025	MD - Vg 9108/MD-Col	Ch-8782-101t-4t-7t	L.P.	117	17

1/ Localidades de Talca, Linares, Chillán y Bío-Bío.

2/ Días transcurridos desde siembra a espigadura. Fecha siembra ensayo = 3 agosto 1973.

3/ Valores promedio de 140 ejes o macollas.

L.P. Línea Promisoria.

En Chile existen muy pocos antecedentes sobre posible resistencia genética, del trigo a los áfidos. Sobre el particular, Zuñiga (1968) señala que en un ensayo preliminar con seis cultivares de primavera, encontró cierta preferencia de los áfidos por algunos de los trigos estudiados. Sin embargo, Mellado (1973), al revisar 25 genotipos en ensayos efectuados en cuatro provincias del país no encontró diferencias apreciables en la cantidad promedio de pulgones por eje o macolla, haciendo notar que cuatro cultivares eran los mismos analizados por Zuñiga. Tampoco encontró correlación significativa ( $r = 0,05$ ) entre la precocidad de los genotipos estudiados y la densidad de áfidos (Cuadro 4).

En Finlandia, Markkula y Roukka (1972) al estudiar 13 genotipos de trigos de primavera en condiciones de campo, encontraron que la cantidad de áfidos de la espiga, Macrosiphum avenae (F), era significativamente inferior en la variedad Selkirk.

#### Medidas Gubernamentales Para Encarar El Problema De Afidos

El trigo es el cultivo más importante en Chile, con una superficie aproximada de 730.000 ha anuales, de las cuales el 25 por ciento corresponde a suelos regados (Chile, 1969). Este factor, sumado al valor económico y social que representa la producción de trigo movió al Ministerio de Agricultura de Chile, a dictar el decreto N° 177 del 5 de Agosto de 1974 y que fue publicado el 16 del mismo mes en el Diario Oficial de Chile. En este decreto se dictan normas taxativas sobre el combate de afidos en cereales. Esta medida legal, acompañada de la inquietud de los investigadores, se ve reforzada por la labor de extensión que el Ministerio de Agricultura proporciona a los agricultores.

#### Literatura Citada

Apablaza, J. 1974. Presencia de Macrosiphum Sitobium avenae (Fabricins) (Homoptera, Aphididae) en sementeras de trigo en Chile. Ciencia e Investigación Agraria (Chile). 1(1):69-70.

\_\_\_\_\_ y Tiska, V. 1973. Poblaciones de áfidos (Homoptera:Aphididae) en trigo de la zona central chilena. Revista chilena de entomología 7:173-181.

\_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_. 1974. Efectos de insecticidas sistémicos radiculares sobre poblaciones de áfidos (Homoptera, aphididae) en trigo, Triticum aestivum L. Ciencia e Investigación Agraria (Chile) 1(1):39-47.

Arriaga, H. 1971. Cebada "La Plata CAFPTA F. A.", nuevo cultivar muy resistente a la toxemia del pulgón verde de los cereales. Revista de la Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Plata (Argentina). 47:179-199.

Aruta, C., Carrillo, R. y Gonzalez, S. 1974. Determinación de Hongos entomógenos del género Entomophthora para Chile. Agro Sur (Chile) 2(2) (En Prensa).

Baranyovits, F. 1973. The increasing problem of aphids in agriculture and horticulture. Outlook on Agriculture. 7:102-108.

Beltran, F. 1972. Evaluación del daño causado por Metopolophium dirhodum (Walker) (Homoptera:Aphididae) en tres cultivares de trigo de invierno, Etoile de Choisy, Lilifén, Capelle Desprez, sembrados en dos épocas distintas. Tesis Ing. Agr. Chillán, Chile, Universidad de Concepción, Escuela de Agronomía. 58 p. (Mimeografiada)

- Caballero, C. 1972. Incidencia del ataque del pulgón de los cereales Metopolophium dirhodum (Walker 1848) en los rendimientos de trigo. Revista Peruana de Entomología. 15:195-200.
- Carrillo, R. 1973. Efecto de diversos insecticidas en el combate del pulgón verde pálido (Metopolophium dirhodum (Walker) en cebada (Hordeum vulgare). Agro Sur (Chile) 1(2):51-56.
- \_\_\_\_\_, Mellado, M. y Pino A. 1974. Los áfidos Sitobion avenae (Fab.) y Metopolophium dirhodum (Walk.); su influencia en el rendimiento; ubicación en las plantas y enemigos naturales, en trigo, desde hoja bandera a madurez. Agro Sur (Chile) 2(2). (En prensa).
- \_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_. En Prensa. Efecto de la época de siembra y del áfido Metopolophium dirhodum (Walker) en el rendimiento de cultivares de trigo de primavera (Triticum aestivum L.) (Trabajo entregado a la revista Agricultura Técnica de Chile, para su Publicación).
- Chile, Dirección De Estadística y Censo. 1969. IV Censo Nacional Agropecuario, año agrícola 1964-1965. Santiago, Chile. Vol. 1, 356p.
- Chile, Instituto De Investigaciones Agropecuarias. 1971. Investigación Agropecuaria. Santiago, Chile. 446p.
- Dean, G. J. 1974. The four dimensions of cereals aphids. Ann Appl. Biol. 77:85-87.
- Kolbe, W. 1969. Studies on the occurrence of different aphid species as the cause of cereal yield and quality losses. Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer. 22(2):171-204.
- \_\_\_\_\_ and Linke, W. 1974. Studies of cereal aphids, their occurrence effect on yield in relation to density levels and their control. Ann. Appl. Biol. 77:74-78.
- Lara De Z. y Zuñiga, E. 1969. Metapolophium dirhodum (Walker) (Homoptera, Aphididae). Afido nuevo para Chile, importante plaga del trigo. Simiente (Chile). 39(1-3):34-36.
- Large, E. C. 1954. Growth stages in cereals. Illustration of the Feekes Scale. Plant pathology. 3(4):128-129.
- Latteur, G. 1973. Resultats des premiers recherches effectuées en Belgique dans le domaine de la lutte intégrée contre les pucerons des cereales. Viena, Conference on integrated approaches in plant protection. 12p.
- Markkula, M. y Roukka, K. 1972. Resistance of cereals to the aphids Rhopalosiphum padi (L) and Macrosiphum avenae (F) and fecundity of these aphids on Gramineae, Cyperaceae and Juncaceae. Ann. Agric. Fenn. 11:417-423.
- Martinez, G. y Galves, G. 1969. Identificación del virus del enanismo amarillo en la cebada en Colombia. Revista ICA, Colombia 4(1):45-52.



Mellado, M. 1973. Prospección del pulgón del trigo en las provincias de Talca, Linares, Ñuble y Bio-Bio. Informe técnico, temporada 1973-74. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chillán, Chile.

Mexico. CIMMYT. Informe anual 1969-70. Sobre avance hacia el aumento de rendimiento de maíz y trigo. p.113.

Stern, V. M. 1967. Control of aphids attacking barley and analysis of yield increases in the Imperial Valley, California, *Journal of economic entomology*. 60(2):485-490.

Tollenaar, H. y Hepp, R. 1972. Presencia del virus causante del enanismo amarillo de la cebada (Barley yellow dwarf virus) en Chile. *Agricultura Técnica (Chile)*. 32(3):137-142.

Williams, E. 1968. Investigacoes sobre doencas causadas por virus de trigo, especialmente a "Barley Yellow Dwarf" (Amarelidao e nanismo da cevada). Rio Grande do Sul, Brasil, Instituto de Pesquisas IRI. 11p.

Zuffiga, E. 1967. Lista preliminar de áfidos que atacan cultivos en Chile, sus huéspedes y enemigos naturales. *Agricultura Técnica (Chile)*. 27(4):165-177.

\_\_\_\_\_. 1968. Prospección del pulgón del trigo en las provincias de Biobío, Malleco y Cautín. Informe Técnico, temporada 1968/69. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Santiago, Chile.

#### Summary

Aphids did not constitute a serious problem in wheat fields in Chile until 1967.

The principal species are: Metopolophium dirhodum (Walker) and Sitobium avenae (Fabricius) and they can be found distributed in all the wheat area of the country from Copiapo in the north to Chiloe in the south (Parallel 28° to 43° south).

Since 1967 the following aspects are being studied: natural enemies which act upon aphids that attack wheat; aphids' damage to yields and yield components; cultural practices to diminish damage (seeding time); nitrogen effect on aphids action; and chemical control.

The results of the trials done in Chile are shown in this paper and their relations with some of the aspects mentioned above.

Since 1973, Biological and Integrated Control are being studied; also wheat genotypes are being revised with the purpose of finding resistance to aphids actually present in Chile.

## CONTROLE DE DOENCAS NO TRIGO

V. R. Caetano  
EMBRAPA, Passo Fundo, RS  
Brasil

O Trigo vem sendo utilizado na alimentação, pelo homem, a milhares de anos, com aceitação constante. A necessidade deste cereal tem aumentado com o crescimento populacional e urbanização, em especial; isto tem estimulado a aplicação de recursos e esforços pelos povos para estabelecimento de sistemas de cultivos, (nos diferentes, estados, regiões, etc...) que possibilitem aumentar a produção e produtividade, de trigo de boa qualidade.

No Brasil o trigo vem sendo cultivado desde 1534, ou próximo a esta data, nas diferentes regiões. O desenvolvimento da cultura inicialmente foi lento, basicamente pelas facilidades de obtenção de alimentos de outra natureza. A falta de condições dos produtores para realização dos cultivos, colheita e armazenagem, somados de disponibilidade de variedades mal aclimatados e suscetíveis as ferrugens, doenças mais citadas, e demais consumidores naturais da planta abundantes, concorriam para o desestímulo dos agricultores, em áreas isoladas, de dispenderem esforço num cultivo reconhecido por apresentar anos de fracassos seguidos de alguns de exitos, mesmo esses últimos com baixos rendimentos.

No século passado o governo brasileiro se limitou ao fomento à Triticultura, que se difundia pela contribuição dos imigrantes europeus. Com a difusão da cultura os ataques de ferrugens se intensificavam nos anos úmidos e nas Terras antes cultivadas com o Trigo. Foi despertado o interesse de homens públicos pelo trigo e, em 1912, o Ministério da Agricultura criou o primeiro campo Experimental de Trigo, no Rio Grande do Sul; em 1918, passou a conceder prêmios em máquinas agrícolas aos sindicatos e cooperativas agrícolas que produzem trigo; em 1920, criou a Estação Experimental de Alfredo Chaves (Veranópolis, hoje) no Rio Grande do Sul e a Estação Experimental de Ponta Grossa, no Paraná. Em 1923, trouxe Alberto Boerger, geneticista do Instituto Fitotécnico La Estanzuela (no Uruguai). Em 1924, contratou o geneticista sueco Iwar Beckman para executar suas funções na Estação Experimental de Alfredo Chaves, ele transferido em 1929 para Estação Experimental Fitotécnica da Fronteira em Bagé.

Em 1937, a Lei nº 470 (não obedecida) determinou a criação de cinco estações experimentais no Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Goiás, além de quarenta postos de multiplicação de sementes, assim distribuídos: dez no Rio Grande do Sul, sete em Santa Catarina, nove no Paraná, seis em São Paulo, quatro em Minas Gerais, um no Espírito Santo, um na Bahia e um em Pernambuco. O Decreto-Lei nº 26, também de 1937, criou o serviço de fiscalização do Comércio de Farinhas, com o fim de impulsionar a fabricação de pão misto, que teria 70% de trigo e 30% de sucedâneos, principalmente farinha de raspa de mandioca, ainda, de arroz e milho. Neste período, caiu a importação de Trigo e surgiram fábricas do novo tipo de farinha. A tendência era de continuar o desenvolvimento da triticultura brasileira, no entanto, estranhos interessados no mercado nacional atuaram de forma a destruírem o feito; em 1942, o Itamaraty, ignorando o Ministério da Agricultura, assinou um convênio com a Argentina, proibindo o uso de pão misto no Brasil durante dez anos. Em consequência, muitas fábricas fecharam e os prejuízos nas zonas rurais e citadinas foram vultuosos, vindo imediatamente a suba do preço do trigo e a produção brasileira baixada para 100.000 toneladas anuais.

Os anos seguintes foram difíceis à triticultura, porém não faltaram batalhadores. Estes mesmo com as condições mais adversas para o estabelecimento de uma infraestrutura, para a organização de equipes melhores qualificadas e com alguns meios indispensáveis para desempenharem as funções, que levadas a efeito em diferentes frentes e com variados meios de realização, se integraram com o fim único de transformar a sócio-economia de uma região naturalmente rica (explorada pela extração desordenada e mal aproveitada) em áreas de cultivos sistematizados e melhores aproveitados. Tais abnegados aceleraram o desenvolvimento possibilitando que este se fizesse sentir o mais amplamente possível e segurando as condições básicas que permitem a entrega crescente dos produtos resultantes para atender as necessidades sempre maiores dos homens.

A produção de trigo, aos poucos subiu novamente, mas ainda é muito inferior ao consumo. Muito tem contribuído para que o cultivo de trigo, seja um investimento mais seguro, os trabalhos realizados pelo Instituto de Pesquisa Agropecuária do Sul - IPEAS-na sua sede em Pelotas e nas Estações Experimentais em: Passo Fundo-RS, Caçador-SC, Ponta Grossa e Curitiba-PR, as do Paraná subordinadas o novo Instituto de Pesquisa Agropecuária Meridional, criado em 1970), pela secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul (na sua sede na grande Porto Alegre, e na sua rede de Estações Experimentais Fitotécnicas, destacadamente as de Veranópolis, Bagé, Júlio de Castilhos, São Borja e Encruzilhada do Sul), pelo Instituto de Pesquisas Agropecuárias do Centro Oeste (na sede em Sete Lagoas e na Estação de Patos-MG, e na Estação Experimental de Anápolis-GO) e pela secretaria da Agricultura Paulista (principalmente, no Instituto Agronômico, na Estação Experimental de Capão Bonito e em Campinas). O fomento tem sido feito mais pelo Ministério da Agricultura, pelo Banco do Brasil, pelas Secretarias de Agriculturas (com destaque especial a do Rio Grande do Sul), pelas Cooperativas Tritícolas e Associações de crédito e assistência rural.

Muito esforço tem sido dispendido para que o Trigo possa ser cultivado com sucesso no Brasil. A base de apoio existente tem a consistência necessária para assegurar que das áreas de cultivo brasileiras sejam colhidas grãos de boa qualidade para suprir as necessidades próprias e exportar consideráveis quantidades para melhor suprir de alimentos o povo, também, de outros países.

Reconhecidamente tem sido os fatores sanitários importantes, concorrendo para os baixos e oscilantes rendimentos; estes, presentes mais notadamente com a expansão dos cultivos e exploração de áreas continuamente e, ainda beneficiados por condições climáticas inconstantes nas zonas, no correr dos anos. As primeiras tentativas para melhorar a produtividade do trigo foi a de melhorar o preparo do solo, corrigir o pH e a quantidade de nutrientes indispensáveis para um bom desenvolvimento vegetativo, acompanhado do uso de sementes de boa origem de variedades aclimatadas, semeadas nas densidades e nas épocas apontadas pelos resultados, dos trabalhos sistematicos dos órgãos oficiais e pela experiência acumulada pelos produtores tradicionais. As áreas com cultivos realizados com obediência a estes cuidados, não só têm rendido bem, compensando no ano os que assim trabalham, com têm melhorado as características físicas e químicas delas para os anos seguintes. Este procedimento no cultivo do cereal é o mais viável e possível de ser usado generalizado com economia de trabalho e dentro das condições que existem no Brasil. Portanto, o melhor rendimento resulta pelo uso de um sistema de cultivo em que a concentração de trabalho pelos produtores e atenções maiores são concentradas no estabelecimento da cultura, sendo o controle parcial: a) das invasoras (comuns e com dispersão de infestação facilitada pelos focos conservados nos terraços não cultivados, nas áreas produtoras) conseguido pelo preparo do solo e pela densidade de semeadura, e b) das doenças e pragas conseguido pela semeadura, em boa época, de variedades aclimatadas, em terras preparadas para

assegurarem o suprimento nutricional que as plantas precisam, também para produzirem bem, bons grãos destinados basicamente para alimentação de homens e de animais domésticos.

É difícil aceitar que plantas, com ciclos superiores a quatro meses mesmo de variedades adaptadas, se desenvolvam e produzam bem, cultivadas em terras preparadas (por instrumentos pesados) superficialmente, mal fertilizadas e submetidas a dois cultivos de gêneros ou espécies distintos (com densidades inadequadas) por ano agrícola, tendo após a colheita os restos de cultura (em cada ou num) destruídos pelo fogo. Por quanto tempo um solo cultivado num sistema assim apresentará propriedades físicas (que permitam uma boa retenção de umidade e assegurem uma boa aeração) e químicas (com equilíbrio de macro e micro nutrientes) satisfatórias para exploração agrícola? Some-se, ainda, a mudança ambiental, principalmente de fauna e flora resultante do crescimento e "desenvolvimento" da humanidade que embora tenha ao alcance uma diversidade imensa de matérias primas para atender as necessidades (principalmente de nutrição, abrigo e deslocamento), rapidamente concentra a exploração e uso num reduzido número delas, forçando, com o passar do tempo, grandes mudanças (basicamente nos hábitos, nos costumes e nos demais meios de existência) sobre tantas quantas formas de matéria e energia disponíveis e regidas pelas leis da natureza. Bom exemplo deste tipo de exploração, entre os seres vivos, é a dispersão no mundo do gado (principalmente, bovino), de cereais (principalmente, arroz, milho e trigo) de leguminosas (principalmente, feijões - com destaque a soja). No entanto, vale ser recordado que a criação e o cultivo destes importantes seres facilitam e fornecem substratos à existência e desenvolvimento de um conjunto de organismos (muitos deles com capacidade de disseminação natural a grande distancia) identificados e classificados parcialmente não obstante a abnegação e dedicação de estudiosos da natureza; destes alguns são ditos como causadores de doença em trigo, e seguramente motivam este enfoque apresentado, com algumas informações: 1º) sobre quais os mais presentes e 2º) sobre alguns meios para controlá-los, com o fim de melhorar o rendimento de trigais destinados a produção de grãos para semente e para uso imediato para transformação em matérias utilizadas na alimentação direta de homens e animais domésticos.

Algumas das moléstias que tem sido consideradas importantes e para as quais constantemente tem se buscado meios para controlar os prejuízos que causam nos trigais brasileiros são as seguintes: 1º) Ferrugens - Puccinia graminis Pers var tritici Eriks, Puccinia recondita Rob. ex Desm. e Puccinia sp. -, 2º) Septorioses Septoria nodorum (Berk.), Septoria Tritici Rob. ex Desm. e Septoria sp.-, 3º) Fusarioses - Gibberella zeae (Schw.) Petch., 4º) Cinza - Erysiphe graminis DC, 5º) Helmintosporioses - Helminthosporium spp-, 6º) Carvões - Tilletia spp. e Ustilago tritici (Pers.)-, 7º) Mal-do-pé - Ophiobolus graminis Sacc. e Ophiobolus sp.-, 8º) Viroses - vírus do nanismo amarelo da cevada, (barley yellow dwarf virus), vírus do mosaico do trigo (soil-borne wheat mosaic virus) e vírus da espiga branca do trigo, respectivamente, disseminados na natureza pelos afídios, fungos e cigarrinhas - 9º) Crestamento-acidez nociva do solo, devida a alumínio e manganês - 10º) Fisiológicas - carência de nutrientes e desequilíbrio da disponibilidade de água e ar- e 11º) Necroses - radiações ultra-violetas, ventos frios, geadas, etc...-

Os agentes, mencionados, assegurarem a citação em registros de muitos estudiosos, pelas presenças qualificadas e pouco quantificadas em relação aos prejuízos respectivos que causam. A facilidade de identificação da doença tem sido um fator predominante, para que sejam sistematizados procedimentos para controlá-la. Nestes sistemas o que tem sido mais usado e o controle biológico (conseguindo com limitações pelo grande número de problemas e pelas condições climáticas inconstantes nesta grande área trigueira) este baseado principalmente na escolha de variedade

cultivada. Ela, semeada em boa época em terra com boas condições tem assegurado uma colheita de grãos aceitável, como consequência os programas de criação de variedades e produção de sementes têm sido os que têm recebido mais atenção em disponibilidade de recursos para, em contra parte, retribuir com a entrega anual aos produtores, nestes últimos anos, de boas sementes de novas variedades (o número das entregas aos produtores, pelos órgãos oficiais, ultrapassa de - 100).

Em paralelo, com menos recursos e com objetivos mais gerais, têm sido desenvolvido os trabalhos relacionados com o aproveitamento do solo e das condições naturais de clima. Estes trabalhos tem fornecido subsídios valiosos que respeitados e seguidos, pelos produtores na realização dos cultivos, asseguram maior segurança e melhores rendimentos, na exploração agrícola. Na realização do controle integrado das doenças, o aproveitamento harmônico das informações, sobre possibilidade de emprego das potencialidades naturais do solo (que quando preciso devem ser suplementadas com água, fertilizantes e corretivos, bem dosados) e do clima, deve ser exercitado ao máximo.

O controle cultural tem sido quase o único utilizado nos trigais brasileiros. Entretanto, as condições de "desenvolvimento" nacionais aos poucos aumentam as possibilidades de generalização de tratamentos químicos, com produtos que estão sendo postos ao alcance dos produtores nos últimos anos. A menos de dez anos eram praticamente inexistentes as informações e meios a disposição dos brasileiros para orientação e realização de tratamentos químicos nos cultivos; estes foram e são considerados por muitos como impraticáveis. No entanto, premiando o esforço dispendido pela intenção companha fitossanitária levada a efeito pelo Ministério da Agricultura sobre a chefia do Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup> M.A. Oliveira (do quadro do IPEAS e Professor catedrático da Escola de Agronomia Elizeu Maciel) próximo a 1959, foi conseguido que atualmente quase toda semente de trigo seja tratada quimicamente. Esta Campanha foi desenvolvida com a colaboração de órgãos que nos Estados produtores trabalham ou tem relação com a produção de trigo, principalmente pelos incumbidos da defesa sanitária.

As epidemias constantes levaram os órgãos de pesquisa da região sul do País a desenvolverem intensos trabalhos sanitários com trigo. Os resultados neles obtidos mostraram a importância das doenças fúngicas, como causadoras de prejuízos na produção. No entanto, a amarelidão observada nos trigais foi considerada sem importância; embora tenha sido notada por I. Bekman na década de 1920. Esta mereceu atenções de Parsival, que em 1939 concluiu: que ela não interferia consideravelmente na produção e considerou como uma reação das variedades as condições de umidade e temperatura do meio. Esta com presença sistemática e generalizada nos trigais, também, não passou despercebida aos pesquisadores J. Deslandes, A. R. Silva e G. C. Luzzardi, que embora tivessem dedicado alguma atenção não esclareceram-lhe a natureza.

No entanto, no IPEAS em 1967, V. R. Caetano provou a presença de infecção no trigo pelo "vírus do nanismo amarelo da cevada" - VNAC - (semelhante ao descrito por J. W. Oswald and B. R. Houston, em 1951, nos E.U.A., como "barley yellow dwarf virus"), principal responsável pela amarelidão dos trigais. Ele continuou suas pesquisas e obteve resultados incontestáveis (ver apêndice 1) da importância (como causadores de prejuízos) do VNAC, dos afídios vectores desta virose, do grupo das doenças fúngicas e dos parasitas do sistema radicular; identificou, também, o "vírus do mosaico do trigo" (transmitido pelo fungo *Polymyxa graminis* Led) e o "vírus da espiga branca do trigo" (transmitido por cigarrinha) e motivou a organização inicial do estudo: a) dos afídios vectores do VNAC, b) dos testes

para avaliação da resposta do trigo a aplicação combinada dos inseticidas e fungicidas (neste foram muito úteis as valiosas informações do Prof. G. C. Luzzardi e sua equipe sobre aplicação de fungicidas, resultantes de pesquisas iniciadas em 1961); c) da variabilidade de comportamento de variedades em relação ao VNAC, ao vírus do mosaico do trigo e aos parasitas do solo.

Estas pesquisas, de imediato, impressionaram o Dr. A. Schlehuber que além de conseguir literatura ao Dr. Caetano, possibilitou a vinda de um pesquisador consultor da Universidade de Ohio, E.U.A., o virologista L. E. Williams, que em 1968 analisou os trabalhos em andamento por seis semanas e após elogiou a programação e apresentou sugestões. Inestimável é o valor da colaboração que vem recebendo este programa, desde 1968, dos Drs. A. S. Costa e C. L. Costa (Virologistas do Instituto Agrônomo, Campinas SP). Considera-se que este programa se identificava, no que o Dr. J. C. Santiago (Fitopatologista da F.A.O., Proj. BRA 69/535) viria iniciar em 1971, na Estação Experimental de Passo Fundo (da EMBRAPA IPEAS); pois, dele recebeu a melhor atenção e a concentração de seus esforços para que as pesquisas tivessem melhores condições para serem realizadas e, ainda, que os resultados disponíveis (aumentados dos da sua experiência) chegassem aos responsáveis pelo fomento e fossem utilizados pelos produtores. Como fruto positivo desta atuação cita-se como exemplo os bons rendimentos obtidos pelo triticulor J. Graziottin, em 1973, em resposta a adoção de um sistema de cultivo com controle orientado de doenças e pragas e a adoção neste ano de 1974 do sistema por grande número de produtores, que já sentem os bons resultados que obterão e que em breve poderão ser relatados pelos que registram a história da triticultura.

Considera-se como uma necessidade a convivência com as doenças e com os insetos vectores. Julga-se impossível controlar totalmente os prejuízos destes inimigos nos trigais (mesmo que não exista trigo, eles têm a existência assegurada por outros vegetais). Portanto, os tratamentos químicos disponíveis permitem uma redução limitada dos prejuízos a que está sujeito o trigo pela ação dos inimigos sanitários. No entanto, para um melhor rendimento dos tratamentos químicos curativos, estes devem ser realizados a partir de níveis de infecção e infestação (respectivamente, das doenças e dos vectores do VNAC) que possibilitem que as culturas tratadas ainda possam responder com aumento de produção de grãos compensador (os tratamentos químicos aplicados após o aniquilamento das plantas, ou da cultura, e realizados com produtos que não servem, para controlar as doenças e os vectores adequadamente, são um desperdício de energias e materiais). É conhecido que as variedades de trigo brasileiras têm boa capacidade genética de produção, tendo sido conseguido com mais de vinte delas produções de 3,5 a 10 t/ha. Logo, as possibilidades de melhoria dos rendimentos dos trigais pela adoção de tratamentos químicos bem orientados é indiscutível, justificando uma dedicação de atenção especial para o controle da aplicação deles que se generaliza rapidamente.

Na orientação dos sistemas de cultivo para aumentar o rendimento, com maior eficiência, deve ser levado em consideração: 1) clima, 2) solo, 3) variedade, 4) medidas culturais, 5) controle químico. Quanto melhor poder ser utilizadas as condições naturais contra os inimigos do trigo e melhor ser escolhido os defensivos químicos e épocas para aplicá-los, menor serão os prejuízos aos organismos úteis, com maiores respostas em aumento da produtividade de grãos, de boa qualidade, pelos trigais.

As informações disponíveis garantem que os trigais sulbrasileiros respondem compensadoramente a aplicação de aficidas (sistêmicos de efeito residual prolongado) e fungicidas (bons resultados têm sido conseguidos com "mancozeb" mais "benomyl" - Dithane M-45 e Dithane M-45 mais Benlate). Estes mostram que o uso combinado de

aficidas e fungicidas é o que possibilita o maior aumento de produtividade nos trigais. A aplicação isolada de aficidas ou fungicidas tem proporcionado aumentos de produção muito menores do que na combinada destes defensivos.

Considerando-se os resultados disponíveis, divide-se a aplicação dos tratamentos químicos para controle das doenças do trigo em: 1º no solo e 2º na parte aérea.

No 1º, a aplicação é feita na semeadura, que deve ser no fim da melhor época recomendada, preferencialmente efetuada por semeadeira-adubadeira, sendo os defensivos distribuídos misturados com o adubo (exemplo: Dithane M-45 - 2,5 kg/ha - mais Disyston 2,5 - 10 kg/ha -); tal tratamentos possibilita melhor desenvolvimento inicial do trigo e garante o não estabelecimento de infestação de afídios (pulgões) por um período superior a quarenta dias, em anos semelhantes a 1974 na região de Passo Fundo (RS).

No 2º, a aplicação do tratamento é feita:

a) para o controle do VNAC - quando 5 a 15% das plantas estão infestadas pelos afídios (pulgões), não importando o número de afídios por planta, pois depois de atingir este nível a infestação se generaliza rapidamente (tanto pela chegada de alados migrantes, quanto pela prole deles e das colônias que estabelecem, constituídos principalmente de ápteros neste período), como pode ser verificado analisando o quadro; nesta ocasião deve ser aplicado um aficida (exemplo: Kilval - 1 l/ha - ou Disyston 2,5 para aplicação em pos-emergência - 15 a 20 kg/ha -), sendo repetida a aplicação assim que o efeito do aficida estiver prestes a terminar (verificado pela reinfestação de ápteros adultos e ninfas, que são notados nas plantas inspecionadas (atenção especial deve ser dedicada na distribuição ou pulverização do tratamento, pois em áreas onde o produto não é aplicado é óbvio que a reinfestação não pode ser avaliada). A população de afídios na fase inicial de infestação tem uma percentagem menor de indivíduos virulíferos, possibilitando a aplicação de aficidas nesta fase (entre perfilhamento e emborrachamento) o retardamento da infecção pelo VNAC das 2.500.000 a 3.000.000 de plantas que bem distribuídas devem ocupar um hectare de cultivo (entende-se que a infecção pela virose é ocasionada, gradualmente, pela infestação dos afídios virulíferos, no triginal).

E b) para o controle das doenças fúngicas - quando mais de 40% das plantas estão com a primeira e a segunda folha com mais de 15% da área foliar, com lesões destas doenças, realizar a primeira aplicação de fungicida (exemplo: Dithane M-45 - 2,5 kg/ha-, em variedades suscetíveis a cinza misturar Benlate - 0,5 kg/ha - ou Karathane - 1,5 kg/ha-), reaplicando o tratamento em intervalos de duas a tres semanas, sendo necessárias tres ou mais aplicações dependendo da variedade e das condições de clima (em trigos suscetíveis a giberela deve ser feito pelo menos numa das aplicações, - que coincida com a fase inicial de formação do grão, a adição de "benomyl" - exemplo: formular Dithane M-45 - 2,5 kg/ha - mais Benlate - 0,5 kg/ha-). As doenças fúngicas aumentam rapidamente a infecção, nos trigais, desde que exista muita umidade, temperaturas amenas ou quentes e períodos com dias nublados e cerrados. Entre estas moléstias destaca-se as septorioses, a ferrugem da folha, a cinza e as helmintosporioses, principalmente se as condições climáticas mencionadas coincidirem com a fase em que as seis folhas por colmo já estão presentes e a alongação dos entre-nós está iniciando (em um bom cultivo com boa densidade, nesta fase pode ser levado a pensar que a densidade é alta, pois a cobertura do solo é total, porém após a alongação é possibilitada a penetração da luz, facilitada pela agitação das plantas causada pelo vento; logo julga-se que as variedades de altura média a alta com a alongação rápida dos entre-nós desfavorecem a generalização da infecção das doenças fúngicas foliares e aproveitam melhor a radiação solar, pois

QUADRO 1 - Variação sazonal das espécies de afídios, vectores do VNAC, (*Acyrtosiphon* (*Metopolophium*) *dirhodum* (A.d.), *Macrosiphum* (*Sitobion*) *avenae* (M.a.), *Rhopalosiphum maidis* (R.m.), *R. padi* (R.p.), *R. rufiabdominalis* (R.r.), *Schizaphis graminum* (S.g.) e *Sipha flava* (S.f.), com o total por espécie e soma delas e com a percentagem de A.d. e M.a. (espécies consideradas como as mais importantes como prejudiciais aos trigos), de maio de 1971 e setembro de 1974, em Passo Fundo, RS.

Mes	Ano	A.d.	M.a.	R.m.	R.p.	R.r.	S.g.	S.f.	Total	% de	
										A.d.	M.a.
I JAN.	1971	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	0	0	7	2*	-	0	0	9	0	0
	3	0	0	2	0	2	0	0	4	0	0
	4	0	0	2	0	2	1	1	6	0	0
II FEV.	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	0	0	10	0	0	0	0	10	0	0
	3	0	0	6	0	19	20	0	45	0	0
	4	0	0	19	9	4	677	1	710	0	0
III MAR.	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	0	0	1	0	0	0	2	3	0	0
	3	0	0	22	2	15	1.866	0	1.905	0	0
	4	0	0	16	7	25	1.159	4	1.211	0	0
IV ABR.	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	0	0	40	5*	-	1	6	52	0	0
	3	0	0	13	3	10	93	4	123	0	0
	4	0	0	9	2	9	11	0	31	0	0
V MAI.	1	0	0	9	3*	-	1	2	15	0	0
	2	0	0	1	4*	-	2	4	11	0	0
	3	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
	4	0	0	2	0	1	4	0	7	0	0
VI JUN.	1	0	0	3	1*	-	0	0	4	0	0
	2	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
	4	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
VII JUL.	1	1	0	0	0	-	0	0	1	100	0
	2	2	0	0	1*	-	0	0	3	67	0
	3	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
	4	0	0	1	1	1	0	0	3	0	0
VIII AGOS.	1	31	1	0	1*	-	0	0	33	94	3
	2	24	0	0	0	-	0	0	24	100	0
	3	0	1	0	1	1	0	0	3	0	33
	4	33	1	1	1	8	0	1	45	73	2
IX SET.	1	8.321	57	1	30*	-	6	0	8.415	99	0,7
	2	632	0	1	4*	-	0	0	637	99	0
	3	180	2	0	1	3	0	0	186	97	0,1
	4	11238	83	1	3	18	6	0	11349	99	0,7



QUADRO 1 (concluded).

Mes	Ano	A.d.	M.a.	R.m.	R.p.	R.r.	S.g.	S.f.	Total	% de	
										A.d.	M.a.
X OUT.	1971	1.081	50	0	15*		2	0	1.148	94	4,4
	2	494	21	0	13*		0	0	528	94	4,0
	3	4.172	14	0	1	10	2	0	4.199	99	0,3
	4										
XI NOV.	1	17	21	0	1*		1	0	40	43	52,5
	2	10	13	0	2*		0	0	25	40	52
	3	9	7	0	0	1	0	0	17	53	41,2
	4										
XII DEZ.	1	0	0	1	0		0	0	1	0	0
	2	0	1	1	1*		0	0	3	0	33,3
	3	1	0	3	0	0	0	1	5	20	0
	4										
TOTAL		26.246	272	174	32(83*)	129	3.853	26	30.815**		

\* Somados R.p. e R.r.

\*\* Número de afídios alados migrantes coletas com armadilha amarela da água (30 x 20 x 5 cm), exposta sobre área sem vegetação (coletas realizadas nas segundas e quintas-feiras durante todo o ano).

tanto as plantas com colmos altos quanto as com baixos apresentam, repetindo, seis folhas por colmo que sustenta uma espiga. Julga-se que as variedades altas e baixas apresentam melhores características para os cultivos irrigados em regiões com menor umidade e maior insolação do que as comuns no sul do Brasil).

É indispensável para uma aplicação eficiente das pulverizações uma boa preparação das caldas e uma quantidade de água suficiente para distribuir os defensivos numa cobertura uniforme de cada planta, facilitada pela presença de um espalhante adesivo (imprescindível nesta região). A mistura de aficida e fungicida pode ser realizada, permitindo a aplicação conjunta. Isto permite a utilização de aficida sistêmico com efeito residual entre duas a tres semanas, que pode ser pulverizado misturado com o fungicida, dependendo das conviniências de custo.

É indispensável para o melhor controle das doenças o cultivo de variedades recomendadas pelos órgãos oficiais, sendo as sementes tratadas com produtos mercuriais (ou sucedâneos destes) comprovados como efetivos no controle de doenças disseminadas também pela semente (carvões, giberela, helmintosporiose e septorioses, principalmente).

Aconselha-se os tratamentos químicos, aplicados no solo e na parte aérea das plantas, para controle das doenças, basicamente para as lavouras destinadas a produção de sementes de trigo. Para realização de tais tratamentos deve se recorrer, preferencialmente, a companhias de aviação agrícola com equipes devidamente treinadas, pelos perigos potenciais que são os produtos químicos, principalmente aficidas aos trabalhadores rurais mal orientados e esclarecidos sobre a periculosidade dos mesmos.

### SUMMARY

The growing of wheat encourages and provides the substratum for the growth and development of a variety of organisms, many of which have the capacity to spread over great distances, only partially identified and classified in spite of the selfless dedication of student of the subject. Of these, some are described as the causal agents of diseases of wheat and are responsible for the present concentration of attention, with several reports: 1) about which are the more prevalent and 2) about methods for their control, with a view to increasing yield.

Some of the diseases which have been considered important, and for which control measures to reduce the amount of damage caused to Brazilian wheat fields are constantly being sought, are the following:

- 1) Rusts - Puccinia graminis Pers var tritici Eriks, P. recondita Rob ex Desm. and P. striformis West.
- 2) Septarioses - Septoria nodurum (Berk.), S. tritici Rob. ex Desm. and S. sp.
- 3) Fusarioses - Gibberella zeae (Schw.) Petch. and Fusarium spp.
- 4) Helminthosporioses - Helminthosporium spp.
- 5) Powdery Mildew - Erysiphe graminis DC
- 6) Smuts - Tilletia spp. and Ustilago tritici (Pers.)
- 7) Take-all - Opniobolus graminis Sacc. and Ophiobolus spp.
- 8) Virus diseases - Barley Yellow Dwarf Virus, Soil borne Wheat Mosaic Virus, and white head virus (virus da espiga branca do trigo) respectively, disseminated in nature by aphids, fungi and leaf hoppers.
- 9) Burning - aluminum and manganese toxicity
- 10) Physiological deficiencies of nutrients and imbalance in the availability of water and air.
- 11) Necrosses - ultraviolet radiation, cold winds, frosts, etc.

Crop management systems aimed at increasing the yield with greater efficiency must take into consideration: 1) Climate, 2) soil, 3) varieties, 4) cultural practices, 5) chemical control. The more that natural conditions may be employed against the enemies of wheat and the greater care with which chemical controls are chosen and their application timed, the less damage will be done to useful organisms, with greater response in terms of yield and quality for the wheat farmers.

The combined application of systemic aphicides of prolonged residual action and fungicides ("mancozeb" plus "benomyl") to the wheat fields of southern Brazil is what makes possible a greater increase in productivity. The application of aphicides or fungicides separately has proportionately less effect than the combined application. Such applications provide a partial control of the damage caused by the aphids, vectors of the barley yellow dwarf virus, and of the fungus diseases.

The chemical treatments may be made to the soil or to the aerial part of the plants.

The application to the soil is made with a planter-fertilizer applicator, the chemicals being mixed with the fertilizer (example: Dithane M-45 - 2.5 Kg/Ha plus Disyston 2.5 - 10 Kg/Ha.) Such a treatment makes possible a better early

growth of the wheat and guarantees that an infestation of aphids will not become established during the first stages of growth of the crop.

On the aerial parts:

- 1) For a partial control of the Barley Yellow Dwarf Virus, when 5 - 10% of the plants are infested with aphids; regardless of the number per plant, since after having established this level of infestation the population spreads rapidly, as much by the arrival of migrating winged forms as by the multiplication of these and of the colonies which become established, which are made up mostly of wingless forms during this period; an aphicide must be applied (example: Kilval - 1 Liter/Ha. or Disyston 2.5 2.5 as a post-emergence application - 15 to 20 Kg/Ha.), the application being repeated when the effect of the aphicide begins to wear off as is indicated by the reappearance of wingless adults and third and fourth stage nymphs.
- 2) To control fungus diseases, make the first application of fungicide when the first and second leaves of more than 40% of the plants show more than 15% of the area damaged by these diseases (example: Dithane M-45 - 2.5 Kg/HA - in treating varieties susceptible to Powdery Mildew include Benlate - 0.5 Kg/Ha), reapplying at intervals of 2 - 3 weeks, three or more applications being necessary depending on the variety and climatic conditions; on wheats susceptible to Giberella at least one application, which coincides with the initial stage of grain formation, should contain "benomyl" (example: Dithane M-45 - 2.5 Kg/Ha plus Benlate - 0.5 Kg/Ha.)

A careful preparation of the mixture, use of sufficient water to secure a uniform coverage of each plant, and inclusion of a spreader-sticker are most important. The aphicide and fungicide may be mixed, so that the two may be applied in the same spray.

For the better control of diseases it is important to use adapted varieties, grown from seed treated with mercurial fungicides of prolonged effectiveness in the control of seed borne diseases.

NO TILLAGE FARMING IN THE WHEAT SOYABEAN ROTATION

M. R. Barker

Companhia Imperial de Industrias Quimicas do Brasil  
Brazil

Introduction

Through the history of crop production, tillage in all the various guises from hard hoeing to deep ploughing, has been a preclusion for optimal crop establishment and crop yield.

During this long period, the plough was used to provide weed free conditions prior to and during the development of the crop, and also to provide an adequate physical soil environment for initial germination and growth of the crop.

Until recently, the tradition of ploughing has never been questioned and has been thought of as a necessary requirement for crop establishment. However, as early as 1914, reference was made in the Rothamstead Annual Report to experiment in which wheat was established in soil which had not been ploughed or prepared by any other kind of tillage implement. Although no results were given for this experiment, the report stated that these experiments should continue as "... probably less is known about the cultivation processes..."

In 1941, E. W. Russel and Sir Bernard Keen, after carrying out a six year experiment comparing cultivation practices, concluded that the primary function of ploughing was to control weeds.

Following the discovery of the hormonal weed killers, and later still the discovery of the grass weed killers, trichloroacetic acid, dalapon, and amino triazole, attempts were made to prepare the land for sowing crops such as wheat, corn, flax, soybean, and pasture by using herbicides instead of the plough, i.e. No Tillage (1,2). Depending on the weed flora present, these herbicides were used singly or in combination, and provided a satisfactory weed kill and ultimately yielded well in comparison to the average yield of the area prepared conventionally.

This initial early success was continued for a number of years, but certain limitations were encountered which principally were due to the slow weed kill or phytotoxic herbicide residues in the soil, and also the lack of suitable machinery for inserting seeds directly into uncultivated soil.

In the late 1950's, the discovery of the bipyridylum herbicides, paraquat\* and diquat\* and the subsequent development of no tillage machinery served to increase the interest in No Tillage.

Paraquat and diquat have a wide spectrum of activity against all green tissue, and

---

\*Paraquat-1,1- dimethyl-4,4,- dipyridylum active ingredient of Gramoxone.

\*Diquat-1,1- ethylene-2,2- dipyridylum active ingredient of Reglone

Both products manufactured by Imperial Chemical Industries and marketed by Plant Protection Ltd.

their quick herbicidal action and immediate inactivation on contact with the soil, led to the development of their use for no tillage crops and pasture renovation (3,4,5,6).

During the past ten years, the development of No Tillage throughout the world, has increased markedly. In 1973, in the U.S.A., approximately 1.75 million hectares of arable land were planted by No Till; the principal crops being corn, soyabeans, sorghum, cotton, and some cereals (7).

In the United Kingdom and Australia, no tillage began commercially at the end of the 1960's and in 1973, approximately 40,000 hectares and 100,000 hectares respectively, of small grain cereals were sown by No-Tillage or the associated technique of minimum tillage.

No-Till has been adapted in these areas because the system offers considerable management advantages.

#### Advantages of No-Till

In many parts of the U.S.A. and Brasil, an annual double cropping system of a crop rotation based on small grains - usually wheat - and soyabeans is extensively practiced. This rotation demands a high level of management skill and dependence of favourable weather to obtain optimum crop establishment and yields. Time of planting is very important, and in many instances ploughing and cultivations to prepare for these crops means that much of the area is planted later than the period for optimum yields. In addition, particularly for soyabeans, periods of dry weather during sowing mean that the seeding programme is slowed down or stopped because of the lack of soil moisture in the superficial soil layers necessary for adequate germination of the soyabean seed.

With No Tillage these problems can be avoided or reduced, because the time taken to spray herbicides for weed control is considerably less. At one test site in Rio Grande do Sul in 1973, we had a situation where the combine harvester was harvesting a crop of wheat, and being followed in turn by a sprayer applying a herbicide mix based on paraquat to kill the stubble weeds and then by a No-Till seed drill seeding soyabeans. Furthermore, the soyabeans were being placed in moist soil covered by a protective layer of wheat straw and they germinated uniformly. Seeding in neighboring fields had stopped because of the lack of soil moisture in the seed zone.

Both wheat and soyabeans in Brasil are planted on land which is subject to erosion because of the undulation of the terrain. Considerable quantities of rich top soil containing fertilizer, are lost annually because of erosion. In addition erosion can lead to pollution as a result of harmful agricultural chemicals being trans-located to ponds, lakes, and rivers (8). Conservation practices such as contour banks have reduced this problem but they are costly to prepare and to maintain, and use up large portions of productive land. In addition, very heavy rain storms can still cause erosion between contour banks.

By using previous crop residues in No-Tillage, erosion of soil particles and associated nutrients and chemicals, can be considerably reduced and even eliminated (9,10,11). The standing stubble from the previous crop holds the soil in position and in addition, breaks the force of rain drops.

Table one (I) shows clearly the effect of No-Tillage on the reduction of soil erosion in a double cropped wheat/maize rotation.

Table I

Three year soil loss totals as affected by the management systems Simpson Illinois 1969-1971.

After Gard L. E. and McKibben G. E. (10)

Management	Soil loss (t/ha) Three year total	
	9% slope	5% slope
Conventional	64,5	22,8
No Till Double crop wheat and maize	3,8	2,6
No Till Continuous maize	2,8	1,9

Consequent on the control of erosion, systems of farming have been developed which make better and more profitable use of available land. Shear (12), describes areas in Virginia U.S.A., where the system of no till in corn has led to the intensification of the dairy farming enterprise. These areas produce corn for use as an essential component of dairy feed, but because of the steep slopes encountered on these farms, it was always difficult to plant the crop without obtaining excessive erosion. Now, with no till, these same areas can be successfully cropped with corn, and in many instances, the farm output has increased dramatically.

Similarly, in Western Australia, during the onset of the winter rains, there is usually considerable pressure on farmers to plant their wheat during the optimal sowing period. Wet conditions make weed control difficult on soft cultivated ground and delays in seeding are common. In addition, green pasture feed following opening autumn rains is often short, and this aspect is aggravated by conventional cultivation, which takes a proportion of the farm area away from pasture production. A type of No-Tillage operation used in Western Australia has been developed, in which it is possible to make use of extra green pasture prior to cropping with wheat, ameliorating the feed position and still ensuring the establishment of wheat at the correct sowing period (13).

Finally, in addition to the increased farming intensity and output, No Tillage can reduce investment and production costs. Elimination and pre-planting operations such as ploughing and cultivation will save capital investment and reduce depreciation, whilst fewer operations by fewer machines will reduce variable costs such as fuel consumption and maintenance. Although investment in herbicides for weed control could be higher, this will depend on the particular weed problem existing. In many parts of the wheat growing areas of Brasil, weeds are not a problem and herbicide input would be nil. For soyabeans, the costs for herbicides could be higher, but the amount would depend on the size, type and density of the weed flora present, and the subsequent herbicide requirements.

Yields of wheat and soya established by No Till.

In many parts of the wheat growing areas of the world, research work has shown that

with adequate weed control and fertilizer levels, yields of wheat from No Till have been equivalent to or better than conventional systems of establishment.

Research work has been cited from England (4,14), France (15) Australia (13,16) and United States (17), which show that the yield obtained from no tillage was equivalent to or superior to that obtained from the conventional system of establishment.

Early work in Brasil was carried out in the north of Parana and the table below shows the yield figures from a no till trial carried out at the Estaccao Experimental in Londrina (18).

Table 2

Effect of systems of soil preparation on the yield of wheat, Londrina 1971 and 1973. (18)

System of soil preparation	Grain Yield (kg/ha)	
	1971	1973
Ploughing and cultivating	1.213	1.888
2 light disc cultivations	1.340	2.045
No till	1.400	1.876

Experiments on No Till soya beans has been carried out in many parts of the U.S.A. In Ohio (19), at two localities, No Tilled soyabeans averaged 1,639 kg/ha over three years, compared with the conventional planting system which yielded 1.485 kg/ha. Similar results have been obtained in Mississippi (20) and North Carolina (21).

In Brasil, No Till carried out in Parana at the Experimental Station in Londrina and Ponta Grossa (18), and in Rio Grande do Sul at Ijuí (22), gave similar yields to conventional system of soil preparation as the following table shows.

Table 3

The effect of different systems of soil preparation on the yield of Soyabeans in Ijuí, Rio Grande do Sul.  
After Goepfert et al (22).

System of soil preparation	Grain Yield (kg/ha)
Cultivated with Globe cultivator	2.720
Cultivated with discs	2.817
Ploughed and disc cultivated	2.857
Sub soiled, ploughed and disc cultivated	2.850
No-Till	2.860
Sub soiled and cultivated with discs	2.955

### Requirements for No-Till (1) Weed control

The success of the No Tillage system depends very much on the efficient work of herbicides to control weeds present before and appearing after the wheat and soya crops have been sown. In many countries, the contact herbicides paraquat and diquat have been used to obtain the initial knockdown of weeds.

Sometimes it is necessary to add other herbicides to control specific weed species which are not killed outright by paraquat and diquat. For example, in New Zealand, the addition of an MCPA/Dicamba mix to paraquat suppressed clovers in a No-Tilled wheat crop (23).

In many areas of Brasil, the presence of weeds prior to seeding wheat is non-existent or very low. In Rio Grande do Sul, where principally broadleaved weeds sometimes exist at the time of seeding, current work suggests that 0,2 kg paraquat plus either 0,2 kg diquat or 0,8 kg MCPA, will give adequate control.

Weed control in no tillage soyabeans has also been obtained by the use of paraquat at up to 0,4 kg when applied at the young stage of the following important weeds in Brasil:

Digitaria sanguinalis  
Brachiaria plantaguinea  
Eleusine indica  
Cenchrus echinatus  
Tradescantia elongata  
Euphorbia geniculata  
Sida rhombifolia  
Portulaca oleracea  
Amaranthus spp  
Bidens pilosa  
Richardsonia brasiliensis

At later stages of weed development, it has been found that two applications of Paraquat of 0,2 kg/ha separated by a short interval of 5-7 days will control these weeds.

Alternately tank mixes 0,4 kg paraquat along with 1,0 kg linuron, or 0,7 kg linuron, or 0,7 kg metribusin have given good initial weed control and also some residual control.

These herbicidal mixtures have also been used in the U.S.A. in weed control tests, along with other non-incorporated residual herbicides such as alachlor and chloramben (24,25,26,).

One of the problems associated with residual herbicide usage in No Till soyabeans in Brasil is the lack of soil moisture at the soil surface at seeding or very early seedling growth stage. The efficiency of residual herbicides tends to diminish during these dry periods and it is necessary to consider alternatives to overcome this potential problem.

Last year we tested prototype (tractor mounted) interow weeding machines, capable of applying paraquat between the soyabean rows. Initial results suggested that good weed control could be obtained between the rows and damage to the soya crop was negligible, when care was taken.



Requirements for No-Till (2) Planting machines.

Much of the initial set back of No Tillage was due to the lack of suitable machinery for planting the crop into uncultivated soil. In early experiments, existing machinery was used with mixed results. The best was probably the grass-land sod seeder; it had a dished disc which cut a flap of soil under which small grain cereals and fertilizer were placed. The flap then fell back onto the seed after the machine passed, but germination of the seed was often erratic due to the tortuous path it had to follow.

It was quickly appreciated that a completely new drill would have to be developed which would be capable of carrying out all the following requirements.

1. Penetrating undisturbed soil.
2. Work in varying levels of previous crop residues with out blocking.
3. Place seed and fertilizer at an adequate depth in contact with soil moisture and covered by soil.
4. Able to follow the small undulations often found in fields, without affecting seed depth.

To cut previous crop residues and penetrate undisturbed soil, seed drills and planters usually have smooth discs, wavy discs or rotating knives, whilst seed placement is done by single discs, double discs or knives. All seeding units are usually independently sprung and this allows the machine to accommodate the undulations found in the fields.

Effect of No Tillage on soil conditions and nutrient availability

Considerable differences in soil environment often result from No Tillage. Non disturbance of the soil usually results in a better maintenance of structure as measured by the number of water stable aggregates (27,28).

In addition, porosity is increased because the root channels from previous crops are left untouched and aid root penetration of the following crop. Normally bulk density is increased by No Tillage, but this is not necessarily a problem because although large pore size is decreased, the number of small pores is often increased, resulting in a much better water holding capacity. This is considered as an important factor in higher yields of maize and soyabeans in the U.S.A. (29,19) and cereals in Czechoslovakia (30) under short term drought conditions.

In addition, the accumulation of crop residues on the surface of no tilled fields, are an important factor in conserving soil moisture and increasing infiltration of water as shown in the table below (31).

Table 4

Effect of cultivation and crop residues on water infiltration rate in a silt loam.

After Triplett et al (31).

Treatment	Bulk density (1.3-8.9 cm depth)	Instantaneous* Infiltration rate after 1 hour	Total * infiltration (after 1 hour)
	g/cm	cm/hr	cm
Ploughed, disced, cultivated.	1.33	0.66	1.80
No cultivation-re- sidues removed	1.43	0.28	1.22
No cultivation-normal residues	1.50	1.17	2.34
No cultivation-double residues	1.46	2.64	4.39
Sig diff (p=0.05)	0.10	1.07	1.73

\*Simulated rainfall was applied at 11.5 cm/hr for 1 hour.

The crop residues also break the force of rain drops and enable water to infiltrate much easier into soils which are susceptible to crusting and surface erosion, especially during periods of short very heavy rainfall (32).

Root growth and development following No-Tillage crop establishment is usually concentrated nearer to the soil surface than in conventional crops in the initial stages. This can lead to problems of water stress, nutrient requirements and sometimes reduced yields. However, because of the better surface soil conditions and protective layer of crop residues, these problems can be alleviated. In addition, over a number of years of no tillage, a gradual change in the soil structure and particularly an increase in the number of continuous pores as a result of higher earthworm populations and channels from roots of previous crops could change the rooting distribution (33).

Nutrient availability under No-Tillage and conventional cultivation, has received considerable study. There have been widespread reports of an interaction of levels of nitrogen with cultivation methods. In the absence of nitrogen, No-Till crops have often given poor results. Crops such as cereals (4,34) and maize (35,29) have shown this effect, but at higher levels of applied nitrogen, these differences have been nil.

These differences have not been explained fully, although it has been suggested that soil nitrification and different C/N ratios may have been a contributing effect

Phosphorus and potassium which are very much less mobile in the soil, tend to remain at or near the soil surface during no tillage (36) as shown in the following table.

Table 5.

Available phosphorus and potassium and soil pH at various depths after 6 years of no till or conventional cultivation of maize.

After Shear and Moschler (36).

Cultivation	Depth (cm)	pH	P (p.p.m.)	K (p.p.m.)
Cultivated	0-5	4.8	68	213
	5-10	5.0	50	125
	10-15	5.2	40	113
	15-20	5.3	23	111
No Till	0-5	4.6	246	184
	5-10	4.6	23	111
	10-15	5.2	12	126
	15-20	6.0	7	122

No differences have been found of reduced uptake of phosphorus and potassium by no till crops under these situations in comparison to conventional cultivated crops, although in some cases, an acid layer developed with no till, which may require corrective liming (37).

In other work it has been shown that in maize increased uptake of phosphorus and potassium has been found, probably due to less fixation than in the conventional system where these nutrients are incorporated to a greater depth and also to higher soil moisture content in the surface layers. (38).

Potential of no till in the Wheat/Soya areas of Brasil.

It has been shown that no till in the wheat/soya rotation in Brasil can increase the productivity on the farm by reducing the time taken to plant these crops, and hence, plant more of the crops at the optimum time.

In addition, large area to the south of the country are capable of being sown to wheat and soya, but are left as natural pasture because of the steep slopes and the inherent problems of erosion. No Tillage on these slopes could overcome this problem and place more of the farm into wheat and soya.

In other areas it would be possible to introduce a third crop which could be forage.

In the north of Parana for example, a short cycle wheat crop could be followed by forage maize and sorghum planted in August, and cut in November prior to sowing soyabeans. In Rio Grande do Sul, a forage crop such as rye or oats could be planted between soyabeans and wheat. The period of growth of this forage crop could be lengthened by aeriually seeding into an early maturing soyabean crop at about the time of leaf drop.

For both these cases a critical appraisal of the moisture reserves in the soil would have to be made before seeding the forage crop. If soil moisture was a limiting factor, the crop would be omitted.

Further north in the State of Malto Grosso the system of No-Till offers the wheat farmer a more efficient use of limited soil moisture reserves.

Wheat is planted towards the end of the rainy season in April/May. During its

growth the crop relies heavily on soil moisture reserves built up over the previous 6 months. Cultivations tend to diminish these moisture reserves in the soil layers leading to problems of establishment and early growth. Wheat establishment by No-Tillage will reduce the problem of soil moisture loss considerably and enhance the certainty of uniform germination and early crop growth.

To summarize therefore, No-Tillage offers the agriculturalist many advantages as a novel viable management tool. It is not a panacea for prior management nor will it fit into all farming systems. Much is known about the agronomic aspects of the system but there is still much more to learn, especially with respect to pest and disease aspects.

As No-Tillage gains rapidly in acceptance, problems encountered do not now damn the system but rather present challenges to overcome.

REFERENCES

- 1) Sprague, M.A., Ilnicki R.D., Aldrich R.J., Kates A.H., Everard T.O. and Chase R.W. 1962, Bull N.J. Agr. Expt. Sta. No 803
- 2) Barrans K.C. and Fitzgerald C.D. 1952, Down to Earth 8 (3) 2.
- 3) Hood A.E.M., Jameson H.R., Cotterel R. 1963. Nature 197, 148.
- 4) Hood A.E.M., Jameson H.R., Cotterel R. 1964. Nature 201, 1070.
- 5) Taylor T.H. and Freeman J.P. 1965. Research Dept. S.W.C. 18 79.
- 6) Douglas G. et al 1965, J. Brit Grassland Soc 20 4
- 7) Anon 1973. No-till farmer March.
- 8) Edwards W.M. 1972, Proc. Symp. No tillage systems 30
- 9) Harrold L.L., Triplett G.B. and Youker R.F. 1967. Rep. Ohio Agric. Exp. Stn. 52 (2) 22
- 10) Gard L.E. and McKibben G.E. 1973. Outl. Agric. 7 (4) 149.
- 11) Harrold L.L. 1972. Proc. Symp. No tillage Systems 21.
- 12) Shear G.M. 1968. Outl. Agric. 5 (6) 247.
- 13) Barret D.W.A., Wiles T.L. and Barker M.R. 1972. Proc. Symp. No tillage systems 83.
- 14) Jeater R.S.L., McIlvenny H.C. 1965. Weed Res. 5 (4) 311
- 15) Millon J. and Le Merre J. 1967. C.R. hebd. Seanc. Acad. Agric. Fr. 53 (2) 178.
- 16) Rowell D.L. 1968. Proc. 1st Victorian Weeds Conf.
- 17) Anon 1970. Crops soils 22 9.
- 18) Ramos M., Wiles T.L. 1974. Reuniao de Soja Ituiutaba M.G.
- 19) Triplett G.B., Jeffers D.L., Van Doren D.M. and Weaver C.R. 1971. Ohio Rept. 56 (2) 24
- 20) Kincade R.T. 1972. Proc. Symp. No tillage Systems Columbus Ohio 113
- 21) Lewis W.M. 1972. Proc. Symp. No tillage Systems, Columbus, Ohio 146.
- 22) Goepfert et al 1974.
- 23) Taylor R. 1967. Proc 20th N.Z. Weed and Pest Conf. 74
- 24) McKibben G.E. and Oldham M.G. 1973. Illinois Res. 15 (3) 10.
- 25) Jeffers D.L., Triplett G.B., Benerlein J.E. 1973. Ohio Rept. July/Aug. 67.
- 26) McKibben G.E. 1970. Nat Conf. on No tillage Crop Prod., University of Kentucky
- 27) Stoneman T.C. 1973. J. Agric. West Aust. 14 3
- 28) Tomlinson T.E. 1972. Paper submitted to 10th Int. Soil Sci. Cong. Moscow 1974.
- 29) Blevins R.L., Phillips R.E. 1972. No till Symp. Ohio 140.
- 30) Stravac A. 1968. Outl. Agric. 5 241
- 31) Triplett G.B. and Van Doren D.M. Shnidt D.M. 1968. Agron J. 60 236.
- 32) Bertrand A.R. and Mannering J.V. (1963) Crop Soils 15 13.
- 33) Cannell R.Q. and Finney J.R. (1973) Outl. Agric. 7 (4) 184.
- 34) Backermans W.A.P. and de Wit C.T. (1970) Neth. J. Agric. Sci. 18 225.
- 35) Triplett G.B. and Van Doren D.M. 1969. Agron. J. 61 637.

- 36) Shear G.M. and Moschler W.W. 1969. *Agron J.* 61 524.
- 37) Moschler W.W., Shear G.M., Martens D.C., Amos D.F. 1972. *Better Crops with plant food.* Summer 29
- 38) Blevins R.L. and Cooke D. 1970. *University of Kentucky Agric. Expt. Sta. Progress Rept.* 187.



SUMMARY

The system of no tillage for the establishment of field crops has steadily increased in importance over the last 10-15 years.

Based on the principle of weed control by herbicides as a substitute for the plough and the cultivator, the system has gained wide acceptance by farmers as a means of improving timeliness of seeding, reducing costs and reducing soil erosion.

Until recently, no tillage in cereal crops has been extensively tested and commercialized only in Europe and Australia. Here the contact, non-residual herbicides paraquat and diaquat have been used to obtain weed control prior to crop establishment by seeding machines designed for this system. Many trials in these areas have shown that cereal crops planted by the no-till system have given equivalent yields when compared to cereal crops established at the same time by conventional systems.

In Brasil, the first trial in wheat was carried out by the German Agricultural Mission in Parana in 1971. Since then, Companhia Imperial has continued a programme of study in collaboration with Federal, State and farmer research organizations in Rio Grande do Sul, Parana and Mato Grosso in the wheat and soyabean rotation.

The objectives of this study were principally to determine systems of weed control and to develop suitable seeding machinery.

Discussion of trial results and their implication to the farming system are presented.

CONFERENCE ADDRESS

N. E. Borlaug

(English version of presentation made in Spanish)

First I would like to explain what I'm going to talk about. I have worked now for 30 years in a number of different countries, with different types of government, some in the middle, some on the right-hand side and some are on the left-hand side. In other words, what I am going to say has no political implications. I speak as a citizen of the world, a scientist who is concerned with the present situation and especially with food production and the future of humanity as a whole.

When we talk about food we must consider first of all, what is a value of food? We have to think from a biological point of view, because we know that, without food, the majority of people are going to die in a few weeks period. But we, especially those who are privileged like all of us here in this room, have always had sufficient food. We must remember that in the world about 50% of the population does not have this privilege that we have. Very often for many days during the year these people do not have sufficient food. Today, in many parts of the world, there are people who are dying because they do not have enough to eat. In the next 8 or 9 months the situation is going to be even more difficult.

I am not going to say what or who is responsible for this crisis. The value of food from an economic standpoint may be different from the value of this food to hungry people. It depends on how many hours since we ate and how empty our stomachs are. If we have not eaten for a long period of time we will spend whatever we have without thinking about the price of the food. So we should realize that very often the value that we give to food is incorrect and artificial. Let us see what has occurred. I will use illustrations of different countries to illustrate points which I would like to make clear to you.

At the end of the Second World War in 1946 the average American family, if such a family actually does exist, spent about 25% of its income for food. This amount decreased with time and in 1972 it spent no more than 16% after paying taxes. The situation in Canada and in some other food-exporting countries was similar. We must compare it with the situation that existed in many other parts of the world such as the southeast Asian countries where 70 to 85% of the people live in agricultural and rural areas, and 90% of the family's income has to be spent for food, 85% in good years. When there are droughts and lack of fertilizers then these families must spend everything and that isn't enough. What can they do? They can tighten their belts a little more which is what they are going to have to do this year.

I am convinced that many of the crises today exist because people and especially political leaders have become accustomed to low priced foodstuffs, especially in underdeveloped and developing countries. It is very curious that the situation is so different in two types of countries.



Another illustration is the United States where only 4 1/2% of the total population works in agriculture. These are the farmers and the livestock producers. They produce not only for the whole needs of the country but exported last year about 13 billion dollars in agricultural products. If it had not been for that export the situation would have been very serious. Of course the U.S. imported a number of agricultural products too, some like both coffee and meat from Brazil. The agricultural exports really were the only thing which saved the situation due to the high costs of imports, especially oil in the last part of the year. But in a country where only 4 1/2% are in agriculture, this minority is not important for the political leaders. But in developing countries where 85% of the population live in rural areas in a subsistence farming situation, why do they not have support? Why aren't there dynamic plans to give emphasis and encouragement to agriculture? The people have to work in the cities where the situation is more explosive and more difficult.

No importance has been given to agriculture as it should have been. We needed a crisis like the one we have now to put into perspective how very badly we are organized in the world regarding this situation. This crisis that confronts us today was absolutely not necessary because we had the technology and the knowledge to deal with it. Now there are no food reserves in any country in the world to maintain reasonable prices.

Why have we come to this point? Why is it so? I think the political leaders do not understand how important agriculture is or they do not understand about adequate alimentation in order to maintain political and sociological tranquility. Until there is a crisis they do not react, and the press do not seem to understand how complex it is to produce foodstuffs for 3.8 billion people. Each year there are 76 million people more. This is not a small number but nobody gets concerned until there is a crisis. Officials always say "You can't do that; we will do it in 6 months; or let us do it next year." A thirsty man needs only to turn on the tap. In agriculture you can't do that.

Now let's find out why we are in this present situation. We have to go back and examine the global situation during the Second World War. Agriculture in Europe, both in the western and eastern parts, in Russia, North Africa, and southeast Asia was disoriented due to the war. In the Americas, Australia, and part of South Africa where the world conflict did not go to that time, a lot of land was opened up to agricultural production and the food was sent to Europe during this chaotic situation. When the war was over agriculture in Europe started to recuperate in spectacular fashion in a very few years. This was due to the extensive use of new technology, especially chemical fertilizers, better mechanization, better varieties, and a policy that served to stimulate agriculture production. Four or five years after the end of the war and with the recovery of agriculture in Europe, we had what we called over-production or surplus. The exporting countries started to reduce production and cut it back to a level adequate for their needs. Subsidies were given to farmers in all of the exporting nations.

At that time I was a young man and I remember very well what occurred during the economic depression of the '30s. The government was not concerned about agriculture at that time and there was terrible disorder among the farmers. The small farmers lost their farms and their properties and they had to move

into town. These people were ill prepared. They tried to find jobs in town and many of them had a very poor standard of life.

The government with the experience it had in the '30s did not want the same thing to happen again. When the small farmers left the farms and went to the large cities, they produced another crisis. In a country like the United States, remember that 75% of the population now lives in the large cities. Many people have never seen a cow in their whole life. They know only that foodstuffs come from the supermarket and milk comes from a bottle or a carton. It is not their fault. They are isolated; they have lost contact with the rural areas.

During the surplus era these people shouted against the government subsidy policies so much so that the government tried to find a way of decreasing the subsidies. The same thing occurred in Canada, Australia, and Argentina. They were all in the same boat. In Brazil it was the same for some commodities. For instance, coffee, sugar, and cotton were affected. There was a reduction of the areas used for crops and at one point production was quite balanced to feed the world. I mean that production provided for that quantity which could be absorbed on the international market. In the warehouses there were adequate reserves to meet emergency situations.

But what happened? During this whole period of time there was over production in some countries which they were trying to sell for prices that were too low. This of course had a negative effect on agricultural production in many of the new countries, the developing countries. To illustrate once again without any political intentions, there is the case of India. There are many other countries as well in the same situation. India for 20 years after its independence did not heed the importance of agriculture. It industrialized and wanted to absorb people who did not have adequate jobs in agriculture. And what happened? With inexpensive food and with installment purchasing, agriculture was completely abandoned. By around 1971 the exporting countries reacted to political and internal pressures and each one had already adjusted to what it believed was an ideal balance; an adequate reserve and modern agricultural technology to produce what could be absorbed internationally without being too great a financial burden for the taxpayer.

Then 1972 arrived. With severe drought in many parts of the world, the reserves that were thought to be adequate disappeared in a few months. Prices roared up in the entire world and helped create the inflation which all countries in the world are going through. I am not suggesting that it was just the cost of food products. But that may have been the first factor which contributed to the disaster which we see all around us today.

What is the magnitude of food production that we have to face? In the year 1971 we had a record harvest of cereals. I am going to use the case of cereals as a measurement or a yardstick of food production in the world, and when I talk about cereals I refer to oats, barley, sorghum, corn, rye, wheat, rice; taken together. I use this yardstick in order to measure the production situation. First of all, these crops occupy 70% of the tillable useable land. They provide 50% of the calories and provide for animal production which is a large part of human foodstuffs in the world. Not that the other products aren't important in food production, i.e. all of the legumes, beans, lentils,

and peas. You have to remember also that we also have to have sugar, potatoes, and all sorts of vegetables, fruits, and fibers for clothing. And animal products. And in the case of animal products, I am going to show you that cereals are basic for the production of beef, dairy products, etc.

But coming back now to the situation of cereal production. In 1971 we had a world record production of cereals. Twelve hundred million tons of cereals -- a beautiful large number which really doesn't mean anything to most people including myself. I can't imagine such an enormous mountain of cereals but maybe it would help you if you imagine that the volume would be equivalent to a road which goes around the world at the equator and is 18 1/2 meters wide and 2 meters deep. That is the equivalent of the world production of cereals in 1971. Now then, if we would only have to produce this amount every year it would be relatively easy to do so. However, there are an additional 76 million people each year. If you could build cereals like roads and you could care for them like roads, you would merely fill the holes and maintain the road. But this is a cereal road and we eat it up every year. We have to reproduce it every year for the 76 million additional people, as well. We would have to build a second road just as wide and would have to extend it at the rate of 1000 kilometers per year in order to maintain the per capita consumption of cereals. And we know that this is inadequate for half of the world population. That is the real situation. We'd have to walk and walk and walk and go and go and go so as not to lose any ground.

Now we come to the year 1972. First of all, the winter was very hard in east Europe and especially in Russia. They lost a lot of their winter wheat and in summer they had a severe drought and they also lost their spring wheat. During the same summer there was a drought in all 7 or 8 countries to the south of the Sahara in Africa. There was a terrible drought in the south of Asia during the summertime, as well as in Australia. That produced the crisis. At the point when Russia moved into the world market and bought 30 million tons of cereal, 20 million of which was wheat, the whole situation changed and the reserves that everybody had felt were adequate were inadequate. Other countries were also purchasing due to the drought and they bought more than normal.

In 1972 and 1973, from July '72 to July '73, the volume of wheat in the world market was 71 million tons; much much more than you could have imagined possible. This meant that the world reserve disappeared. You know what happened to the prices? And the worst part yet is that it was not just the drought but also a lack of fertilizer in the world. The most organized unorganization, disorganization, and confusion started in agriculture. During the first years of the '60s with new technology available for the production of nitrogen fertilizer, it was possible to produce almost 30% more than with the old technology. Therefore, a number of large factories appeared in the world, the prices came down, and many small factories which used old type technology were unable to compete and they went bankrupt. At the same time, with the low fertilizer prices, many of the new countries started to fertilize with very good results. The consumption during the period '65-'72 increased 9% per annum but investment in new production capacity for fertilizer increased only about 6%. It was in 1972 that these two curves crossed and fertilizer started to be in short supply.

As if we did not have enough problems already with the lack of fertilizer and the lack of cereal grains, we had to invent the oil crisis. When the price went up as crazily as it did, there were many countries like India where practically all nitrogen fertilizer production was based on the imports of oil. They used the gasoline fractions and they produced urea and nitrogen. With the high oil prices now India had to reduce its oil imports. Although not yet officially announced, I would say 30% of their fertilizer production was curtailed because they are unable to pay for the oil. This brought down by approximately 50% their fertilizer production. Nor were they able to buy fertilizers in the international market for two reasons. Sometimes they couldn't find fertilizer there and when they did find it it was beyond their reach financially. They didn't have the foreign currency to buy the fertilizer. You must remember the price of fertilizers reacted in the same way as the prices of grains. The Russians bought wheat and they made a very good buy. I've congratulated them on this because they caught hold of a capitalist country and they won them over and they paid \$68 or \$66 per metric ton during July and August. By the end of the year, in December, it was worth \$105. That was in '72. It has gone up to \$200 and more in 1973.

I don't know what the price is going to be this year, with the bad crops that are coming in. Urea fertilizer was \$45/ton in July 1972 -- now it is worth \$300 if you can get it. When you look at these figures -- are there any doubts as to why the costs of foodstuffs have gone up?

Let's see what happened last year -- 1973. After the disaster of '72, we had a new crop that was a record crop again, even better than '71. But it was not enough to level out things because the production -- I said that we had to build 1,000 additional kilometers of a second road -- just to make up for the increase in population. In 1972, this additional road was not built. We took out of reserve stocks in order to complete this and not very many people died as a result. But we didn't have anything in our storehouses so last year we had to produce for two years in order to update things. A few million tons were left over as a reserve but this was not enough to have an effect on the price of cereals in general.

People who are not particularly connected with agriculture may wonder why it is that animal prices also have shot up. We have to see how man's diet is organized. In developing countries like India, for instance, the majority of food is derived from cereals, chickpeas, and that sort of thing. Very little meat, very few eggs are eaten due to the cost of producing this type of product. We have to remember that, even with the best kind of technology, to produce one kilo of chicken meat you have to invest 2 to 2 1/2 or 3 kilos of grains. For pork it is 5 kilos and for beef, fat cattle, it is 8 1/2 or 9 kilos of grain. These over-populated countries cannot use this grain for their cattle. They have to consume it themselves. The per capita consumption of grains in India is about 178 kilos. In the United States and Canada it's nearly 1800 kilos. That is five-fold more grain per capita in Canada and the U. S. You can feed five people in India with 1 ton of grain and only 1 person in the United States and Canada. That is why we are having a crisis, too. If we were all vegetarians, for instance, we'd have a surplus of food but I wouldn't like to be a politician recommending that people in Argentina, or the Brazilian people, or the U. S. people, or Canadians stop eating meat and just consume grains, cereals and things like that. I don't think that the politician who recommended such a measure would remain in office for 24 hours, at the most. This brings us to 1974.

There were great hopes in the United States. I was discussing this with the Under-Secretary of Agriculture in January and he was very sure that we would be able to have reserves and stockpiling of cereals by the end of this crop year, because they removed all controls on sown areas and they were going to try, also in Canada, to sow the maximum possible. This was an increase of about 50 million acres but it wasn't as easy as all that. First of all, it wasn't possible to turn everything into production due to the lack of tractors, mainly, and machinery in general but they managed to increase the planted area by 37-40 million acres. But there were many problems. In the spring it rained and rained and everything got stuck in the fields. When farmers were trying to sow, everything was delayed and sowing frequently was very badly done and we know that this is the first step to bad yields. But it wasn't only for that reason. There was a drought that lasted for about 2 months and even more in some parts. Worst of all, there was a drought in certain parts of the corn belt which also produces a lot of soya. It was the worst drought since 1934 in that area. But the late crops managed to make progress. It started to rain at the beginning of September and then there were hopes that production was going to pick up, particularly in late maize and soyabeans. But 3 weeks after that there was a frost. The Canadians who also were stuck in the mud, had the drought afterwards and then frost on top of the mud. So what's happened? Instead of increasing production 10-15%, it may decrease by 10-15%; one can't forecast exactly.

To give you an idea of the scope of this problem that we have on our hands, in India the crop which was harvested in May and June was 6 1/2 million tons less than predicted for lack of fertilizers. And it was a favorable year. The sad part of it is that India through modern technology and new varieties introduced from Mexico increased their production from 11 million tons in 1966 to 26 1/2 million tons in 1972-1973 crop. More than double. Pakistan during the same period doubled its production with this new technology combined with realistic economic policies to encourage production. But now they have had to come down by 6 1/2 million tons through the lack of fertilizers resulting from causes which they have no control over. They had nothing to do with the petroleum crisis and with the lack of purchasing power that they are suffering from. Their fertilizer factories have only produced half of what they needed and they were not able to buy a third of what they had purchased before.

But it isn't only India that's been hit by this. There are 20 countries that import foodstuffs and fertilizers that are starving through these changes in prices of raw materials needed for these two essential products. That is to say the rise in prices of grain foodstuffs and fertilizer. Their economies also have been very badly hit. What are we going to do about it? I mentioned the fact that production was reduced instead of increasing in the south of Asia. Apart from fertilizer scarcity there is a drought in India again which is hitting the country badly and this is going to aggravate the situation also. I would not be surprised to see millions of people starve before 9 months have elapsed. Nobody can tell. Nobody can foretell the future. However, we've been reading in the last 2 or 3 years about cases of thousands of people, up to 200,000 people who have starved to death in the countries south of the Sahara in Africa as a result of drought. But these countries are not densely populated so the magnitude of population is different from that of the south of Asia. When there is a catastrophe from drought or drought plus lack of fertilizer in this part of the world, the numbers of people who are imperiled through lack of food total millions rather than thousands.

What can we try to do? There is no easy or quick solution to this. But the majority of you here work in agriculture. We have to try and encourage production, not only in this hemisphere but in all countries. They all have to learn through this experience to produce to the limit of their resources and if they can't be self-sufficient at least they have to reach the limit of their possibilities and as soon as possible. The problem in many of the countries of the 3rd world is that agriculture is still very primitive. We have to insist on changing this situation to improved varieties with better yields, the introduction of fertilizers of the correct type for the different kinds of soils, crop management, control of weeds and control of insects and diseases and pests and, when necessary, through an economic policy that encourages production.

There is a generalized belief that I have come across in many countries. Unfortunately it is widespread among scientists who have always said, "Oh, you don't know our circumstances, our traditional peasants who are not going to change and refuse to change. They've been working like this for generations and hundreds of years and they are not going to accept new things." But this is not true. Whenever they have to, they can use a technology that can be adapted to their area -- like improve seeds. But seeds can't respond when the management is wrong. The peasant can respond adequately. He may have just a couple of hectares or 100 hectares to manage but, in either case, he needs credit from the government for the inputs, such as fertilizers, and he needs a stable market for his produce. He doesn't want the prices to drop when he harvests, whenever he collects his harvest. He doesn't want these reductions in prices because that is earning for the banker, for the money lender and that's very good business. But it's a disaster from the point of view of production and the economy of a country in general. Governments have to put a stop to this sort of situation. They have to stabilize the market because technology may double the production or treble the production but the small farmer can't be a participant in this improvement with such a sort of situation.

There's also a sociological problem involved of a very serious nature. The farmer has to have his share in order to have peace of mind and we need political stability for that. Governments don't understand this sort of situation. Some have learned the hard way, but whenever there is political pressure or pressure groups acting upon them or budgetary troubles, they forget this essential truth. As an indication of the general situation in the world, take the budget proposed to Congress this year in the U. S. In U. S. dollars, agriculture accounted for 40 billion and this was just 4 1/2% of the total budget. That's what's happening in the U. S. And so what's the situation in other countries? The percentage for agriculture may be only half of what it is in the States.

What has happened since the beginning of this meeting yesterday morning? There are 288,000 more people than yesterday morning at 9 o'clock who have been born in this world. Before the end of this meeting on Sunday there will be an increase of 1,300,000 infants born into the world, who need not only food but also clothing, housing, schooling, medical services, and jobs. To my mind, everybody born into the world has these rights, these six items that I've enumerated which are of fundamental importance. They need much more on top of that but these six are the essential items. That is to say that before the

end of this meeting on Sunday next, the world will have increased its population much more than the equivalent of a town the size of Porto Alegre. This is to give you an idea of the magnitude of the population problem that we're faced with.

If it weren't enough to quote these figures, we've also had difficulties that come from elsewhere that have worsened and complicated the situation in the last 7 or 8 years. There have been many idealists who, whenever there was a chemical discovered, whether it was a pesticide or fertilizer or anything of that kind, think that everybody's going to die of cancer. People are dying of cancer because many of the other diseases have been cured and, therefore, people have longer life spans and finally they are hit by cancer. The life expectancy nowadays is much longer as compared with 30 years ago. And then we realize that we are not dying as a result of these new chemicals or pesticides. These pesticides or agricultural chemicals have to be used like anything else; with common sense! I think that they are applied generally with common sense because they are expensive to buy and the farmer usually doesn't have a lot of money to waste with excessive amounts.

Among some extremists in this environmental vogue, there has been a lack of common sense and it's been harmful for the people who work in agriculture. It's really unacceptable to me because many of these extremists live in countries with privileged conditions. Besides, they are trying to influence and to pass on this opinion where pesticides are absolutely essential to combat malaria and the pests attacking crops, particularly in tropical and semi-tropical areas. The people who are preaching this to us live in winter climates where these insects transmitting viruses or diseases do not exist. Consider all the extinct species before man ever appeared in this world. There must have been a great deal of imbalance then and this is going to continue.

If we want to follow this philosophy right to the end then let's go all the way, not just half-way. We must ask the environmental extremists: Are you prepared to give up vaccination, not just yourself, but your whole family, your children; and when you have an infection, are you going to abstain from going to the doctor; and are you going to abstain from medicines? When there's a tapeworm in your stomach or your intestines aren't you going to take any drugs because the tapeworm inside you has a right to live? If we believe this really, we have to behave accordingly and we may solve quite a number of problems then! The natural balance is going to have different figures. I don't know if the population of the world would go back to 500 million instead of these very large figures that I have been quoting before. And I don't know if it's going to happen suddenly through epidemics or if it will take 10 or 20 years. But surely nature's balance would be restored in that way, but I wouldn't like to live through that period and I doubt that anybody else would, including these idealists. They haven't thought out all the implications, they speak in a thoughtless way, really when they advocate these things. I don't mean to say that I'm not against the bad use of chemicals, bad application of chemicals, mis-use of them, but things have reached an absurd point.

to finish up, I'd like to tell you that many people believe that the situation is a terrible one and that civilization is going to crumble. That point of view is not a healthy one for the young, but unfortunately, in many parts of the world, there are many young people who are disillusioned because they are

faced with all these many complex problems and they believe that the world's civilization is going to disintegrate before their eyes. But man has come through many crises. Naturally, with more complex societies, the problems are also more difficult to correct. If you correct one problem then you cause an imbalance somewhere else. But we have, as we have never had before, many more weapons and instruments to solve these problems and I am convinced that if we tackle them properly with a positive attitude, not a negative attitude, we can get ahead. I hope that countries that have not solved their problems, particularly the densely populated ones in the south of Asia, start an educational program in order to bring down their population growth in a humane and Christian way -- because once the crisis breaks out it's difficult to overcome humanely with a democratic government.

I have just come back after a month in the People's Republic of China. With their kind of government they're in a better position to tackle the problem of overpopulation. There are about 870-900 million people in China but the government apparently has decided that it can't go on at this rate. With a member of the Party sitting right next to you, even if you are the president or the director of the university, what comes from up above, you have to do. That's the way it works in all collective farms, for instance. And goes right down to the roots of the society. If Mao says families are going to have 2 children only in urban areas and 3 children in rural areas, while he is alive, that policy is going to be implemented.

I hope that we won't reach this sort of situation because, in it, the individual's rights are lost for the welfare of the state. All the countries of the Americas have operated on a different basis with the belief that the rights of the individual are greater than those of the state without overlooking the importance naturally of the state because of the positive results that may be brought about for everybody. These are messages that we have to assimilate and pass on to our children, to future generations; otherwise we shall have more problems in the future instead of fewer ones. Please remember that if man had been pessimistic when he still lived as a hunter with a stone in one hand and a stick in the other, running after a wild animal, trying to get meat for that day, and very often not getting the meat; had he been pessimistic he would have disappeared from the face of the earth. He would be extinct and we wouldn't be here together suffering about what's going to happen in the future. Thank you.



## POSIBILIDADES DE AUMENTAR LA PRODUCCION DE TRIGO EN AMERICA LATINA CON FERTILIZANTES Y OTRAS TECNICAS

J. Papadakis

### Necesidad de Aumentar la Produccion

América Latina es el continente con el más rápido aumento de la población. Con el mejoramiento del nivel de vida, el trigo reemplaza otros cereales en la dieta. Además América Latina es el continente con mayores recursos naturales per cápita, y debería aumentar sus exportaciones de alimentos. Por todas estas razones hay necesidad de aumentar la producción del trigo en el continente.

### Regiones Ecologicas y sus Potencialidades

En América Latina el trigo se cultiva en regiones ecológicas muy distintas una de otra; se puede distinguir por lo menos 9.

Parte Occidental seca de la región "pampeana" argentina. Actualmente es la más importante de todas. Se pierde a veces la cosecha por la sequía; pero por la misma sequía la fertilidad "actual" del suelo es alta, y se consigue, sin fertilizantes, rendimientos promedio del orden de 1,500 kg/ha, a menudo 3,000 en año lluvioso y con buen barbecho. Hubo en los últimos años una disminución de la superficie sembrada, por competencia de otros cultivos principalmente sorgo. Aunque se puede aumentar los rendimientos con fertilizantes, y otros métodos, la sequía es un factor limitante de consideración.

Parte oriental húmeda de la región "pampeana" argentina, y Uruguay S.W. Menos triguera que la anterior, presenta grandes posibilidades de aumentar la producción con fertilizantes y variedades enanas. Se puede tener rendimientos del orden de 3-5,000 kg/ha; y 2 cosechas en un año, soja-trigo, o girasol-trigo.

Sur de Brazil y Uruguay N.E. Debido a la humedad la fertilidad "actual" del suelo es baja; pero esto se corrige con fertilizantes y su aplicación fraccionada. Pero el acidéz del suelo, principalmente por el aluminio, crea problemas. Además las lluvias favorecen algunas enfermedades y crean dificultades técnicas a la cosecha, etc. Pero se trata de dificultades que se va a superar. (Vease parrafo IX.)

Regiones de riego con clima templado. En Chile Central la mayor parte de la producción del trigo se consigue con riego; con fertilizantes rendimientos de 3-5,000 kg/ha son muy comunes. En Argentina se cultiva un poco de trigo con riego, pero hay grandes posibilidades de extender el cultivo en Rio Negro y más al sur, junto con cultivos forrajeros, y en algunos casos soja. La contribución de esta región a la producción continental puede ser considerable.

Región con clima marino del sur de Chile. Clima semejante al de Europa Occidental, hasta las variedades cultivadas son a veces las mismas; con fertilizantes se consiguen altos rendimientos.

Altos Andés Húmedos de Perú, Ecuador, Colombia, Venezuela, América Central, ciertas partes de México. Con fertilizantes se puede conseguir altos rendimientos. Con el cultivo sin laboreo se podría extender la superficie cultivada sin peligros de erosión.

Alturas medias de México, Bolivia, etc. La altura es menor que en la región anterior y el clima más seco; el trigo puede sembrarse en invierno con riego, o en verano a menudo sin riego; el maíz es un gran competidor, y se siembra mucho más.

Tierras bajas del norte de México, costa del Perú, etc. Es la principal región donde se hizo la "revolución verde" de Borlaug, y se consiguen tan altos rendimientos con fertilizantes y trigos enanos, con riego.

Planalto Brasileño y otras zonas con inviernos relativamente frescos y secos. También aquí el trigo se cultiva en general con riego, pero los suelos son diferentes en general kaoliniticos, y pueden crear algunos problemas; puede también haber problemas fitopatológicos.

#### Importancia de la Fertilización. El Concepto de Eficiencia

El aumento de los rendimientos de los cultivos y más especialmente del trigo, en todo el mundo, se debe casi exclusivamente a la fitotecnia y los fertilizantes combinados; porque sin fertilizantes el mejoramiento fitotécnico llega rápidamente a un techo muy difícil a superar; y sin variedades apropiadas la eficiencia de la fertilización (kilos de trigo por kilo de nutriente) es baja. Naturalmente los progresos fitosanitarios permitieron defender estos rendimientos contra enfermedades y plagas; y la mecanización permitió elevar el rendimiento por hora de trabajo.

Pero los fertilizantes se difunden con dificultad en los países "en desarrollo", porque la relación de precios trigo/fertilizante es a veces desfavorable; y porque los productores difícilmente pueden encontrar el dinero necesario para su compra; también la economía nacional difícilmente puede encontrar las divisas necesarias para la compra de fertilizantes, materias primas, o la instalación de fábricas para su producción. Y el problema se agudiza ahora con la elevación del precio del petróleo, y fósforo. Por todas estas razones es esencial aumentar la eficiencia de la fertilización (kilos de trigo por kilo de nitrógeno o fósforo).

Con las técnicas convencionales de aplicación esta eficiencia es baja. Cuando con 100 kg de N se consigue un aumento de rendimiento que contiene 50 kg de N, somos muy satisfechos; y en el caso del fósforo la eficiencia es alrededor de 10%. Para consolarnos algunos dicen, que el 90% restante del fósforo se acumula en el suelo y está usado por los cultivos ulteriores. Pero yo veo, que en Europa Occidental se aplican dosis elevadas de fósforo desde 100 años; el suelo se enriqueció en fósforo; 50% del fósforo total que contiene se debe a la fertilización; también aumentó el fósforo "asimilable" determinado con los métodos convencionales; pero los agricultores continúan aplicando fósforo en dosis por lo menos tan elevadas que antes; y cuando durante la guerra, algunos fueron obligados a interrumpir la fertilización fosfórica, los rendimientos bajaron. Exceptuando unos pocos autores (Borlaug, Papadakis, etc.) el concepto de eficiencia es casi ignorado. Se trabaja muy poco para aumentar esta eficiencia y economizar fertilizantes. Los trabajos sobre localización de los abonos y épocas de aplicación son demasiado empíricos; no se trata de discernir las causas por las cuales tal o tal aplicación dió buenos o malos resultados; y es solamente cuando la investigación llega a formular una teoría suficientemente válida que es fructuosa.

### Técnicas para Economizar Fosforo

Hay abundante evidencia, que las plantas son muy sensibles al fósforo durante el primer período de su crecimiento, 1 mes más o menos después de la germinación; durante este período casi no hay suelo suficientemente rico en fósforo. Pero una vez desarrollado el aparato radicular, esta sensibilidad disminuye mucho, y el fósforo contenido en muchos suelos es suficiente. En casi todas las experiencias, la respuesta al fósforo es grande al principio, pero la diferencia disminuye poco a poco, y a menudo no hay diferencia significativa en el rendimiento final. En la región maicera de la Argentina, los suelos contienen suficiente fósforo, para que los clasifica como "antropógenos" según la séptima aproximación americana; sin embargo en las experiencias INTA-CIMYT había casi siempre diferencia en el crecimiento inicial, que desaparecía después. Para que cada planta encuentre a tiempo un granulo de fertilizante durante su crecimiento inicial, se necesita aplicar dosis elevadas; véase al respecto las experiencias de Sheard, Bradshaw y Massey (1971) con fósforo aplicado a diferentes distancias de la semilla y las de Bates (1971).

Conseguir un arranque bueno es esencial, y esto se puede conseguir con muy poco fósforo. Varios autores lo consiguieron poniendo la semilla durante unas horas en una solución de fósforo. Marcavillaca (1973) lo consiguió poniendo la semilla de alfalfa durante 3 horas en una solución 1 por mil de fertilizante, es decir incorporando a la semilla una cantidad ínfima de fósforo; no solamente mejoró el crecimiento inicial, sino que aumentó la proporción de hojas con 4 foliolos; y se sabe que los efectos cualitativos son más difíciles a conseguir. La técnica podría ser incorporar una ínfima cantidad de fósforo a la semilla, y si se necesita más, colocarlo en el surco; la planta desarrolla rapidamente su aparato radicular y aprovecha el fósforo del suelo y fertilizante; esto permite reducir considerablemente la dosis de fósforo.

En una experiencia (Papadakis 1969) el pelleteado de la semilla de remolacha con 7 kg/ha de pentóxido de fósforo aumentó el rendimiento de 2.55 ton/ha a 14.94; la eficiencia ha sido 1,770 kg de remolacha por kilo de pentóxido de fósforo.

Hasta ahora no se desarrolló técnicas de incorporación de fósforo a la semilla, primero porque no se sabía que lo que hay que incorporar es el fósforo; y segundo porque se creía que la cantidad debía ser grande, lo que complicaba el problema; otra complicación era la causticidad de muchos fertilizantes; enfin la investigación más eficiente en fertilización es la que hacen los productores de fertilizantes, y ellos no tenían mucho interés en encontrar técnicas, que permiten economizar fertilizantes.

Mientras que la eficiencia del fósforo aplicado por métodos convencionales es en promedio 10%, con aplicaciones foliares se llega, a veces, a sobrepasar el 100%, debido a que se fortalece el aparato radicular, y la planta saca más fósforo del suelo. Pero la hoja absorbe muy difícilmente el fósforo. Una solución podría ser pegar hiperfosfato a la hoja, o pegar una substancia absorbente (turba, carbono vegetal, tierra fina, etc.) a la cual se hizo absorber fósforo; se rocía las plantas con agua que contiene un adherente y se las polvorea con el hiperfosfato, o la substancia absorbente.

Economizar fósforo es también importante del punto de vista de la conservación de los recursos naturales. El nitrógeno abunda en la naturaleza, pero las reservas de fosfatos son limitadas; y si la fertilización fosfórica se generaliza en todo el mundo habrá problemas.

### Técnicas para Economizar Nitrógeno

La fertilidad "actual" del suelo (nutrientes inmediatamente asimilables) varía del simple al múltiple, en lapsos muy cortos; un suelo puede contener hoy 100-200 kg/ha de N nítrico, y después de pocos meses contener solamente 0-20; en general un suelo sin ninguna vegetación acumula fertilidad actual, más especialmente si el tiempo es seco y cálido; el humedecimiento del suelo, sin causar drenaje, provoca una rápida disminución del nitrógeno nítrico, favoreciendo los procesos reductores, principalmente microbianos (Papadakis 1938, 1954, 1967, 1969). También varían las formas en las cuales se encuentra el fósforo del suelo (Dormaar 1972); el mismo suelo puede responder al fósforo a una fecha, y no responder a otra. La inmovilización del nitrógeno y fósforo de los fertilizantes en el suelo es muy rápida (Papadakis 1954, 1946).

Por lo tanto la fertilización debería adecuarse a la fertilidad "actual" del suelo, nunca aplicar dosis muy elevadas, y repetir la aplicación, cuando necesario. Aplicaciones masivas a la siembra resultan en despilfarro. Eran justificadas cuando los precios relativos producto/fertilizante eran muy favorables, pero no ahora en países en desarrollo.

Para adecuar la fertilización nitrogenada a la fertilidad "actual" del suelo, se puede determinar el nitrógeno nítrico, sin incubación previa, o el nitrógeno fácilmente nitrificable (lavado con una solución caliente), o el diagnóstico foliar. Un método más práctico, y que se aplica también para otros nutrientes, es el "pre-ensayo" en el mismo sembrío que se piensa fertilizar; al sembrar, se fertiliza 3-5 cuadraditos, o una faja; la respuesta se ve después de 3-4 semanas y se decide si se va a fertilizar, y la dosis. Al fertilizar se deja una faja sin fertilizar, y según la diferencia, que se ve en 3-4 semanas, se decide si se debe agregar más fertilizante (Papadakis 1971).

La fertilización foliar es más fácil en el caso del nitrógeno, y se la usa ahora para aumentar el contenido en proteína del grano del trigo. Se puede usar la técnica sugerida para el fósforo.

El barbecho desnudo (mantenido sin vegetación) eleva mucho la fertilidad "actual"; después de un barbecho bien limpio de varios meses secos y cálidos, el suelo contiene a menudo más de 100 kg/ha de N nítrico; y esta es la principal función del barbecho. Pero el suelo queda improductivo, y por lo tanto se reemplaza ahora el barbecho por fertilizantes. Las leguminosas agregando al suelo sustancias con relación C/N estrecha son prácticamente equivalentes al barbecho. Se creía, que la leguminosa debe ser plurianual y/o se la debe enterrar; se sabe ahora, que la leguminosa puede ser anual, que no falta enterrarla, se la puede pastorear, y hasta cosecharla para heno o grano. La rotación soja-trigo permite dos cosechas en un año; la rotación con una leguminosa pastoreada, en el mismo año, permite aumentar los recursos forrajeros, con muy buenos rendimientos del cultivo de grano. Naturalmente se debe favorecer la leguminosa con fósforo, y agregar un poco de nitrógeno a la cereal durante el crecimiento, si el "pre-ensayo" y la marcha del tiempo lo aconseja.

### Anti-auxínicos (retardadores de crecimiento)

En los puntos de crecimiento de las plantas se producen ciertas hormonas, llamadas auxinas, que favorecen la elongación del tallo, pero inhiben el crecimiento radicular, la formación de nuevos macollos, ramas laterales, etc. y la fructificación.

La luz es un antídoto contra las auxinas, por lo tanto las plantas que crecen a la luz fructifican bien, tienen aparato radicular bien desarrollado, mientras que las que crecen a la sombra son delgadas, cloróticas y fructifican poco. Las auxinas se eliminan por las raíces en el suelo y lo hacen impropio para el crecimiento radicular; las toxinas de Pickering son probablemente auxinas (Papadakis 1972); es por esta razón que cuando crecen muchas plantas cerca una de otra, se perjudican mutuamente, y el rendimiento por planta disminuye; por la misma razón un crecimiento frondoso (en vicio) resulta a menudo perjudicial.

Por casualidad se encontraron sustancias que son antídotos contra las auxinas, y tienen sobre las plantas el mismo efecto que la luz. Las principales son el CCC (clorocolina, chlormequat), el TIBA, el alar, etc. Al principio se las usó para evitar el vuelco en el trigo, el vaneó de las flores en la soja y frutales, etc.; pero se vio que aun no habiendo vuelco aumentan los rendimientos. Y ahora solamente se empieza a entender su modo de acción. Su principal efecto es permitir tener mayor número de plantas, o macollos, por unidad de superficie, sin que una perjudique la fructificación de la otra.

El CCC entró en la práctica del cultivo del trigo en Europa Occidental; y el TIBA en soja en Estados Unidos. Pero los métodos de aplicación (1-2 aspersiones durante el crecimiento) son muy defectuosos, además de aumentar innecesariamente el gasto en producto. A menudo se mata las hojas, y la sustancia no se incorpora debidamente en la planta. Por lo tanto los aumentos de rendimiento conseguidos, aun muy interesantes, no son sino una pequeña parte de los posibles.

Las experiencias de Bokhari y Youngner (1971a y 1971b) han mostrado, que una ínfima cantidad de anti-auxínico, debidamente incorporada a la planta, puede aumentar el rendimiento del trigo 12 veces; se los puede aplicar a la semilla; y se puede producir semilla "retardizada" tratando la planta madre. Se vislumbra varios métodos de aplicación, que se puede combinar, si necesario: tratamiento de la semilla; hacer absorber el retardador por una sustancia absorbente y pegarla a la semilla; polvorear las plantas en crecimiento con una sustancia absorbente (turba, etc.), que tiene absorbido el retardador; producir semilla "retardizada", tratando el cultivo-madre. En todo caso la cantidad de producto que se debe incorporar es ínfima; su difusión dentro de la planta es muy fácil; y su acción dura varios meses; todo esto facilita y abarata la aplicación. Pero para aprovechar debidamente el retardador se debe aumentar el número de plantas y/o sembrar más temprano; y usar variedades apropiadas. Controlando el crecimiento "en vicio", los retardadores aumentan la eficiencia del nitrógeno; y fortaleciendo el aparato radicular reducen la necesidad de fósforo; aumentan la resistencia a la sequía, heladas, bajo o alto pH (Miyamoto 1962), pulgones; por el contrario el acortamiento de los internodos favorece algunas enfermedades.

Para regiones tropicales los retardadores tienen especial importancia, porque las noches cálidas favorecen la producción de auxinas, el crecimiento "en vicio", y deprimen la fructificación. Los "anti-auxínicos" actúan como antídotos de las noches cálidas.

Los retardadores favorecen la fijación de nitrógeno (Chalakhyan et al 1968).

#### Cultivo bajo Cubierta y/o sin Laboreo

Entre las técnicas que se recomienda para mitigar los efectos de la sequía, el cultivo bajo cubierta de paja u otro residuo es por cierto el más eficiente, a

condición naturalmente de disponer de suficiente paja. Y entre las técnicas, que se puede usar para evitar la erosión, el cultivo sin laboreo es por cierto el más seguro. La técnica no está todavía a punto, para entrar en la práctica, el costo es todavía demasiado alto, pero el problema va a resolverse rápidamente por la investigación, y la invención de herbicidas adecuados y baratos. Esta técnica va a permitir extender el cultivo a tierras, que no se cultivan por el peligro de erosión.

Con el cultivo sin laboreo, los residuos que se acumulan a la superficie del suelo forman una "piel" de excelente estructura, que absorbe muy bien la lluvia, rica en nutrientes, especialmente fósforo, y excelente como cama para la semilla.

#### Colocación de los Fertilizantes

Un descubrimiento al cual no se dió suficiente énfasis, es que la planta puede absorber de un lugar el nitrógeno agregado con el fertilizante, de otro lugar el fósforo, de otro lugar el agua, etc. (Papadakis 1954, y trabajos donde se usa la "split root technique" ahora de moda); el riego por goteo es una aplicación. Esto soluciona muchos problemas; permite colocar el fertilizante en un solo punto y retardar su inmovilización; colocar en puntos distintos dos fertilizantes, cuando se teme la interferencia de uno a la absorción del otro.

#### Acidez del Suelo, Aluminio

Este factor es muy importante en región 3, posiblemente también en la 9. El tema está tratado en extenso por otros relatores. Me limitaré a subrayar las diferencias entre variedades, y por consiguiente el papel de la fitotecnia al respecto, la interacción con el fósforo, y el papel de la materia orgánica, que aumentando la capacidad de intercambio, disminuye el porcentaje de saturación con aluminio; por lo tanto el cultivo sin laboreo podría ser ventajoso; se podría también ensayar el pelleteo de la semilla con carbonato de calcio y/o fosfato; y los retardadores que según algunos autores aumentan la tolerancia a la acidez.

#### Nuevas Líneas de Investigación

Lo expuesto en los párrafos anteriores muestra, que se puede aumentar considerablemente los rendimientos por técnicas que son casi desconocidas aun en investigación. Se puede mencionar:

Solucionar el problema del tratamiento de la semilla con fósforo. Hay varias soluciones posibles:

Pelletando con un fosfato neutro, o neutralizado mezclandolo con carbonato de calcio, etc.; como la cantidad que se necesita pegar a la semilla es muy pequeña, el problema es fácil.

Poner la semilla dentro de una solución de fosfato monopotásico u otro; tratar de determinar la duración mínima de la inmersión, para evitar un ablandamiento excesivo, que dificulta la siembra mecánica; ver si se puede secar la semilla y conservarla; o "secar" la semilla mezclandola con fósforo en polvo.

Hacer absorber fosfato soluble por un polvo absorbente; y pelletear la semilla con este polvo.

Naturalmente en toda esta investigación se debe determinar el efecto sobre la germinación y primer crecimiento, en suelo pobre en fósforo para magnificar el efecto. Después se puede preparar gran cantidad de semilla y distribuirla para ensayos. Se debe tener en cuenta, que el tratamiento provee fósforo solamente para el arranque; si se necesita más, se lo debe colocar en el surco, o aplicarlo otramante; pero el tratamiento permite reducir drásticamente la dosis necesaria.

Solucionar el problema de fertilización foliar. Hay varias posibilidades. Hacer absorber el fertilizante por un polvo absorbente (turba, carbon vegetal, tierra fina, etc., y polvorear las plantas, rociadas con agua, con este polvo y un adhesivo. Polvorear con hiperfosfato y un adhesivo. Polvorear con otro fosfato y un adhesivo.

Solucionar el problema del tratamiento de la semilla con "anti-auxínicos" (retardadores de crecimiento). Hay varias soluciones posibles:

Inmergir la semilla dentro de una solución del retardador durante ciertas horas. Como el ablandamiento de la semilla dificulta la siembra mecánica hay que determinar el mínimo tiempo de inmersión, que da buenos resultados.

Hacer absorber el retardador por una substancia absorbente (turba, carbón vegetal, etc., puede ser un fosfato) y pelletear la semilla con este polvo. El método presenta la ventaja, que el contacto de la semilla con el retardador se prolonga.

Naturalmente en estos ensayos se debe determinar la influencia sobre la germinación y primer crecimiento (altura de las plantas, longitud de internodos, color y espesor de las hojas, tenor en clorofila, macollage, etc.). Y después preparar grandes cantidades de semillas para ensayos en grande. Como la cantidad de retardador que debe absorber la semilla es ínfima, el problema es simple; pero se debe absorber debidamente. Se debe también ver, si se puede secar la semilla y conservarla. Como se podría combinar el tratamiento con fósforo y con retardador; se podría disolver el retardador en fosfato monopotásico; o hacer absorber el retardador por un fosfato, con el cual se pelleta la semilla; etc. Como combinar el tratamiento de la semilla con la inoculación en el caso de leguminosas; y observar el efecto sobre la fijación de nitrógeno, que parece favorecida por el retardador.

Comparar la acción de diferentes retardadores, CCC, TIBA, alar, etc., del punto de vista efectos, métodos de aplicación, efecto diferencial sobre variedades, etc.

Estudiar la interacción retardador x fertilizantes. Como se dijo con el retardador se evita el crecimiento "en vicio", se aumenta la eficiencia, y se puede usar dosis más altas de nitrógeno; como se favorece el crecimiento radicular, se reduce a menudo el fósforo necesario.

Estudiar la interacción variedades x retardador; puede ser que con el retardador otras variedades serían más productivas.

Estudiar la interacción densidad de siembra x retardador; como se dijo los retardadores permiten cultivos más densos, sin que una planta perjudica a la otra.

Estudiar la interacción época de siembra x retardador; las siembras tempranas favorecen el crecimiento "en vicio", pero esto se evita con el retardador; para aprovechar el mayor macollaje, y la vida más larga de hojas y plantas, que causa el retardador, siembras más tempranas podrían ser preferibles. Se debe también estudiar la interacción temperaturas de noche x retardador, su influencia sobre macollaje, fructificación, etc.

Estudiar la interacción retardadores x enfermedades y plagas; como se dijo los retardadores parecen ser antídotos contra el pulgón; pero el acortamiento de los internodos parece favorecer algunas enfermedades. Solucionar los problemas que pueden surgir.

Solucionar el problema del cultivo sin laboreo o con laboreo mínimo. El problema tiene varios aspectos. Herbicidas apropiados y baratos. Máquinas para sembrar, etc. Solucionar los problemas fitosanitarios, que pueden surgir.

Solucionar el problema del cultivo bajo cubierta de residuos vegetales. Como tener suficiente cobertura. Como controlar las malezas sin nunca invertir el suelo. Posibles problemas fitosanitarios.

Estudiar el reemplazo del barbecho desnudo (mantenido sin vegetación) por una leguminosa. En ciertos casos la rotación soja-trigo, dos cosechas en un año, es la mejor solución, aunque esta puede no ser la mejor leguminosa en este respecto, y se debe evitar la invasión del suelo por malezas, durante el último periodo de crecimiento de la soja, y entre la cosecha de esta y la siembra del trigo. En otros casos se debe sembrar una leguminosa anual para pastoreo entre dos granos; puede ser vicia, trebol subterráneo o alejandrino, meliloto, según el clima y suelo. En casos más bien excepcionales se siembra temprano la leguminosa de invierno y, dentro de esta, más tarde el trigo; cuando necesario la leguminosa se elimina antes del encañado del trigo por un herbicida. En otros se siembra una mezcla de trigo y leguminosa, se la pastorea, después se interrumpe el pastoreo, se elimina la leguminosa con un herbicida, y se deja el trigo para granar; este brusco aumento del espacio y nitrógeno disponible, en un momento crítico, es muy favorable para el trigo. En todos casos se debe favorecer el crecimiento de la leguminosa con fósforo, retardadores, etc.

Como se ve hay un gran número de líneas de investigación, simples, rápidas, poco costosas, y que pueden tener un impacto muy grande sobre la producción. Se trata de poner a punto técnicas con grandes perspectivas; pero el espíritu con el cual se hace la investigación tiene grande importancia. En la solución de un problema se encuentra siempre dificultades; un método de aplicación, que a priori parecía bueno se demuestra inefectivo, impracticable, etc.; por una u otra razón los resultados no parecen confirmar lo que se esperaba. El investigador debe tener la capacidad de discernir, si los resultados desvirtúan la idea básica de la investigación, o si se trata solamente de microproblemas, que se puede solucionar. En investigación, como en cualquier cosa, el hombre trabaja tanteando, viendo y haciendo, por "trial and error" según la expresión inglesa. No se trata de aprobar o desaprobar soluciones ya encontradas; esto es solamente el último paso, y menos importante, de una investigación; se trata de encontrar soluciones.

#### Bibliografía

Bates, T. E. 1971. Response of corn to small amounts of fertilizer placed with the seed. *Agronomy J.* 63:365-80.

Bochari, U. G.; Youngner, V. B. 1971a. Effect of CCC on the growth of wheat plants and their untreated progeny. *Agronomy J.* 63:809-11.

Bochari, U. G.; Youngner, V. B. 1971b. *Crop Science* 11:711-18.

Borlaug, N. E. 1968. Conferencia en el tercer simposio internacional de genética del trigo, en Canberra, Australia.

Borlaug, N. E. 1970. Conferencia en ocasión de la recepción del premio Nobel de la paz en Oslo.



- Borlaug, N. E. 1972. Conferencias en Pergamino, Marcos Juarez, Castelar. IDIA (Arg.) No. 289.
- Chalckhyan, N. Kh.; Arutyunian, R. Sh. 1968. Biol. Zh. Armenii 21:4:3-11.
- Dormear, J. F. 1972. Seasonal pattern of soil organic phosphorus. Can. J. Soil Sci. 52:1:107-12.
- Miyamoto, T. 1962. Naturwissenschaften 49:377.
- Papadukis, J. 1937. Expériences sur le but des labours et des binages. Ann. Gembloux (Belg.) 43:349-59.
- Papadakis, J. 1938a. Expériences sur la localisation des engrais et la fertilisation phosphatée du blé. Thessaloniki Plant Breed. Inst. Bull No. 31.
- Papadakis, J. 1938. Ecologie Agricole. Gembloux-Paris. Vease pag. 58-68.
- Papadakis, J. 1941. Small grains and winter leguminous plants grown mixed for grain production. J. Am. Soc. Agron. 33:504-11.
- Papadakis, J. 1946. Experiments on the immobilization of Phosphorus mineral fertilizers. Soil Sci. 64(5)365-69.
- Papadakis, J. 1954. Ecología de los Cultivos. Buenos Aires. Vease pag. 122-141 del primer tomo.
- Papadakis, J. 1967. Los conceptos de fertilidad "potencial" y "actual" y sus implicaciones prácticas. IDIA 239:51-57.
- Papadakis, J. 1968. Growth Retardants and Fertilizers. Buenos Aires
- Papadakis, J. 1969. Ecología y suelos de la región triguera Argentina. Simposio del trigo 5-8 de Mayo de 1969, Buenos Aires.
- Papadakis, J. 1969. Report on the experiments carried out by the Instituto de Investigaciones Agropecuarias and others, with the technical assistance of J. Papadakis of the Chilean Soil Research and Survey Project, April 1968, September 1969. Inedito.
- Papadakis, J. 1971. Pre-test in nitrogen fertilization, seed, tuber or root coating with phosphorus, and intercalary legumes, as means of economizing fertilizers and generalizing their use. Buenos Aires.
- Papadakis, J. 1972. Auxins, biochemical plant interaction, Growth Retardants, and dense, high yielding crops. Buenos Aires.
- Sheard, R. W.; Bradshaw, G. J.; Massey, D. L. 1971. Phosphorus placement for the establishment of alfalfa and brome grass. Agron. J. 63:922-27.
- Marcavillaca 1973. Revista de Investigaciones Agropecuarias del INTA (Argen.)

### Summary

For several reasons-rapid increase of population, replacement of other cereals with wheat in human diet, contribution of Latin America to the solution of world food problem - it is urgent to increase wheat production on this continent.

Wheat is grown in Latin America in 9 different ecological regions each with greatly increasable production.

Among the various techniques that may be used to increase yields, fertilization is the most important; it is responsible, with plant breeding, for the great increase in crop yields observed during the last 100 years. But in "developing" countries the relation of grain prices to fertilizer is often unfavourable; moreover farmers cannot easily finance fertilization; and the country cannot easily find the foreign money necessary to buy fertilizers or the raw materials necessary for their production. The situation has recently deteriorated with the rise of petroleum and phosphate prices. Thus, it is urgent to devise techniques to increase the efficiency of fertilization (units of grain per unit of nutrient).

Plants have an urgent need for phosphorus when germinating which considerably lowers once the plant has developed its root system, once rooted natural soil phosphorus usual suffices. The nutrient needed to start growth may be provided by pelleting the seed or dipping it in a phosphate solution. The quantity needed is minimal. When more phosphorus is needed for subsequent growth, it is placed in the furrow.

"Actual" fertility (immediately available nutrients) varies from simple to multiple in a soil over a few months because fertilizers are rapidly immobilized by soil micro-organisms, or otherwise. That is why application of high doses of fertilizers at sowing results in a waste. Such waste was understandable in "developed" countries when fertilizers were cheap; but now it should be avoided, especially in "developing" countries. It is possible to economize nitrogen by adapting applications to the "actual" fertility of the soil detected by nitrate determination (without incubation), foliar diagnosis, and fractionating high doses; but a more practical and sure method is the "pre-test" in the same sowing that will be fertilized.

Bare fallow accumulates "actual" fertility. This is its principal purpose; but it may be replaced by a grazable annual legume intercalated between other crops.

One of the most powerful means of increasing yields is the use of "antiauxinics" (growth retardants). The methods now used (1-2 sprayings during growth) are inefficient and do not permit the greatest production possible. Moreover, because they result in a waste of the product, other methods are suggested. The principal effect of "anti-auxinics" is to permit a much higher number of plants per unit surface without the usual reduction of yield per plant.

The best way to economize water is to have the soil covered with dead plant residues. The best way to control erosion, is through "no-tillage" cropping. It is urgent that research be intensified on these topics.

The fact that a plant can absorb nitrogen from one source, phosphorus from another, and water from a third, makes it possible to concentrate the fertilizer at one place and delay immobilization. It also permits separate placement of fertilizers that might interact disadvantageously.

Soil acidity, due chiefly to aluminium, impedes increases of yields in certain regions. Resistant varieties, adequate liming and phosphorus help to solve the problem. "No-tillage" cropping, by maintaining soil at a higher level of organic matter, and "anti-auxinics" and seed pelleting might also help.

In summary, there are great possibilities for increasing production with new techniques on which research is only beginning. It is urgent to develop these techniques. The research needed is simple, low cost; and its impact on production may be large and rapid. Twelve lines of research are suggested and briefly discussed.



## ADUBAÇÃO DO TRIGO E MANEJO DO SOLO NO SUL DO BRASIL COM ÊNFASE AO PROBLEMA DE ACIDEZ

João Mielniczuk

Faculdade de Agronomia-UFRGS  
Brazil

### Introdução

Os solos das regiões em que o trigo é cultivado no sul do país são de um modo geral ácidos, com elevados teores de Al trocável e deficientes em P. As pesquisas em melhoramento incluem a busca de resistência do trigo a condições de acidez. Mais recentemente junto com a resistência procura-se também alta produtividade. Os problemas de fertilidade ligados a produtividade podem ser resumidos nos seguintes tópicos:

### Calagem e adubação fosfatada

Os efeitos benéficos da calagem se fazem sentir principalmente pela eliminação dos fatores tóxicos do solo (Al e Mn) nutrição de Ca e Mg, liberação de nutrientes da M.O. (N, P, S) e maior disponibilidade de certos nutrientes do solo (P). A eliminação dos fatores tóxicos e o aumento de Ca do solo se reflete por um maior desenvolvimento do sistema radicular que por sua vez terá efeitos positivos sobre a disponibilidade de água às plantas nos períodos de seca e maior utilização de nutrientes do solo (P e K principalmente), cuja absorção pela planta depende muito da área radicular.

Em certas regiões do Estado do Rio Grande do Sul (Passo Fundo) a elevação do pH tem proporcionado o aparecimento de fungos (*Opheobolus*) que podem prejudicar em parte o rendimento da cultura do trigo.

Apesar da maioria dos cultivares de trigo atualmente recomendados, serem obtidos a partir de material resistente ao Al<sup>+++</sup> do solo, são obtidas boas respostas à calagem, principalmente quando esta é associada a adubação fosfatada. Em solos com elevado teor de Al trocável e baixo fósforo disponível, somente a combinação destes dois insumos é que propicia altos rendimentos. Este fato pode ser ilustrado com os resultados obtidos pela Estação Experimental de Rio Caçador-SC, no município de Campo Erê, em solo com 2 me Al<sup>+++</sup>/100 g de solo e 1,6 ppm de P através da aplicação de 4 níveis de calcário, 4 níveis de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, N e K em níveis adequados (Quadro 1). Os resultados do Quadro 1 mostram que níveis de até 640 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ou 4/3 da quantidade indicada de calcário pelo método SMP para elevar o pH do solo a 6,0 não foram suficientes para atingir altos rendimentos. Os melhores rendimentos foram obtidos com combinações a partir de 160 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 2/3 da necessidade de calcário.

Quadro 1. Rendimento de trigo em kg/ha, obtido com a aplicação de P e calcário em Campo Erê-SC, no ano de 1973. (Fonte: EMBRAPA - Estação Experimental de Rio Caçador-SC)

Kg/ha P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Calcário ( t/ha )			
	0 ( OSMP )	3.3 ( 1/35MP )	6.6 ( 2/3SMP )	13.2 ( 4/3SMP )
0	112	203	219	162
90	572	1.262	1.498	1.448
160	1.009	1.542	1.751	1.622
320	1.133	1.680	1.875	1.842
640	1.270	1.729	1.751	1.889

Em solos com baixos teores de Al<sup>+++</sup> as respostas a aplicação de calcário na cultura do trigo não tem sido observados. Os dados obtidos pela E.E. de Passo Fundo em dois anos, um com alto teor de Al e outro com baixo teor de Al trocável, demonstram este fato, Quadro 2.

Quadro 2. Rendimento de trigo (kg/ha) obtido pela aplicação de calcário em dois solos do Rio Grande do Sul, ano 1973, variedade IAS 59. (Fonte: Siqueira, O.J.F. et alii, 1974a)

Calcário t/ha	Tratamentos*			Passo Fundo			Cruz Alta		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	pH (1:1)	Al me/100g	Rend. kg/ha	pH (1:1)	Al me/100g	Rend. kg/ha
0,0	60	300	120	4,1	3,5	1.365	4,7	,9	2.048
3,5	60	300	120	4,4	1,7	1.805	4,9	,9	2.028
7,0	60	300	120	5,0	,7	1.770	5,1	,0	2.010
14,0	60	300	120	5,6	,1	1.232	5,7	,0	1.973
28,0	60	300	120	6,1	,0	728	6,1	,0	2.003

\* Os tratamentos de calcário foram aplicados em 1970 antes da cultura do trigo. Os adubos são aplicados anualmente antes da cultura do trigo.

O trigo no sul do Brasil (RS, SC e PR) é cultivado em sucessão com a cultura da soja. As práticas de aplicação de corretivos e fertilizantes são recomendadas tendo em vista não só os benefícios sobre a cultura do trigo mas também sobre a cultura da soja. A soja apresenta respostas muito maiores a calagem do que o trigo, pela sua maior sensibilidade à toxidez de Al e Mn e pelos benefícios que recebe da calagem pela maior eficiência do Rhizobium em solos corrigidos. Os dados do Quadro 3 mostram a resposta do trigo e da soja a calagem, evidenciando o comportamento diferencial destas duas culturas quanto a calagem.

Quadro 3. Resposta do trigo e soja a aplicação de calcário. (Fonte: Siqueira, O.J.F. et alii 1974b)

Local	Al <sup>+++</sup> me/100g	N. Calcário* t/ha	Resposta da calagem - %	
			trigo	soja
Chiapetta	,5	6,0	12	18
J. Castilhos	1,2	6,6	9	42
Cruz Alta	1,2	6,9	3	44
L. Vermelha	2,7	9,5	43	112
Vacaria	1,9	9,8	42	200
P. Funde	3,2	10,6	33	138

\* Quantidade indicada pelo método SMP para elevar o pH do solo até 6,0.

Pelos dados do Quadro 3 nota-se que o aumento de rendimento de trigo devido a calagem variou entre 3 e 43% sobre a testemunha sem calcário enquanto que o aumento variou entre 18 a 200% na soja.

Uma das causas da baixa resposta do trigo a aplicação de calcário tem sido apontado o fato de que os cultivares brasileiros ora recomendados, ou foram selecionados para resistência ao Al, ou possuam em seus ancestrais material resistente a toxidez de Al. Estudos conduzidos com cultivares brasileiros e estrangeiros indicam que realmente há comportamento diferencial entre cultivares quanto a calagem, sendo que os cultivares brasileiros apresentam menor resposta a calagem do que os cultivares estrangeiros que não possuem material genético resistente ao Al.

Os dados do Quadro 4 mostram 2 grupos de resposta entre os cultivares brasileiros (resposta positiva a calagem e não resposta ou resposta negativa) enquanto que os cultivares estrangeiros todos apresentaram resposta positiva a calagem.

Quadro 4. Resposta de cultivares de trigo a aplicação de calcário (Fonte: Dotto, S.R. et alii, 1974)

Cultivares brasileiras				Cultivares estrangeiras	
Apres. resposta		Não apres. resposta		apresentaram resposta	
Cultivar	%*	Cultivar	%*	Cultivar	%*
IAS-58	117	PF 69118	100	Super X	230
Pel 13738 68	114	Pel 13014-68	100	Azteca	129
IAS-55	112	IAS-60	96	Tabari	116
PF 70100	111	L. Verm.	96	Bb 6362	217
IAS-59	105	PF 70238	89	Palmira	278
		S-56	89		
		IAS-52	88		
		IAS-51	84		
		PF 69106	80		
		PF 69173	76		

\* Tomanas como 100 o rendimento da testemunha sem calcário. (Foram aplicadas 6 t/ha de calcário)

#### Resposta a adubação nitrogenada

A resposta da cultura do trigo a adubação nitrogenada é principalmente dependente das condições de suprimento de N pelo solo (teor de M.O. e condições favoráveis a mineralização), do clima e da capacidade da planta em atingir altos rendimentos (disposições das folhas para máxima captação da energia solar, resistência ao acamamento, resistência a moléstias, etc...).

Os cultivares brasileiros não suportam elevadas doses de nitrogênio. Em geral as respostas positivas a N situam-se em torno de 60 kg/ha de N. Doses superiores a esta baixam os rendimentos.

O Quadro 5 exemplifica esta tendência de resposta quando o cultivar IAS 52 foi utilizada. Conclusão semelhante pode ser tirada de estudos de comportamento de vários cultivares e linhagens, frente a aplicação de nitrogênio durante 4 anos consecutivos. Dos 9 cultivares estudados (L. Vermelha, IAS 59, IAS 58, S 56, PF 69118, IAS 52, PF 69173, IAS 60, IAS 55), o cultivar IAS 52 e a linhagem PF 69173 responderam até 90 kg/ha de N, a variedade IAS 60 não respondeu a aplicação de N. Sendo que as variedades IAS 59, IAS 58, IAS 55, e a linhagem PF 69118 responderam até o nível de 60 kg/ha de N e os cultivares S 56 e Lagoa Vermelha até 120 kg/ha, Dotto, S.R. et alii, 1974.

#### Resposta a adubação potássica

A resposta da cultura do trigo à adubação potássica é muito dependente dos teores de K no solo prontamente disponível às plantas. Assim solos cultivados por muitos anos sem a devida aplicação de K apresentou boas respostas a adubação potássica. Enquanto que solos onde a agricultura intensiva foi introduzida recentemente, possuem boas reservas de K disponível, e as respostas a aplicação de potássio são baixas. O Quadro 6 exemplifica estas duas situações.

Quadro 5. Resposta a aplicação de nitrogênio em trigo (variedade IAS 52) no ano de 1970 em Ijuí - Santo Angelo. (Fonte: Departamento de Solos FA/UFRGS, Relatório Anual 1970/71)

N	Tratamentos - kg/ha		Calcário aplicado t/ha	
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	kg/ha	
0	0	0	290	344
0	300	80	1.986	2.156
30	300	80	2.482	2.833
60	300	80	2.385	2.665
90	300	80	2.209	2.283

Quadro 6. Resposta do trigo a adubação potássica em solos com diferentes níveis de K disponível (Fonte: Departamento de Solos FA/UFRGS, Relatório Anual 1969, 1970/71)

Tratamentos K <sub>2</sub> O - kg/ha	K - solo (ppm)	Rendimento kg/ha
	Solo com alto K trocável	
0	78	2.454
40	81	2.626
80	95	2.665
120	111	2.474
	Solo com baixo K trocável	
0	31	260
100	39	860
200	47	1.070
300	66	1.240

Recomendação de fertilizantes e corretivos da acidez de solo na cultura do trigo

A recomendação de fertilizantes e corretivos da acidez é feita atualmente com base em análise de solos.

O calcário é indicado pelo método SMP para elevar o pH do solo em torno de 6,0 (Mielniczuk et alii, 1969). Recomenda-se a quantidade de calcário para elevar o pH até 6,0 tendo em vista que o trigo no Sul do Brasil entre em sistemas de utilização da terra em que são incluídas, principalmente a soja que é sensível à acidez. A calagem é considerada como investimento com duração do efeito por 5 anos.

A indicação de fertilizantes é dividida em adubação corretiva que visa elevar a fertilidade do solo a níveis não limitantes à altos rendimentos e a de manutenção com vistas a manutenção da fertilidade do solo, atuando também como adubo inicial.

A adubação corretiva é feita com base em análises de solo previamente calibradas e é considerada como investimento (duração de 4 a 5 anos). As quantidades de nutrientes a serem utilizados em função dos níveis destes nutrientes (P e K) no solo são dados no Quadro 7.

A adubação de manutenção é aplicada antes de cada cultura e é considerada custeio. As quantidades de adubo de manutenção recomendadas para aplicar na cultura do trigo são dados no Quadro 8.

**Quadro 7. Recomendação de adubação para fósforo e potássio. Departamento de Solos FA/UFRGS - Tabelas de adubação corretiva e de adubação de manutenção para solos e culturas dos Estados do RS/SC (1973).**

Análise	De Potássio (K) - ppm										
	Interpretação			M. baixo		Baixo		Médio		Bom	
	Grupos texturais <sup>1/</sup>			0 a 20		21 a 40		41 a 60		+ 60	
De Fósforo (P) - ppm	1	2	3	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	K <sub>2</sub> O kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	K <sub>2</sub> O kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	K <sub>2</sub> O kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	K <sub>2</sub> O kg/ha
	M. baixo	0,0	0,0	0,0	120	120	120	80	120	40	120
a		a	a								
Baixo	3,0	6,0	10,0	80	120	80	80	80	40	80	0
	a	a	a								
Medio	6,0	12,0	20,0	40	120	40	80	40	40	40	0
	a	a	a								
Bom	9,0	18,0	30,0	0	120	0	80	0	40	0	0
	a	a	a								

- 1/ a) Usar o grupo 1 quando a análise refere-se a solos argilosos como, por exemplo, os solos Erexim, Vacaria, Bom Jesus, Ciriaco, Charrua e Santo Ângelo;  
 b) Usar o grupo 2 quando a análise refere-se a solos francos como, por exemplo, os solos Uruguaiana, Bela Vista, Alto das Canas, São Jerônimo, Santa Maria e Pedregal;  
 c) Usar o grupo 3 quando a análise refere-se a solos arenosos como, por exemplo, os solos Bom Retiro, São Pedro, Osório, Cruz Alta, Itapoã e Tupanciretã.

**Quadro 8. Tabela de recomendação de adubo de manutenção e em cobertura para a cultura do trigo (Departamento de Solos FA/UFRGS - Tabelas de adubação corretiva e de manutenção para solos e culturas do RS/SC - 1973).**

Cultura	Análise do solo K ppm	Adubo de manutenção <sup>1</sup> nutrientes - kg/ha			M.O. %	Adubo de cobertura <sup>2</sup> N - kg/ha	
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O		N	kg/ha
Trigo	- 60	10	70	50	0-2,5	40	
	60-100	10	70	30	2,5-5,0	20	
	+100	10	70	0	+5,0	0	

1 Aplicar em linha durante o plantio.

2 Aplicar a longo am cobertura. Levar em conta a variedade, utilização de calcário e o clima.

Resultados obtidos com a utilização das recomendações

As tabelas de recomendação de adubação aqui apresentadas foram introduzidas no ano de 1965 para utilização através do serviço de extensão e fomento. Até o presente estão sendo constantemente melhoradas com base nos últimos dados de pesquisa de todas as entidades. Atualmente estão sendo adotadas pela rede de laboratórios do Estado do Rio Grande do Sul e Santa Catarina e largamente utilizadas pelos agricultores nestes dois Estados.



Os dados contidos no Quadro 9, mostram os resultados obtidos com as 3 principais culturas do Estado do Rio Grande do Sul, com a utilização das tabelas de recomendação adotadas pelos laboratórios de análises de solo.

Com base nos resultados apresentados no Quadro 9, conclui-se que é possível elevar o rendimento da cultura do trigo mediante a utilização racional de insumos. Lembramos que para a obtenção dos resultados citados os agricultores devem utilizar todas as outras técnicas culturais e de manejo de solo em alto grau.

Quadro 9. Rendimentos médios atuais e os obtidos em solos de fertilidade corrigidas das culturas de milho, soja e trigo alcançados pelos produtores orientados pela ASCAR em alguns municípios do Rio Grande do Sul.

Município	Rendimento Medio					
	Atual <sup>1/</sup>			Com correção da fertilidade do solo <sup>2/</sup>		
	Milho kg/ha	Soja kg/ha	Trigo kg/ha	Milho kg/ha	Soja kg/ha	Trigo kg/ha
Carazinho	1.700	1.000	900	5.040	2.400	1.700
Ibirubá	1.200	1.000	700	3.300	1.900	2.000
Ijuí	1.000	1.000	800	3.000	2.200	1.800
Passo Fundo	1.300	900	1.000	3.600	2.800	2.100
Santa Rosa	1.100	1.000	1.000	4.070	1.990	1.970
Erexim	1.800	1.100	900	4.800	2.400	1.800
Panambi	1.000	1.100	900	3.780	2.160	1.970
Três de Maio	800	1.000	800	2.500	1.650	1.520
Espumoso	1.400	1.100	860	-	2.055	1.800
Sarandi	1.300	1.100	860	4.000	2.100	1.800
Tapera	1.200	1.036	860	-	2.400	2.000
Médias	1.254	1.036	871	3.788	2.185	1.824

<sup>1/</sup> Anuário Estatístico do RGS - DEE - médias dos anos de 1967, 1968 e 1969.

<sup>2/</sup> Médias de 1.500 lavouras orientadas pelos Extensionistas da ASCAR no período 1967/1970.

#### Literatura citada

Dotto, S. R. et alii. 1974. Estudo da inetracção entre variedades, nitrogênio e calcário. Embrapa, Pesquisa com trigo na EEPF; VI Reunião Anual Conjunta da Pesquisa com Trigo, Porto Alegre, 1974.

Mielniczuk, J. et alii. 1969. Recomendações de adubo e calcário para os solos e culturas do Rio Grande do Sul; Boletim Técnico nº 2, Departamento de Solos FA/UFRGS, Porto Alegre, 1969.

Siqueira, O. J. F. et alii, 1974a Determinação do efeito residual simples e acumulativo da calagem sobre as propriedades do solo e o rendimento do trigo, em sucessão trigo - soja. In: EMBRAPA Pesquisa com trigo na EEPF. VI Reunião Anual Conjunta de Pesquisa de Trigo, Porto Alegre, 1974.

Siqueira, O. J. F. et alii, 1974b Avaliação do diferencial máximo de resposta a calagem da sucessão cultural trigo e soja em solos ácidos do Planalto Rio-grandense. In: EMBRAPA Pesquisa com soja na EEPF: II Reunião Conjunta de pesquisa de soja - RS/SC. Porto Alegre, 1974.

FERTILIZACION DE TRIGO (*Triticum aestivum* L.) EN COLOMBIA  
Rodrigo Muñoz A. et  
Luís A. Leon S.

Departamento de Agronomía, Programa Nacional de Suelos del  
Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)  
Colombia

Introducción

En Colombia se cultiva trigo en los departamentos de Nariño, Boyacá y Cundinamarca principalmente y, en menor extensión en el Tolima, Valle, Cauca, Caldas y Santanderes (31). En los departamentos mencionados el cultivo ha disminuído muy considerablemente en los últimos 12 años. En 1962 se cultivaron 150.000 hectáreas, que produjeron 162,000 toneladas. En 1972 el área sembrada disminuyó hasta 42.500 hectáreas, que produjeron 49.200 toneladas (18).

El marcado decrecimiento en el cultivo se ha atribuido principalmente: 1) a la escasa coordinación para integrar e intensificar la asistencia técnica, el crédito y el mercadeo; 2) a los continuos aumentos en los costos de producción; 3) a los precios de sustentación estables y poco remunerativos durante los 4 años previos a 1972 y 4) a las dificultades en la comercialización del producto (18).

Como consecuencia de la disminución en la producción y del aumento de la población, el país ha incrementado las importaciones de trigo en casi un 100 por ciento en menos de 6 años, ocasionando una exagerada salida de divisas. Es así como para el año 1972 se importó trigo por un valor superior a los 27 millones de dólares (18). No obstante los datos anteriormente presentados, existen otros índices que muestran la gran importancia de este cultivo en las zonas frías de la región Andina Colombiana. Para el año de 1972 el cultivo del trigo generó una ocupación directa de dos millones de jornales y su producción representó un valor de 164.6 millones de pesos (18).

En vista de la gran importancia social y económica de este cereal en Colombia, el Programa de Suelos del IDIA, hoy ICA, inició en 1959 ensayos de fertilización en fincas de agricultores de los departamentos de Nariño, Boyacá y Cundinamarca. En estos ensayos se buscaban las dosis más adecuadas de los nutrimentos nitrógeno, fósforo, potasio y de enclamiento. En este trabajo se presenta un resumen de los datos más sobresalientes de estas investigaciones.

Revisión de Literatura

Los suelos dedicados al cultivo del trigo en Colombia están localizados principalmente en los valles intermontanos altos y en las tierras onduladas y quebradas de sus alrededores, de la región Andina fría. En estas zonas predominan las formaciones vegetales bosque seco montano bajo (bs-MB), bosque húmedo montano (bh-M) y bosque húmedo montano bajo (bh-MB); las condiciones climáticas de las zonas que se encuentran entre 2.300 y 3.300 metros sobre el nivel del mar son: 450 a 1.500 milímetros de precipitación anual y 6 a 15 grados centígrados de temperatura media. Existen además, dos períodos de lluvias comprendidos entre marzo y junio y entre septiembre y diciembre, que permiten dos cosechas de trigo por año, cuando se emplean variedades precoces (12, 31).

En Cundinamarca, en la parte denominada Sabana de Bogotá, se encuentran las series de suelos Tibaitatá, Techo, Río Bogotá, Bermeo, Gachancipa, Cogua, Corzo, Nemocón y Zipaquirá. En las tierras onduladas y quebradas de los alrededores de la Sabana están las series Cabrera, Cruz Verde, Monserrate y Facatativá (11, 12, 13).

Varias de estas series de suelos han sido clasificadas, según la 7a. aproximación, así: Serie Tibaitatá como Eutropept ó Hapludoll; la Serie Techo como Tropacualf ó Natracualf; la Serie Bermeo y Facatativá como Placandept; y las Series Cogua y Cabrera como Humitropept (11).

En Boyacá, la naturaleza de los suelos en la zona ondulada es bastante similar a la de los suelos de la zona fría de Cundinamarca. En varios estudios se han encontrado series de suelos comunes a ambas áreas, tales como las series Páramo, Cabrera, Cogua y Boyacá, presentes en las áreas onduladas y quebradas. Otras series de suelos en la región ondulada son: Combitá, Lomas de Samaca, Lomas de Paipa y Lomas de Nobsa. En las partes planas son más comunes Nemocón, Río Chicamocha, Ubaté, Sora, Guachaneca y Toca y algunos suelos salinos como las series Paipa, Cucaita y Tausamena (11). En general, se trata de suelos que no han alcanzado grados avanzados de intemperismo, debido a la baja temperatura y poca precipitación. El material parental ha sido rejuvenecido eventualmente por deposición de material volcánico transportado por el viento sobre la zona ondulada o por material coluvio-aluvial que se ha redistribuido en las partes planas (11).

Los ensayos de fertilización en invernadero y campo, en suelos de la Sabana de Bogotá y en Boyacá han mostrado en común una deficiencia de fósforo. Algunos de ellos como los de las Series Tabaitatá y Río Bogotá poseen una alta capacidad de fijación de fósforo (15, 28). Estos suelos necesitan aplicaciones combinadas de nitrógeno y fósforo para asegurar altos rendimientos de papa, trigo, y cebada (8, 13, 26, 31, 32).

El material geológico en Nariño, entre la parte occidental en la Costa del Pacífico y la región oriental pertenece al Cuaternario, Terciario superior y Terciario inferior. Las rocas están integradas principalmente por material volcánico cascajoso, cantos de andesita, basaltos, tobas del cenozóico, rocas ígneas intrusivas, mantos de ceniza volcánica en diversos grados de compactación y derrames de Andesita (2, 16, 30). De acuerdo con Rodríguez (27), los suelos formados in situ, en el departamento de Nariño, son de origen volcánico y varios de ellos pertenecen al gran grupo de los Dystrandept, Eustrandept, Vitrandept, Humitropept y Cryandept (11, 16). Estos suelos presentan condiciones físicas muy buenas. En general predominan aquellos suelos de textura intermedias como franco arenoso, franco, franco arcilloso y franco limoso. Son suelos de una alta porosidad, permeabilidad y capacidad de retención de humedad y de densidad aparente baja generalmente menor de un gramo por centímetro cúbico (2, 30). En cambio, las propiedades químicas de estos suelos no son tan favorables para el desarrollo de los cultivos como las físicas. La mayoría de ellos son de fuerte a moderadamente ácidos; de medios a altos en materia orgánica en la capa superficial. El contenido de materia orgánica tiende a aumentar con la altitud. Además son de alto contenido de nitrógeno total, pero el nitrógeno asequible para las plantas es relativamente bajo (7, 19). Los ensayos de invernadero y campo han mostrado respuestas muy apreciables con la aplicación de nitrógeno en diferentes cultivos (6, 21, 25, 33, 34). En estudios de fraccionamiento se han encontrado altos contenidos de fósforo total. Sin embargo, las fracciones más

aprovechables representan un porcentaje muy bajo del total. Estos estudios y los ensayos de campo indican que el fósforo aplicado y el que se libera del suelo se transforma en compuestos bastante estables, quedando muy poca cantidad aprovechable para las plantas (4, 9, 10, 20, 21, 25, 29, 33, 34). Burbano y Cabrera (4) y Guerrero (10) en suelos volcánicos de la zona andina de Nariño, encontraron una capacidad de fijación superior a 90 por ciento del fósforo aplicado. En suelos similares, bajo fertilización fosfatada, López y Salas (14) obtuvieron que la secuencia de la participación de las diferentes fracciones del fósforo en el suministro de fósforo a las plantas estaba representada por fósforo unido al calcio, no apatítico ( $r=0,60++$ ) > fósforo fácilmente reemplazable ( $r=0,53+$ ) > fósforo unido al calcio, apatítico ( $r=0,29$ ). Los fosfatos de hierro y aluminio tuvieron muy poca participación en la nutrición fosfatada de la planta. Los trabajos de fertilización, en diferentes cultivos, en suelos de la zona fría de Nariño, indican la necesidad de aplicar grandes cantidades de fósforo asimilable para obtener altas producciones (6, 21, 29, 33, 34).

Al contrario de lo que ocurre con el fósforo, el contenido de potasio en sus diferentes fracciones es alto en los suelos volcánicos de la zona Andina de Nariño. Esos suelos tienen disponibilidades suficientes e inmediatas de potasio para los cultivos. Sin embargo, es importante anotar que en estos suelos el potasio se lixivia fácilmente (22). Los ensayos de campo han indicado que dosis bajas como 50 kg/Ha de  $K_2O$  tienden a disminuir los rendimientos en papa, maíz y cebada en comparación con el testigo sin potasio (7, 21, 22, 25, 33, 34). Otras bases intercambiables como el calcio y el magnesio tienen una distribución muy irregular con fluctuaciones muy acentuadas. En calcio existen variaciones extraordinariamente grandes, que van desde 0,02 a más de 31 miliequivalentes por 100 gramos de suelo, en el horizonte superficial y entre 0,02 y 26 o más miliequivalentes por 100 gramos, en el sub-suelo (20, 30). El magnesio como el calcio tiene también una distribución muy irregular con fluctuaciones acentuadas. La relación Ca:Mg predominante se encuentra alrededor de 4:1. El comportamiento del calcio y el magnesio se explican, probablemente, por la distribución desuniforme de las rocas que aportan estos elementos en la zona (20, 30). En estudios recientes Gabrán y colaboradores (8) y Parra y Gamboa (24), en suelos volcánicos del altiplano de Pasto e Ipiales, encontraron concentraciones elevadas de Ca-Total y de Ca-activo. Mientras que el Ca-intercambiable varió entre medio y bajo y el calcio soluble es muy bajo. De acuerdo con estos investigadores es probable que aparte del calcio soluble en agua y del calcio intercambiable, las plantas tomen cantidades considerables del calcio activo. Esto explicaría en parte la poca respuesta de algunos cultivos al encalamiento, en estos suelos (34).

La cantidad de nutrimentos tomados por el trigo son muy variados de acuerdo a los diferentes autores (1, 3, 6, 23). Sin embargo todos ellos parecen concordar en que el nitrógeno es requerido en mayor cantidad que el potasio y el fósforo. De acuerdo con Bartholomew (3) 2 t/Ha de granos extraen 45 kg/Ha de nitrógeno. Según Delgado y Delgado (6), 2.8 t/Ha de granos necesitan 63 kilogramos de nitrógeno y en un manual de fertilizantes (23) se indican requerimientos de 56 kg/Ha de nitrógeno, 22 kg/Ha de  $P_2O_5$  y 34 kg/Ha de  $K_2O$  para 2 t/Ha de granos.

#### Materiales y Métodos

La mayoría de los ensayos de trigo se sembraron en surcos. En este caso, los fertilizantes se colocaron, en banda en el fondo del surco, cubriéndolos con una delgada capa de suelo y encima se regó la semilla calculada para cada surco. El fertilizante se aplicó a mano o con tractor mediano, provisto de una sembradora

abonadora especialmente adaptadas para la siembra de parcelas experimentales. En los ensayos sembrados al voleo, los fertilizantes se regaron uniformemente, incorporándolos al suelo con rastrillo, antes de regar las semillas.

Como fuentes de los elementos nutritivos, se usaron la urea del 45 por ciento de nitrógeno, sulfato de amonio del 21 por ciento de nitrógeno, superfosfato triple del 46 por ciento de  $P_2O_5$ , Escorias Thomas del 16 por ciento de  $P_2O_5$ , sulfato de potasio del 46 por ciento de  $K_2O$ , el cloruro de potasio del 60 por ciento de  $K_2O$  y el abono comercial de fórmula 10-30-10.

En los ensayos de encalamiento, se aplicó la cal al voleo uniformemente y se incorporó después con rastrillo. El encalamiento se hizo con anticipación a la siembra del trigo.

En todos los ensayos se utilizaron las variedades mejoradas de trigo más adaptadas a cada zona. Estas variedades fueron Napo, Bonza, Nariño, Tiba, Tota, Miramar, Menkemen, Zipa, Samacá y Sugamuxi, en cantidades de semilla que variaron entre 80 y 130 kg/Ha.

Los análisis de los suelos de 0 a 20 centímetros, se efectuaron de acuerdo a las recomendaciones del laboratorio de Suelos del ICA (17). En el campo las respuestas de trigo, a la aplicación de fertilizantes, se evaluaron con base en el rendimiento por parcela, llevando después estos datos a kilogramos por hectárea, con humedad comercial de 12 al 15 por ciento. Además, se determinaron los niveles críticos de los análisis de suelos, para materia orgánica y fósforo, separando los valores altos y bajos, según el método de Cate y Nelson (5). Con los niveles críticos se encontraron las tendencias del rendimiento, para la interacción entre los nutrimentos nitrógeno y fósforo.

Finalmente se hizo un análisis económico de los resultados basados en la relación V/C. Esta relación está determinada por el valor (V) del aumento de la cosecha, considerando un precio de 3 pesos colombianos por kilogramo de trigo, y por el costo (C) del fertilizante. A la unidad de fertilizante se le asignó un precio de 4 pesos colombianos.

La relación V/C indica la rentabilidad de la fertilización. Así, una relación V/C=1, significa que el valor del aumento de la cosecha solamente fue suficiente, para pagar el costo de los fertilizantes. Una relación V/C inferior a la unidad indicará pérdidas; mientras que una relación V/C superior a la unidad indicará ganancias.

### Resultados y Discusión

#### Suelos del Departamento de Cundinamarca

En los ensayos realizados se encuentran representadas series de suelos tales como Tibaitatá, Río Bogotá-Nemocón, Techo-Gachancipá, Bermeo y Cabrera-Cogua-Facatativá.

De acuerdo con los resultados de análisis químicos, los suelos de regiones trigueras de Cundinamarca son muy variables en pH, fósforo, calcio y magnesio. La materia orgánica es baja con excepción de los suelos de la Serie Bermeo. El contenido de potasio intercambiable generalmente se encuentra dentro de valores

altos. Se pueden catalogar estos suelos entre ligera y fuertemente ácidos presentando una amplia gama de valores para el fósforo, el calcio y el magnesio.

En las Figuras 1 y 2 se observa la interacción entre el nitrógeno y el fósforo la cual aparentemente depende en un alto porcentaje del contenido de materia orgánica y fósforo asimilable de los suelos, los cuales se separaron en altos y bajos siguiendo el método de Cate y Nelson (5).

En la Tabla 4 se presenta un resumen de los requerimientos de nitrógeno y fósforo para trigo en las series de los suelos del departamento de Cundinamarca y los niveles críticos para porcentaje de materia orgánica y fósforo según Bray II. En la mayoría de estos suelos el nivel crítico de materia orgánica se encuentra entre 5 y 6.5% con excepción de la serie Bermeo en la cual este nivel es del 10.0 por ciento. Para fósforo el nivel oscila entre 15 y 18 partes por millón de este elemento, siendo más común el valor de 15. Para todos los casos, si el contenido de materia orgánica es alto se requieren 30 kg/Ha de nitrógeno para obtener una buena respuesta a la fertilización.

En suelos de la Serie Río Bogotá-Nemocón y Cabrera-Cogua-Facatativá no se justifica económicamente aplicar nitrógeno si nos basamos en la mejor relación Valor-Costo (V/C) (Tabla 5). Si el contenido de materia orgánica es bajo las aplicaciones más recomendables de nitrógeno se encuentran entre 90 y 60 kg/Ha, pero en el caso de la Serie Bermeo no se justifica económicamente hacer aplicaciones de nitrógeno, de acuerdo con los resultados presentados en la Tabla 5.

Cuando el contenido de fósforo de los suelos es alto, generalmente se deben añadir 75 kilos de  $P_2O_5$  por hectárea, siendo esta dosis económica con excepción de aquellos de la Serie Cabrera-Cogua-Facatativá donde no se justifica aplicar fósforo. En la Serie Bermeo se pueden aplicar hasta 150 kilos por hectárea de  $P_2O_5$  con una buena relación V/C. Si el suelo es bajo en fósforo la respuesta es aceptable a 225 kilos de  $P_2O_5$  por hectárea, pero económicamente en la mayoría de los casos no se justifica adicionar más de 75 o 150 kilos de  $P_2O_5$ .

En la Tabla 1, se presenta los rendimientos de trigo bajo fertilización con potasio en los suelos de la Serie Tibaitatá. De acuerdo con los resultados presentados, el trigo en estos suelos responde muy poco a las aplicaciones de potasio.

Sin embargo, se considera conveniente hacer aplicaciones de cantidades medianas de este nutrimento, entre 25 y 50 kg/Ha de  $K_2O$ , con el fin de prevenir posibles deficiencias.

Vega y colaboradores (31), en un suelo de la Serie Río Bogotá con 0.84 me/100 gramos de potasio intercambiable encontraron aumentos en la producción de trigo al aplicar 40 kg/Ha de  $K_2O$ .

En la Tabla 2, se presenta el efecto de la aplicación de nitrógeno, fósforo y potasio en el rendimiento del trigo en suelos de la Serie Techo. Estos resultados no muestran una relación estrecha entre el contenido de potasio en el suelo y las respuestas a las aplicaciones de este elemento. Posiblemente el número de ensayos realizados no es suficiente para llegar a una conclusión acertada. Sin embargo, parece conveniente agregar hasta 40 kg/Ha de  $K_2O$  con el fin de evitar posibles deficiencias de este nutrimento.

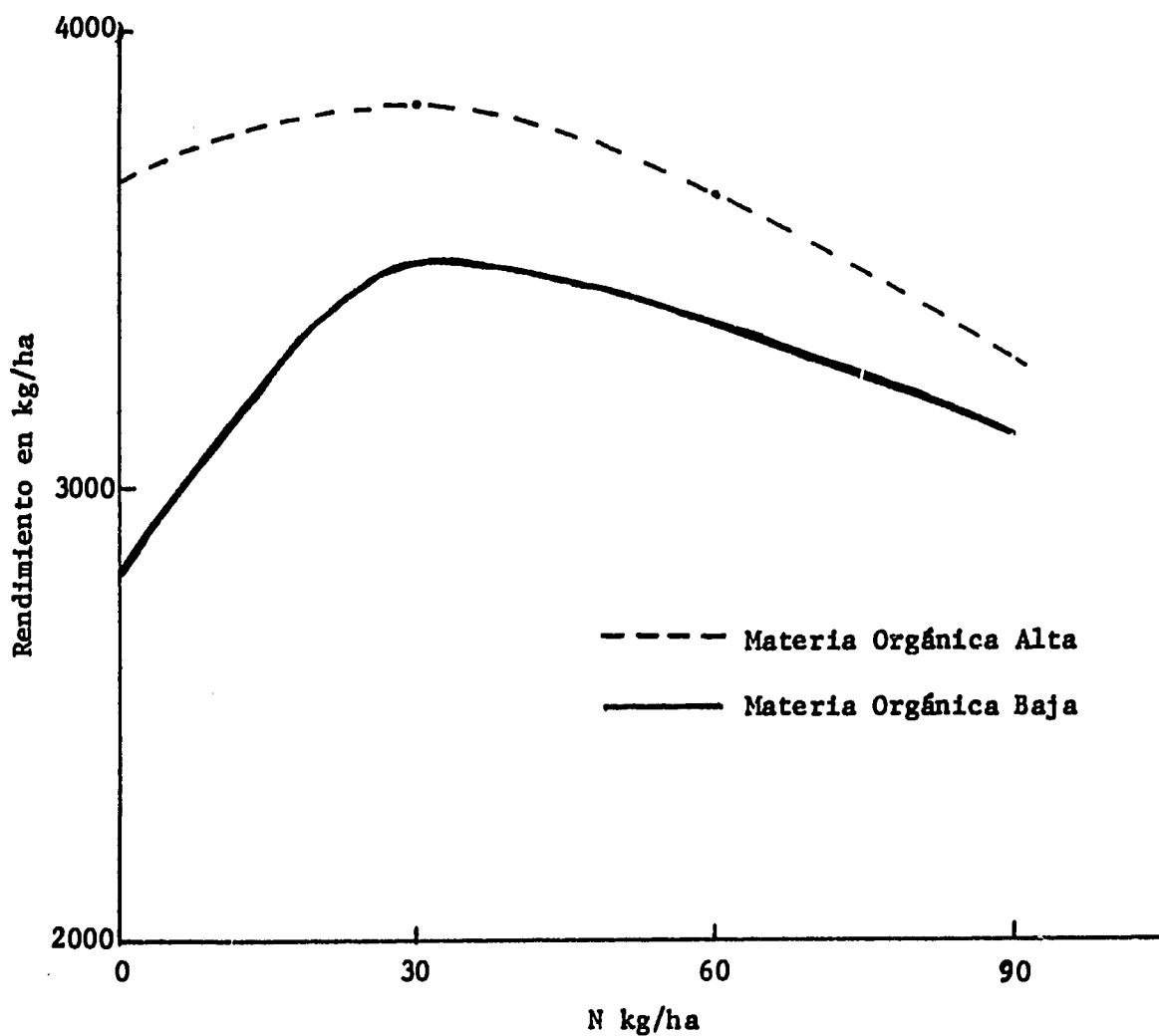


Figura 1. Respuesta promedio del trigo a la interacción de N x P en suelos de Colombia. Aplicación uniforme de 75 kg/ha de  $P_2O_5$ .

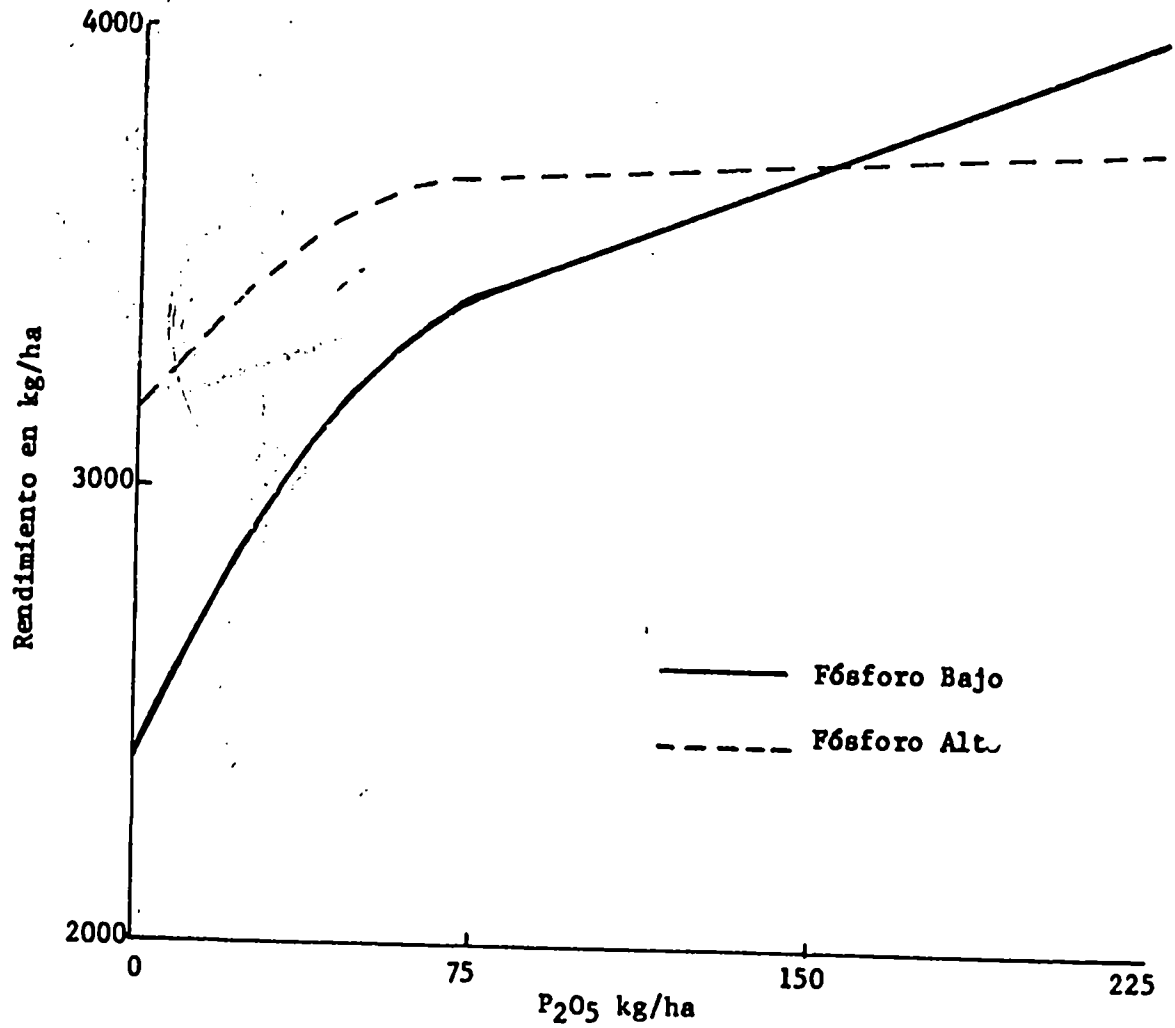


Figura 2. Respuesta promedio del trigo a la interacción P x N en suelos de Colombia. Aplicación uniforme de 30 kg/ha de N.



Los estudios sobre encalamiento muestran que adiciones de cal no producen aumentos en el rendimiento del trigo en suelos de la Serie Tibaitá.

En las series Río Bogotá-Nemecón, en el caso del trigo, son escasos los trabajos realizados a este respecto. Sin embargo, los existentes parecen indicar la necesidad de haber aplicaciones de cal hasta 10 t/Ha para aumentar los rendimientos y permitir una mayor aprovechabilidad del nitrógeno y fósforo aplicados (31).

Los estudios de encalamiento en suelos de las Series Techo y Bonza indican aumentos considerables de los rendimientos con 2 y 4 toneladas de cal por hectárea. De acuerdo con Vega y otros (31), es necesario tener precaución en la cantidad de cal que se aplique para evitar sobre, encalamiento que podría influir favorablemente en la fijación del fósforo y provocar posibles deficiencias de hierro, manganeso y boro. Según Rojas Cruz (10) la Serie Techo muestra una fuerte tendencia a que los cultivos respondan a la aplicación de elementos menores tales como cobre, boro, manganeso y zinc.

#### Suelos del Departamento de Boyacá

Según los resultados de los análisis químicos de las diferentes localidades trigueras de Boyacá, los suelos son, en su mayoría, fuertemente ácidos; bajos en materia orgánica, en calcio y magnesio y altos en potasio. El contenido de fósforo es muy variable, pero en general tiende a ser alto.

Los ensayos realizados indican una interacción positiva muy acentuada entre el nitrógeno y el fósforo. En estos suelos, cuando el contenido de materia orgánica es menor de 7.5 por ciento se obtienen rendimientos crecientes hasta 60 kg/Ha de nitrógeno. Con contenidos mayores de materia orgánica se presentan aumentos con nitrógeno únicamente con 0 y 75 kg/Ha de  $P_2O_5$ . En presencia de 150 y 225 kg/Ha de  $P_2O_5$ , cualquier dosis de nitrógeno disminuye los rendimientos con relación al testigo. El fósforo presenta una mayor eficiencia en el rendimiento que el nitrógeno. En estos suelos, cuando el contenido de fósforo es menor de 17 partes por millón, ocurren aumentos muy altos con todas las diferentes dosis de fósforo hasta 225 kg/Ha de  $P_2O_5$ . En suelos más altos en fósforo también presentan aumentos pero, con dosis mayores de 75 kg/Ha de  $P_2O_5$ , los incrementos en rendimientos son muy poco apreciables.

Los estudios con fertilización de potasio son muy escasos en suelos de Boyacá. Sin embargo, los que existen parecen indicar la necesidad de aplicar hasta 80 kg/Ha de  $K_2O$  en trigo (31).

Vega y colaboradores (31), en suelos de la Serie Bonza, localizada en el Valle de Sogamoso, encontraron respuesta a las aplicaciones de 2 y 4 t/Ha de cal (Figura 3).

Los suelos donde se obtuvieron estos resultados contenían entre 4.5 y 18.2 me/100 gramos de calcio intercambiable. Sin embargo, parece que debido al gran poder amortiguador de las arcillas de estos suelos, es posible agregar hasta 10 t/Ha de cal, sin peligro de sobre encalamiento (28).

#### Suelos del departamento de Nariño

En general los suelos dedicados al cultivo del trigo en el departamento de Nariño, son moderadamente ácidos, bajos en materia orgánica, en calcio y magnesio y altos

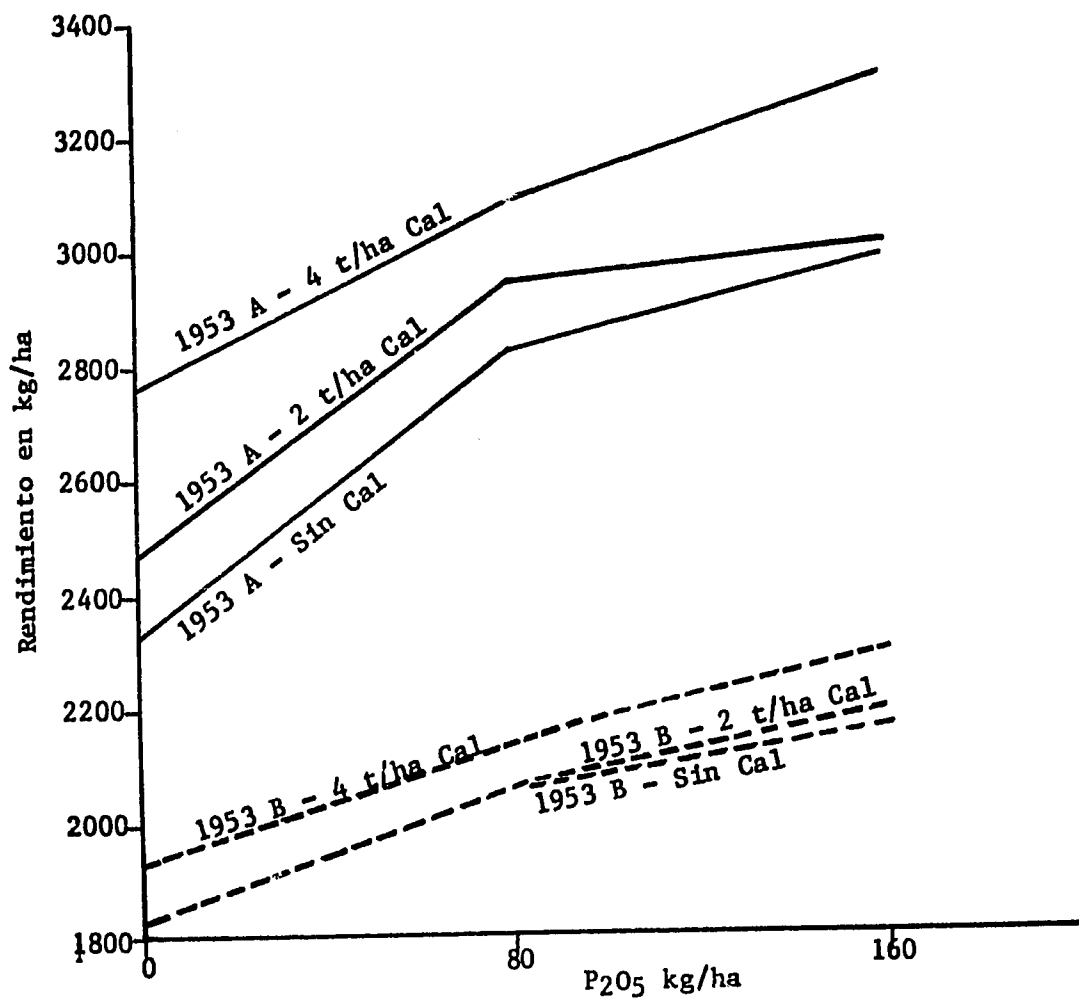


Figura 3. Comparación del rendimiento del trigo con diferentes dosificaciones de fósforo y cal. Serie Bonza.

en potasio. La mayoría de las localidades presentan contenidos altos de fósforo cuando se determina por el método de Bray II.

En las Figuras 4 y 5 se observan las tendencias del rendimiento al fertilizar con nitrógeno y fósforo. La respuesta a nitrógeno se evaluó en presencia de 69 a 225 kg/Ha de  $P_2O_5$  más 23 a 50 kg/Ha de  $K_2O$  y la de fósforo en presencia de 23 a 100 kg/Ha de N más 23 a 50 kg/Ha de  $K_2O$ .

De acuerdo con estos resultados, en los suelos con contenidos menores de 6 por ciento de materia orgánica y de 30 partes por millón de fósforo (Bray II) ocurren aumentos muy considerables en la producción, con nitrógeno hasta 60 kg/Ha y con fósforo hasta 225 kg/Ha de  $P_2O_5$ . En suelos con contenidos más altos de materia orgánica y fósforo se requieren aplicaciones bajas, no mayores de 30 kg/Ha de N y de 75 kg/Ha de  $P_2O_5$ , para lograr altos rendimientos.

Es importante anotar que de acuerdo con López y Salas (14) en los suelos volcánicos de la región Andiana de Nariño, el método de Bray II extrae cantidades altas de fósforo unido al calcio apatítico, el cual no correlaciona con el fósforo tomado por las plantas. Esto explicaría en parte el límite crítico de 30 partes por millón de fósforo (Bray II) para diferenciar suelos bajos y altos en fósforo y no el de 15 partes por millón de fósforo (Bray II).

En la Tabla 3, se observan las respuestas del trigo a la fertilización con potasio. De acuerdo con estos resultados existen incrementos en el rendimiento, aunque no muy considerables, cuando se aplican hasta 50 kg/Ha de  $K_2O$ ; a pesar de poseer todas las localidades estudiadas más de 0,33 miliequivalentes de potasio por 100 gramos de suelo.

#### Fuentes de fósforo en el rendimiento del trigo

De acuerdo con los datos de la Figura 6, las Escorias Thomas son una fuente de fósforo muy buena para trigo, en los suelos ácidos y volcánicos de Nariño, aplicadas al momento de la siembra. Posiblemente este efecto favorable en el rendimiento es provocado no solo por el fósforo que aportan las Escorias sino también por el calcio y otros micronutrientes que posee esta fuente como impurezas.

#### Recomendaciones de fertilizantes

En las Tablas 4 y 5 se indican las cantidades de nitrógeno, fósforo y potasio con base en los más altos rendimientos y con la mayor relación V/C. Como puede apreciarse existen diferencias muy marcadas en la cantidad de nitrógeno, fósforo y potasio, que debe aplicarse para alcanzar la mayor producción (Tabla 4) y la mejor relación V/C (Tabla 5). En general la mejor relación V/C se logra con dosis más bajas de nitrógeno y fósforo, en comparación con el mayor rendimiento.

#### Cantidad de fertilizantes para el trigo en Colombia.

En la Tabla 6 se presentan las necesidades de nitrógeno, fósforo y potasio considerando los requerimientos promedios de nitrógeno en 45 kg/Ha, los de fósforo en 150 kg/Ha de  $P_2O_5$  y los de potasio en 30 kg/Ha de  $K_2O$ .

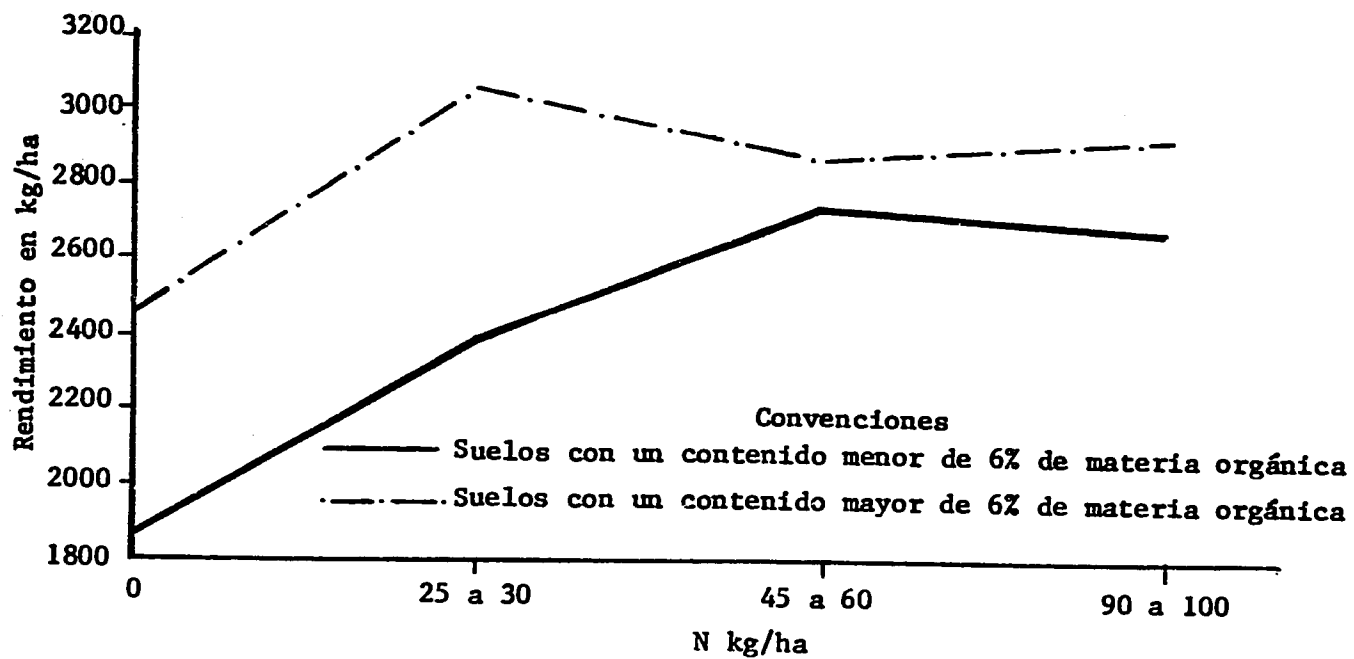


Figura 4. Respuesta promedio del trigo a la fertilización con nitrógeno, en suelos del departamento de NARIÑO. Datos promedios de 21 localidades.

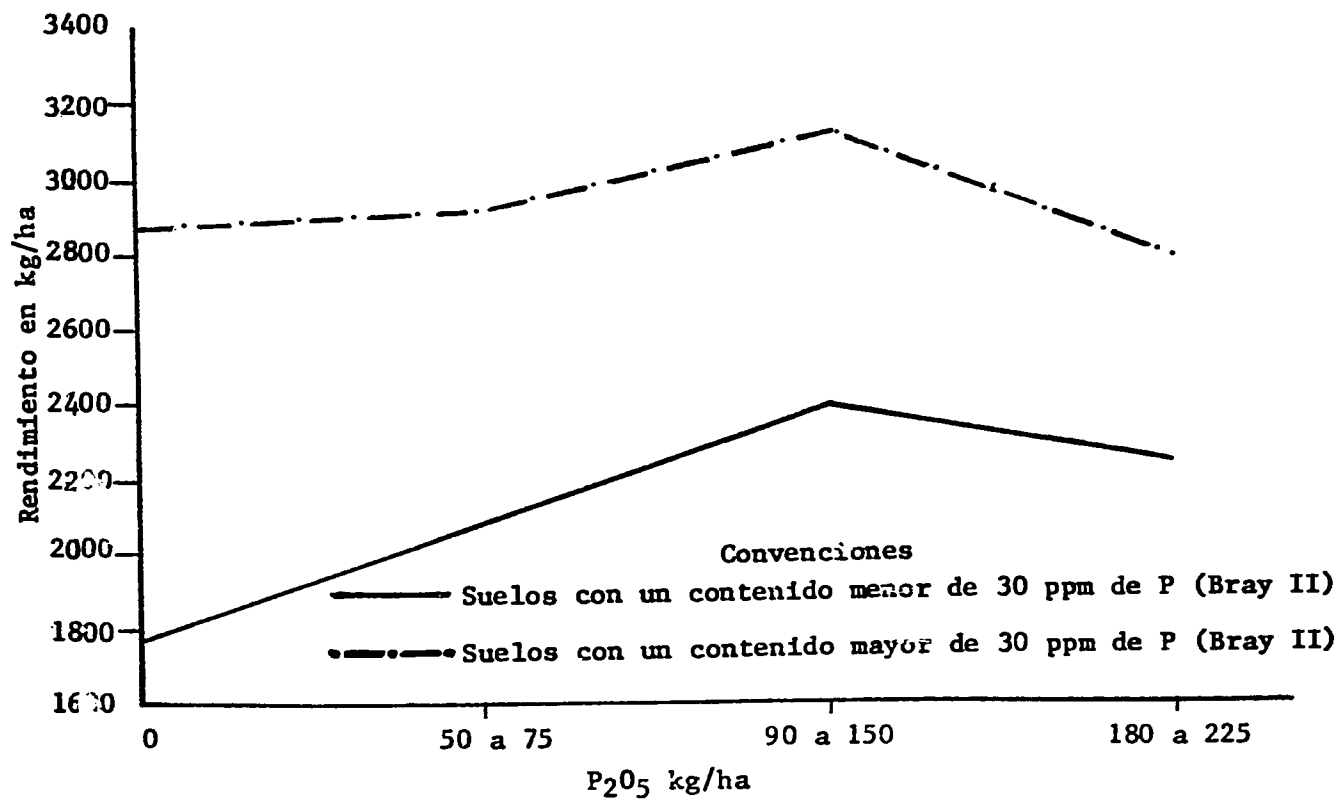


Figura 5. Respuesta promedio del trigo a la fertilización con fósforo en suelos del departamento de NARIÑO. Datos promedios de 21 localidades.

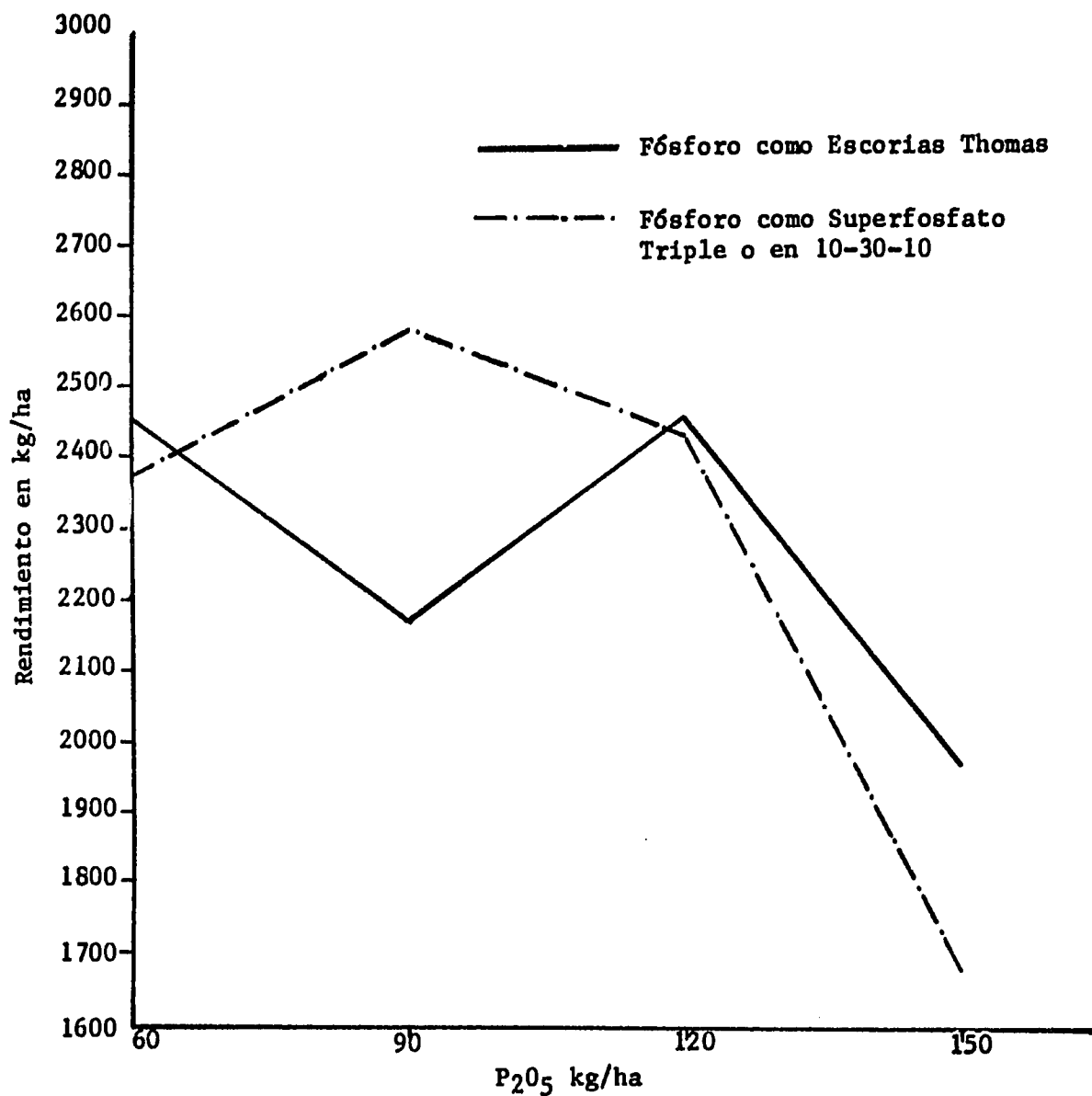


Figura 6. Efecto del P, aplicado en varias fuentes, en el rendimiento del trigo, en suelos de NARIÑO.

### Conclusiones

Los estudios de fertilización realizados por el Programa de Suelos del ICA en trigo, en los suelos de la región Andina fría de los departamentos de Narino, Boyacá y Cundinamarca (Colombia), permiten omitir las conclusiones siguientes:

Existe una interacción positiva muy acentuada entre los nutrimentos nitrógeno y fósforo. Las cantidades combinadas de estos dos nutrimentos dependen del contenido de materia orgánica y de fósforo en cada suelo. En suelos bajos en materia orgánica y en fósforo aprovechable evaluado por el método de Bray II, se requieren entre 60 y 90 kg/Ha de N en combinación con 150 o más kg/Ha de  $P_2O_5$  para obtener altos rendimientos. En suelos con contenidos altos en materia orgánica y en fósforo se logran altas producciones con 30 kg/Ha de N y 75 a 150 kg/Ha de  $P_2O_5$ .

La información existente no permite concluir si existe una estrecha relación entre el contenido de potasio intercambiable en el suelo y las respuestas a las aplicaciones de este elemento en el campo. Sin embargo, parece conveniente agregar entre 30 y 50 kg/Ha de  $K_2O$  para evitar posibles deficiencias y desbalanceamiento con otros nutrimentos.

Las Escorias Thomas son una buena fuente de fósforo para el trigo comparable con el superfosfato triple, cuando se aplican al momento de la siembra.

### Summary

Soils cultivated with wheat in Colombia are located in cold zones of the departments of Narino, Boyaca and Cundinamarca. These soils, generally, are located between 2,300 and 3,300 meters above sea level, with annual rainfall between 450 and 1500 mm and a mean temperature between 6° and 13°C.

The Cate and Nelson method (5) was used to separate the soils high and low in organic matter and available phosphorus content (Bray II method). In the soils low in organic matter (generally lower than 7 percent) it is necessary to fertilize with 60 to 90 kg/ha of nitrogen. Soils high in organic matter need only 30 kg/ha of nitrogen, or less, in order to produce a good yield. Phosphorus deficiencies reduce yields more than any other nutrient in acid soils of Colombia. Those soils are generally lower than 18 ppm of available phosphorus (Bray II), except in the department of Narino where the "critical soil test level" is 30 ppm of P. In these soils it is necessary to apply 225 kg/ha or more of  $P_2O_5$  in order to get a good yield. Soils high in phosphorus need no more than 75 to 150 kg/ha of  $P_2O_5$ .

There is not enough information about correlations between exchangeable potassium in the soils and the yield of wheat when potassium is applied. However, to prevent losses by leaching or negative interactions with others nutrients, it is necessary to supply approximately 30 to 50 kg/ha of  $K_2O$ .

Finally, the results showed that the following ratios among N:  $P_2O_5$ :  $K_2O$  can be recommended for commercial fertilizers: 1:3:0.5; 1:3:1, and 1.5:3:0.5.

Bibliografía

1. American Potash Institute, Inc. s.f. Nutrientes utilizados por varios cultivos. 1102 16th. St. N.W. Washington, D. C. 20036.
2. Arias, H. A. 1970. Algunas propiedades físicas en dos suelos derivados de cenizas volcánicas por varios métodos y combinaciones de los mismos, en el municipio de Pasto, Nariño, Colombia. Universidad de Nariño. Instituto Tecnológico Agrícola. Pasto. (Mecanografiado).
3. Bartholomew, W. V. 1972. El nitrógeno del suelo. Procesos de abastecimiento y requerimientos de los cultivos. International Soil Fertility. Evaluation e Improvement Program. 17-19 p. (Boletín Técnico No. 6).
4. Burbano, H. J. y G. T. Cabrera. 1971. Capacidad de fijación de fósforo en suelos de 4 áreas volcánicas de Colombia y su relación con algunas características edáficas. Universidad de Nariño. Instituto Tecnológico Agrícola. Pasto. (Mecanografiada).
5. Cate, B. R. and L. A. Nelson. 1965. A rapid method for correlation of Soil Test Analyses with plant response data. International Soil Testing. North Carolina State University Agricultural Experiment Station. 2-13 p. (Technical Bulletin No. 1).
6. Delgado, S. G. y S. O. Delgado. 1969. Estudios de efectos de niveles, formas y épocas de aplicación de nitrógeno al trigo (Triticum sativum L.). Universidad de Nariño. Instituto Tecnológico Agrícola. Pasto (Mecanografiada).
7. Feuillet, B. C. y S. A. Feuillet. 1971. Fraccionamiento de nitrógeno, fósforo y potasio en suelos de la Sabana de Túquerres, bajo condiciones de pradera. Universidad de Nariño. Instituto Tecnológico Agrícola. Pasto. (Mecanografiada).
8. Gabdan, J., M. Blasco y R. Guerrero. 1972. El calcio en los suelos volcánicos del altiplano de Pasto. Revista de Ciencias Agrícolas (Colombia) 4(1):5-13.
9. Gonzalez, M. G. 1972. Fraccionamiento de fósforo en suelos volcánicos del altiplano de Ipiales, Nariño. Colombia. Universidad de Nariño. Instituto Tecnológico Agrícola. Pasto. (Mecanografiada).
10. Guerrero, R. R. 1971. Estudio de la capacidad de fijación de fósforo y sus formas en suelos volcánicos de cuatro regiones Andinas de Nariño. Universidad de Nariño. Instituto Tecnológico Agrícola. Pasto. (Mecanografiada).
11. Guerrero, M. R. 1973. La Fertilización fosfórica de suelos de clima frío. Trabajo presentado al III Coloquio sobre Suelos realizado en Bogotá. Programa de Suelos del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias Tabaitatá. Bogotá. Hojas en imprenta. 9-16 p.
12. Instituto Colombiano Agropecuario. ICA. 1972. Ecología de la zona del proyecto. Regional No. 1 y 5. División de Investigación. Bogotá. (Informe Anual de labores del Programa de Suelos). 11 y 108 p.



13. Instituto Geografico Agustin Codazzi. 1962. Levantamiento Agrológico de la Cuenca Alta del Río Bogotá. Bogotá. 109 p.
14. Lopez, S. y L. salas. 1973. Modificación a los métodos usuales de determinación de fósforo aprovechable en suelos volcánicos de la región Andina de Nariño. Universidad de Nariño. Instituto Tecnológico Agrícola. Pasto (Mecanografiada).
15. Leon, S. A. 1964. Estudios químicos y mineralógicos de diez suelos colombianos. Agr. Trop. (Colombia) 20: 443-445.
16. Luna, C. 1968. Anotaciones pedológicas sobre algunos Andosoles de Antioquia. Instituto Geográfico "Agustín Codazzi". Departamento Agrológico 4(9):92-99.
17. Marin, M. G. 1966. Algunos aspectos del análisis de suelos. II- Tipos de análisis y procedimientos. Separata de la Revista Agr. Trop. (Colombia) 22:(4-8):15-22.
18. Ministerio de Agricultura-Programas Agricolas Para 1973. 1972. Evaluación 1971-1972. Programación 1973. Proyecciones 1974-1975. Oficina de Planeamiento del Sector Agropecuario (OPSA). Bogotá. 4-21, 81-88 y 169 pp.
19. Molina, A. E. 1969. Estudios sobre algunos aspectos del nitrógeno en los suelos del altiplano de Pasto. Universidad de Nariño. Instituto Tecnológico Agrícola. Pasto (Mecanografiada).
20. Mora, E. T. y L. B. Legarda. 1969. Estudios de ciertas características de algunos suelos de Nariño, relacionadas con las formaciones ecológicas. Universidad de Nariño. Instituto Tecnológico Agrícola. Pasto. (Mecanografiada).
21. Muñoz, A. R., A. P. Wiczoreck y L. Leon. 1974. Respuesta de la cebada (Hordeum vulgare L.) a diferentes dosis de fertilizantes en suelos influenciados por cenizas volcánicas en Nariño. Rev. ICA (Colombia) 8(3).
22. Ordoñez, G. H. 1969. Estudio sobre el potasio en algunos suelos del altiplano de Pasto. Universidad de Nariño. Instituto Tecnológico Agrícola. Pasto (Mecanografiada).
23. Orientacion Agropecuario. 1971. Manual práctico de fertilizantes. Bogotá. D. E. 16(6):18-19.
24. Parra, A. C. y J. J. Gamboa. 1972. Fraccionamiento del calcio en suelos volcánicos del altiplano de Ipiales. Revista de Ciencias Agrícolas (Colombia). 4 (1):13-23.
25. Revelo, C. F. y M. A. Revelo. 1968. Estudios de la fertilidad en invernadero de algunos suelos del altiplano de Pasto-Narino. Universidad de Nariño. Instituto Tecnológico Agrícola. Pasto (Mecanografiada).
26. Rodriguez, G. y G. R. Rico. 1969. Fertilización de la cebada en la Sabana de Bogotá, Ubaté y Boyacá. Agr. Trop. (Colombia). 24(1):37-50.

27. Rojas-Cruz, L. A. 1954. Nivel de fertilidad de los suelos de la Sabana de Bogotá. Laboratorio Químico Nacional. Bogotá. (Boletín No. 1). 7-54.
28. Rodriguez, G. L. 1961. Geografía, economía y política de Nariño. Pasto. Edit. Colombiana. 4 vs.
29. Timaran, T. R. 1971. Respuesta de la papa (*Solanum tuberosum* L.) a fuentes y dosis de fósforo en un andosol del altiplano de Pasto. Universidad de Nariño. Instituto Tecnológico Agrícola. Pasto (Memeografiado).
30. Varela, J. 1963. Estudio general de los suelos del sector Pasto-Río Mayo, departamento de Nariño. Instituto Geográfico "Agustín Codazzi". Bogotá. 3-14 pp.
31. Vega, V., G. B. Baird y M. Rodriguez. 1959. Algunos aspectos de la fertilización del trigo en suelos de la Sabana de Bogotá y alrededores. Ministerio de Agricultura. Departamento de Investigaciones Agropecuarias (DIA). Bogotá 11-43 p (Boletín Técnico No. 4).
32. Vega, V., G. R. Diaz y G. B. Baird. Fertilización de la papa en la Sabana de Bogotá y alrededores. Ministerio de Agricultura. Departamento de Investigaciones Agropecuarias (DIA). Bogotá. 5-27 p. (Boletín Técnico No. 6).
33. Wiczoreck, P. A. y G. B. Baird. 1959. Fertilización de la papa en Nariño. Ministerio de Agricultura. Departamento de Investigaciones Agropecuarias (DIA). Bogotá. 18-20 p. (Boletín Técnico No. 7).
34. Wiczoreck, P. A. y E. J. Bernal. 1968. Investigaciones de pastos y forrajes en Nariño. Agr. Trop. (Colombia). 24(10):715-729.

Tabla 1. Influencia del potasio en el rendimiento del trigo, en kg/Ha, en suelos de la Serie Sabana de Bogotá (Hoy Serie Tibaitatá).

Localidad	N P2O5 K2O (kg/Ha)		Contenido de potasio en meq/100 g de suelo.
	40-80-40	40-80-0	
La Esperanza	4.140*	4.055	0.14
Cacique 33	1.275*	800	0.16
Tibaitatá	3.491*	3.338	0.22
La Esmeralda	2.770*	2.060	0.23
Cacique 31	1.540*	1.205	0.29
Santiago	1.850	2.435	0.52
Buena Vista	4.950*	4.655	0.88
Promedio	2.859	2.647	0.38

\* Localidades con respuesta a 40 kg/Ha de K<sub>2</sub>O.

Tabla 2. Efecto de la aplicación de nitrógeno, fósforo y potasio en el rendimiento del trigo, en kg/Ha, en suelos de la serie Techo.

Localidad	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	(kg/Ha)	Contenido de potasio en meq/100 g de suelo
	0-80-40	40-0-40	40-80-0	40-80-40	
Las Marias	995	1.515	1.365	1.490*	0.16
El Salitre	1.215	1.380	2.770	2.515	0.17
Casa Blanca	525	655	865	1.050*	0.52
El Potrero	1.190	2.370	3.575	3.570	0.55

\* Lugares donde hubo respuesta a 40 kg/Ha de K<sub>2</sub>O.

Tabla 3. Respuesta promedio del trigo, a la fertilización con potasio en suelos del departamento de Nariño. Datos con base en 21 localidades.

Tratamiento K <sub>2</sub> O - kg/Ha	Rendimiento kg/Ha	Potasio en presencia de N y P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> en kg/Ha
0	2.110	30 a 60 N + 90 a 150 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
30	2.347	30 a 60 N + 90 a 150 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
50	2.530	50 N + 100 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>

Nota: El contenido de potasio en las diferentes localidades estudiadas, era mayor de 0.33 meq/100 gramos de suelo.

Tabla 4. Requerimientos de nitrógeno(N) y fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), para trigo, en kg/Ha, en los suelos de los departamentos de Cundinamarca, Boyacá y Nariño.

Suelos	Contenido de Materia Orgánica		Contenido de Fósforo		Niveles críticos
	Alto	Bajo	Alto	Bajo	% P(ppm) Bray II
Serie Tibaitatá	30*	60*	75*	225*	5.0**
Serie Río Bogotá-Nemocón	30	60	75	225	6.5
Serie Techo-Gachancipá	30	90	75	225	5.5
Serie Bermeo	30	-	75-150	225	10.0
Serie Cabrera-Cogua-Facatativá	-	90	75	150	5.2
Departamento de Boyacá	0-30	60	75	225	7.5
Departamento de Nariño	30	60	75	225	6.0

\* Requerimientos de nitrógeno y fósforo en kg/Ha, para suelos con contenido alto o bajo en materia orgánica y fósforo (Bray II).

\*\* El nivel crítico separa los suelos en bajo o alto en materia orgánica y fósforo de acuerdo con el método de Cate y Nelson (5).

**Tabla 5.** Cantidades de nitrógeno(N) y fósforo ( $P_2O_5$ ) para trigo, en kg/Ha, basadas en la mejor relación V/C, en los suelos de Cundinamarca, Boyacá y Nariño.

Suelos	Contenido de Materia Orgánica		Contenido de Fósforo		Niveles % Materia Orgánica	Niveles críticos P(ppm) Bray II
	Alto	Bajo	Alto	Bajo		
Serie Tibaitatá	30*	60*	75*	75-150*	5.0***	17.0***
Serie Río Bogotá- Nemocón	**	60	75	150	6.5	18.0
Serie Techo- Gachancipa	30	90	75	73-150	5.5	15.0
Serie Bermeo	30	**	150	225	10.0	15.0
Serie Cabrera-Cogua						
Facatativa	**	90	**	150	5.2	17.0
Departamento de Boyacá	**	30	75	75	7.5	17.0
Departamento de Nariño	30	60	**	150	0.0	30.0

\* Requerimientos de nitrógeno y fósforo en kg/Ha, para suelos con contenido alto o bajo en materia orgánica y fósforo (Bray II).

\*\* Condiciones en las que no se justifican económicamente aplicar el fertilizante correspondiente.

\*\*\* Nivel crítico que separa los suelos en bajo o alto en materia orgánica y fósforo.

**Tabla 6.** Toneladas de fertilizantes para trigo en Colombia, considerando varias áreas de siembra.

Hectáreas sembradas	Nitrógeno(N)	Fósforo( $P_2O_5$ )	Potasio( $K_2O$ )	Total
50.000	2.250*	7.500	1.500	11.250
60.000	2.700	9.000	1.800	13.500
70.000	3.150	10.500	2.100	15.750
100.000	4.500	15.000	3.000	22.500

\* 2.250 toneladas de fertilizante para 50.000 hectáreas sembradas.

Nota: Necesidades de los nutrientes nitrógeno, fósforo y potasio considerando un requerimiento promedio de 45 kg/Ha de N, 150 kg/Ha de  $P_2O_5$  y 30 kg/Ha de  $K_2O$ .

ESTUDIOS SOBRE LA FERTILIZACION DEL TRIGO EN CHILE

José F. Araos F.

Estacion Experimental La Platina, Instituto de  
Investigaciones Agropecuarias (INIA), Santiago  
Chile

Introducción

El presente informe persigue señalar, en forma resumida, los aspectos más destacados y conocidos sobre la fertilización del trigo en el país, sin pretender ser exhaustivo ni profundizar en cada aspecto. La información se ha obtenido de diversas investigaciones y estudios experimentales.

La experimentación sobre el uso de fertilizantes en trigo en Chile ha sido bastante intensa. De hecho, la mayor parte de los estudios realizados para conocer las necesidades de fertilizantes en diferentes suelos y áreas climáticas se ha efectuado en el cultivo del trigo, dada su amplia adaptación y extensión de siembra. En efecto, el trigo es el cultivo individual que ocupa la mayor área de siembra, siendo ésta de alrededor de 730.000 Há al año.

La mayor parte del área de cultivo de este cereal en el país, presenta condiciones climáticas mesotérmicas, con temperaturas moderadas, más altas en verano y más bajas en invierno, y cuyos promedios disminuyen hacia el sur. Las lluvias anuales varían entre 150 y 2.000 mm, aumentando de norte a sur, concentrándose principalmente en invierno y siendo menores o nulas en verano, según la zona.

Los suelos en que se cultiva el trigo son muy variables. En la capa arable, algunas propiedades varían generalmente de acuerdo a los rangos que se indican a continuación. El pH (en agua 1:2,5) de 5,2 a 8,2. El contenido de materia orgánica de 1,5 a 20%. La capacidad de intercambio catiónica, de 15 a 40 meq/100 g. El porcentaje de saturación de bases, entre 25 y 100%. El aluminio extractable en NaOAc a pH 4,8 desde unas pocas ppm hasta cifras del orden de 1000 ppm. El pH y el porcentaje de saturación de bases disminuyen hacia el sur, mientras que los contenidos de materia orgánica y de aluminio aumentan hacia el sur.

Muchos suelos son Inceptisoles, Entisoles, Alfisoles y Vertisoles. Entre los primeros se incluye una importante extensión de trumaos, término empleado en el país para denominar suelos de cenizas volcánicas modernas (andepts, andosoles).

En este informe, se tratan los siguientes temas, en el orden indicado:

- Exploración de deficiencias nutritivas y de necesidades de cal.
- Tipos de fertilizantes, épocas y métodos de aplicación.
- Respuesta a diferentes dosis de nitrógeno y fósforo.
- Diagnóstico de las necesidades de nitrógeno y fósforo.
- Economía del uso de fertilizantes.
- Factores de producción de trigo.

Exploración de Deficiencias Nutritivas y de Necesidades de Cal

Los primeros ensayos de fertilizantes en trigo tuvieron por principal objetivo explorar, en diferentes zonas, qué elementos habría que incluir en una fertilización, y cuál sería la importancia relativa de estos elementos. Para ello, se

realizaron numerosos ensayos de campo incluyendo N, P, K y cal, en una sola dosis para cada elemento.

Entre 1940 y 1946 se realizaron cerca de 50 ensayos de este tipo ubicados principalmente en las zonas centro-sur y sur del área triguera (Letelier, 1950). Los resultados mostraron que en promedio, tanto el N como el P produjeron un pequeño aumento del rendimiento al ser aplicados solos, pero cuando se aplicó ambos a la vez, el incremento fue mucho mayor. El citado autor concluyó que el P y N eran los elementos más críticos, mientras que la cal tuvo efecto sólo en suelos graníticos y rojos arcillosos, y la acción del K fue reducida. Las dosis de aplicación empleadas en este estudio fueron más bien bajas. Estos resultados contradijeron la opinión existente en aquella época en cuanto a que el uso de la cal era indispensable en la mayoría de los suelos.

En consecuencia, más adelante, entre 1948 y 1950 se efectuó un estudio para evaluar el efecto de dosis crecientes de cal y P en diferentes combinaciones, en varios suelos del sur en el cual los niveles de aplicación se aumentaron considerablemente (Letelier, 1953). Todos los tratamientos llevaron una misma dosis de N. En el Cuadro 1, se muestran los resultados obtenidos en dos tipos de suelos representativos (promedio de 3 ensayos en cada uno). Este estudio confirmó que el efecto del P era de gran magnitud en el sur, mientras que la cal tenía un efecto solo en suelos graníticos y rojos arcillosos, no así en los trumaos. Aquellos suelos tienen menores valores de pH, de capacidad de intercambio catiónico y de materia orgánica que los suelos trumaos.

Cuadro 1. Rendimientos de trigo, en qq/ha, con diferentes combinaciones de P y cal, en un suelo rojo arcilloso y en un suelo trumao.

CaO, Kg/ha	P2O5 Kg/ha			
	0	50	175	300
Suelo rojo arcilloso (Collipulli)				
0	13	19	26	29
1000	19	23	26	29
4000	19	22	29	30
Suelo trumao (Osorno)				
0	28	29	33	38
1000	28	31	33	37
4000	29	31	35	39

Con el objeto de cubrir prácticamente toda el área triguera del país, y en forma más detallada, entre los años 1954 y 1956 se realizó un nuevo estudio sobre la acción del N, P, K y de la cal (Letelier y colaboradores, 1961), a través de 100 ensayos. Las dosis empleadas fueron de 64 Kg de N, 100 Kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 100 Kg de K<sub>2</sub>O y 900 Kg de CaO por hectárea. Un resumen de los resultados se muestra en el Cuadro 2. Comparando los promedios en cada zona, puede apreciarse, siempre en relación a la fórmula completa NPK Cal, que la eliminación de la cal o del K tuvo escaso efecto sobre el rendimiento. La eliminación del N tuvo un marcado efecto sólo en la segunda zona (6 qq/ha), que fue la que tuvo el mayor número de ensayos. La eliminación del P produjo un efecto creciente hacia el sur, siendo de 4, 6 y 10 qq/ha en las zonas 2, 3 y 4 respectivamente.

Estos resultados confirmaron el efecto manifiesto del P, sobre todo hacia el sur, y la secundaria importancia de la cal y del K, elemento que se aplicó como sulfato de potasio. Por otra parte, resultados obtenidos más recientemente indican que la importancia del N es mayor que la que se apreció en dicho estudio.

**Cuadro 2. Rendimientos de trigo, en qq/ha, con diferentes tratamientos fertilizantes (promedios en 4 zonas, 1954/56).**

Tratamiento fertilizante <sup>1/</sup>	Elemento faltante	Zona <sup>2/</sup>			
		1	2	3	4
NPK Cal	--	--	23	25	22
NPK	Cal	27	21	24	20
NP Cal	K	28	23	24	20
NK Cal	P	28	19	19	12
PK Cal	N	25	17	23	21
Testigo	NPK Cal	24	16	18	11

<sup>1/</sup> En la zona 1 no se aplicó Cal

<sup>2/</sup> Desde la zona 1 a la 4 se avanza hacia el sur (zona 1: Coquimbo a Colchagua; zona 2, Linares a Concepción; zona 3, Bfo-Bfo a Cautín; zona 4, Osorno y Llanquihue).

En efecto, estudios realizados a partir de la década del 60 permiten tener un panorama más claro de la frecuencia y magnitud de las deficiencias de N y P. Así, por ejemplo, en la zona norte del cultivo (provincias de Aconcagua, Santiago y O'Higgins), en un grupo de 23 ensayos en trigo de riego, 19 mostraron una respuesta significativa al N, lo que corresponde al 83% de los casos. En 7 ensayos, o el 30% de los casos, hubo una respuesta significativa al P (Norero, 1967).

Avanzando hacia el sur, en una serie de 33 ensayos realizados en trigo de riego en la provincia de Nuble, se encontró una respuesta significativa al N en 29 ensayos, o el 87% de los casos, y al P en 15 ensayos, o el 45% de los casos (Araos, 1970).

Más al sur, en suelos de las provincias de Malleco y Cautín, Volke (1972) encontró una gran respuesta tanto a N como a P en casi todos los ensayos realizados, que en total fueron 47.

En cuanto a la cal, la impresión que se tiene actualmente es que esta enmienda tiene una importancia muy relativa, y sólo en áreas limitadas, como en ciertos suelos graníticos y rojos arcillosos, y en algunos tramos del extremo sur del área de cultivo, cuando el pH es del orden de 5,0 o menos, y donde hay altos contenidos de aluminio y el porcentaje de saturación de bases es bajo. En todo caso, en estos suelos el efecto de la cal en el cultivo del trigo generalmente no es de gran magnitud, es inferior al del N y del P, y tampoco reemplazaría ni disminuiría sensiblemente las necesidades de P.

Entre las causas de que la cal no tenga una importancia destacada en el cultivo del trigo en Chile, e incluso en otros cultivos, habría que incluir el hecho de que los suelos ácidos del país frecuentemente tienen valores de pH en agua no inferiores a 5,5 y que rara vez ellos bajan de 5,0. Además, hasta hace pocos años no se empleaban fertilizantes acidificantes en el país, sino productos de efecto alcalino o neutro, como el nitrato de sodio o potasio y fosfatos que generalmente aportaban calcio. También hay que considerar que estos suelos recibieron aplicaciones de cal antiguamente.

En cuanto a la importancia del K en el cultivo del trigo, ella es también secundaria y poco frecuente, circunscribiéndose a algunos suelos del sur y excepcionalmente a otras zonas. Esta afirmación sería válida también para el azufre,

elemento que generalmente se aplicó conjuntamente con el K, en forma de sulfato de potasio.

#### Tipos de Fertilizantes, Epoca y Método de Aplicación

Al mismo tiempo que es necesario conocer cuáles son los nutrientes o enmiendas más importantes en diferentes zonas, se hace necesario estudiar qué fertilizantes y cuál modo de aplicación son los más eficientes.

En el caso del N, hasta el año 1968 prácticamente sólo se empleaba nitrato natural de Chile, conocido en el país por el nombre de salitre, en sus tipos sódico (16% N) y potásico (15% N). Otros fertilizantes amoniacales, que han sido comparados experimentalmente con el salitre, no han sido superiores a éste, y con más frecuencia se ha observado un mejor efecto del salitre. La urea, introducida al país hace pocos años, ha dado buenos resultados, similares a los del salitre.

A pesar de la no retención del ion nitrato por los coloides del suelo, los ensayos en trigo, y en otros cultivos, han mostrado muy poca o ninguna diferencia entre la aplicación fraccionada y la aplicación en una sola oportunidad. En consecuencia se recomienda aplicarlo en una o dos dosis, a más tardar en el período de la macolla.

En cuanto a los fertilizantes fosfatados, las experiencias realizadas tienden a favorecer a aquellos más solubles, en los diversos tipos de suelos. La localización del fosfato en bandas ha sido superior a la aplicación al voleo, en los diferentes tipos de suelos, para los diversos fertilizantes, incluso aquellos menos solubles y en suelos ácidos.

#### Respuesta a diferentes dosis de N y P

Como se vio anteriormente, los resultados de los estudios más recientes muestran que en un alto porcentaje de los casos existe una respuesta al N por parte del trigo, prácticamente a lo largo de toda su área de cultivo. La respuesta a P es menos frecuente que a N en la parte norte y central de dicha área, pero su frecuencia aumenta hacia el sur.

En los casos en que existe una respuesta a la fertilización, la magnitud de esta respuesta es también variable, como asimismo lo son las dosis necesarias para obtener el rendimiento máximo.

Resultados de 23 ensayos realizados en las provincias de Aconcagua, Santiago y O'Higgins (Norero, 1967), señalaron que la máxima respuesta a N se obtuvo con dosis de 96 a 144 Kg de N/ha, mientras que la respuesta a P aumentó hasta los 90 Kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha, obteniéndose poco o ningún incremento adicional con dosis superiores. El efecto máximo de la fertilización fue generalmente del orden de 15 a 20 qq/ha, producto ya sea de la aplicación de N solo, o bien de N y P en conjunto, según el caso.

Por otra parte, ensayos realizados en trigo regado en la provincia de Nuble (Araos, 1970), mostraron resultados comparables, en este sentido, a los antes mencionados, según se aprecia en el Cuadro 3. La tendidura generalmente fue de poca consideración con dosis de hasta 96 Kg de N/ha.



**Cuadro 3. Rendimiento y respuesta<sup>1/</sup> del trigo a dosis crecientes de N y P en 14 ensayos con respuesta significativa a N y P, en suelos regados de Ñuble (promedio de 14 ensayos, 1964/66).**

Kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha	Kg de N/ha				
	0	48	96	144	192
	- - - - - qq/ha - - - - -				
0	28		36 (8)		37 (9)
60		38 (10)		42 (14)	
120	34 (6)		44 (16)		46 (18)
180		40 (12)		47 (19)	
240	34 (6)		46 (18)		47 (19)

<sup>1/</sup> Los valores entre paréntesis corresponden a la respuesta.

Siguiendo hacia el sur, en suelos trumaos de las provincias de Malleco y Cautín, Volke (1972) promedió los resultados de 42 ensayos que estuvieron libres de daños por tendidura y heladas. Este grupo de experimentos mostró un mayor efecto y una respuesta a dosis más altas, como asimismo rendimientos máximos superiores, en comparación con los dos estudios mencionados anteriormente. Es así como en promedio, el rendimiento sin fertilizantes fue de 24 qq/ha, mientras que el rendimiento máximo obtenido con la aplicación de fertilizantes fue de 54 qq/ha. El incremento máximo fue en consecuencia, de 30 qq/ha, y se obtuvo con 180 Kg de N y 370 Kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha. Este incremento se desglosó en un efecto de N de 9 qq/ha, un efecto de P de 13 qq/ha, y un efecto de interacción NP de 9 qq/ha.

El efecto de la fertilización sobre los rendimientos se ha producido esencialmente a través de un aumento en el número de espigas por superficie (Volke e Inostroza, 1967; Norero, 1967).

#### Diagnostico de las necesidades de N y P

La experimentación realizada ha mostrado una considerable variabilidad en las respuestas a N y a P, sobre todo a esto último elemento. Así, el efecto de la fertilización puede ser nulo, y aún en ciertos casos negativo, o bien puede alcanzar incrementos variables que pueden ser de gran magnitud. Esta variabilidad es explicable sólo en muy pequeña medida por factores como la zona geográfica, el tipo de suelo y el manejo reciente de éste, ya que suele manifestarse entre potreros de un mismo predio.

Esta situación ha hecho necesario estudiar aquellas técnicas de diagnóstico que permitan hacer un uso racional y económico de los fertilizantes. En este aspecto, el análisis químico de suelo es considerado como el elemento de diagnóstico más eficaz y práctico. Pero el empleo de esta técnica plantea la necesidad previa de seleccionar aquellos métodos de laboratorio que den mejor resultado en los suelos en que se va a aplicar. Además, para interpretar los resultados analíticos es necesario calibrarlos con la respuesta a la fertilización en el campo.

Aunque en otros países generalmente se considera difícil predecir las necesidades de N en base a análisis de suelo, bajo las condiciones chilenas la determinación de N-nítrico o de N-mineral (suma de amonio más nitrato) han dado resultados satisfactorios, ya sea en ensayos en maceteros (Tejeda y Gogan, 1970) o en ensayos de campo. Esta situación se ilustra en el Cuadro 4, que resume resultados de ensayos de campo en las provincias de Aconcagua, Santiago y O'Higgins. Se observa que el rendimiento relativo aumenta hasta llegar a alrededor de 100 ppm de ion NO<sub>3</sub>.

**Cuadro 4. Rendimiento relativo de trigo con diferentes niveles de nitrato en el suelo al momento de la siembra (Norero, 1967).**

Número de observaciones	NO <sub>3</sub> , ppm		Rendimiento promedio, % sobre el rendimiento máximo.
	Intervalo de clases	Nivel promedio	
7	menos de 30	23	60
5	31 - 50	38	73
11	51 - 70	64	88
6	71 - 90	82	92
10	91 - 110	99	95
5	111 - 130	121	93
4	131 - 150	141	96
6	más de 150	226	91

Para el diagnóstico de las necesidades de fertilización fosfatada, varios métodos analíticos han dado resultados satisfactorios, pero el método de Olsen (extracción con bicarbonato de sodio) ha sido generalmente el más efectivo al incluir diferentes tipos de suelos (Araos 1971; Rodríguez et al, 1974). En el Cuadro 5, se observa una relación entre la respuesta del trigo al P y diferentes niveles de P del suelo determinados por el método de Olsen.

**Cuadro 5. Frecuencia de respuesta del trigo al P en relación al análisis de P del suelo, en diversos suelos regados de Ñuble (Araos, 1970).**

P del suelo ppm de P	Nº de ensayos		
	Total	con respuesta	sin respuesta
Menos de 8	13	11	2
8 a 16	11	4	7
más de 16	7	0	7

Por otra parte, Volke (1973) en suelos trumaos de Malleco y Cautín encontró una correlación entre las dosis óptimas económicas de N y de P y el N incubado y el P extractable por el método de Olsen, respectivamente.

#### Economía del uso de Fertilizantes

Para las recomendaciones de fertilización a los agricultores no basta con conocer qué nutrientes aplicar, cómo aplicarlos y la relación entre dosis y respuesta física. Es necesario considerar además el aspecto económico, el que depende de la relación de precios trigo/fertilizantes.

En el cultivo del trigo se han realizado algunos estudios tendientes a determinar las dosis óptimas que producen la máxima ganancia por hectárea, mediante funciones de respuesta (Tejeda, 1964; Valdés y Del Campo, 1970; Volke, 1972).

Este concepto de dosis óptima que la define como aquella en la que el beneficio adicional es igual al costo adicional, tiene algunas limitaciones, ya que también debe considerarse el retorno por escudo invertido en fertilizantes.

En los últimos 5 años, el precio de 1 qq de trigo ha sido generalmente equivalente a valores que varían de 24 a 30 Kg de N, y de 33 a 70 Kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Con estas relaciones, el retorno por escudo invertido en fertilizantes puede ser del orden de 3 para lograr rendimientos del orden de un 90% de los máximos, cuando se aplican las dosis más adecuadas a las necesidades del suelo.

### Factores de Producción de Trigo

Es importante conocer cuáles son los principales factores que determinan el rendimiento de trigo, evaluar cuál es la importancia relativa de la fertilización dentro del conjunto de factores, y estimar cómo éstos modifican la respuesta a la fertilización.

Un ejemplo de estudio en este sentido se resume en el Cuadro 6, tomado de Instituto de Investigaciones Agropecuarias (1971). Los 6 factores señalados mostraron una correlación significativa con el rendimiento, mientras que otros 17 factores no la mostraron. El estudio se realizó en parcelas muestreadas dentro de siembras realizadas por los mismos agricultores. En promedio, los agricultores aplicaron 45 Kg de N y 50 Kg de  $P_2O_5$ /ha. Por otra parte, al aplicar una fertilización nitrogenada adecuada a la siembra del agricultor, el valor de r para los días entre rotura y siembra disminuyó a 0,43.

Cuadro 6. Coeficientes de correlación lineal, r, significativos, entre el rendimiento de trigo y diferentes factores de producción entre las provincias de Aconcagua y Curicó.

Factor	Correlación con rendimiento valor de r
Dosis de fertilización nitrogenada	0,89
Días entre rotura y siembra	0,72
Profundidad del horizonte A	0,43
% de carbonatos del suelo	0,39
% de materia orgánica	0,35
Días de déficit hídrico entre espigazón total y grano lechoso	-0,33

En suelos trumaos de las provincias de Malleco y Cautín, otro estudio realizado por Volke (1972) indicó que los siguientes eran los factores más importantes en la producción: 1) contenidos de N y P asimilables en el suelo, 2) contenido de materia orgánica del suelo, 3) lluvia desde el encañado al estado de grano lechoso, 4) infestación de malezas, 5) variedad de trigo, 6) profundidad del suelo, 7) el viento (tendidura), 8) bajas temperaturas (heladas) durante la floración.

Otros estudios de este tipo se han realizado mediante funciones de producción multivariada.

### Summary and Conclusions

A considerable amount of research has been done in Chile in connection with fertilizer needs for wheat. This paper shows a summary of the most important findings on this subject.

The most important nutrients for wheat fertilization are N and P, while K and lime have a very restricted importance.

The limited effect of lime is probably due to the fact that soils are not extremely acid, and to other soil properties. In addition to this, no acidifying fertilizers have been traditionally used, and lime applications have been made in part.

The N and P fertilization are main factors in wheat production. This is due to plant requirements, to the high production potential in most regions, and to the generally low availability of N and low availability of P mainly in the south.

However, there is a considerable variation in the magnitude of the response to fertilization, which is explained only to a small degree by general factors such as geographical location and soil type. Laboratory soil analysis has been shown to be a useful tool for diagnosing fertilizer needs at a field level.

As a general conclusion, it is important to estimate to what extent the technological knowledge developed by this research is being used. In this respect, it can be said that, in general, the current fertilization practices must be improved using higher N rates and applying P in accordance to the real soil needs. Soil testing should have a much more important role in this respect.

These objectives can only be reached by giving more emphasis to technical assistance and extension to the farmers, an aspect that has an immediate and dramatic urgency, since wheat and fertilizer prices have reached such high levels in the world market.

#### Literatura Citada

Araos, F., J. F. 1970. Fertilización de trigo en suelos regados de Ñuble. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Quilamapu, Chillán. Informe mimeografiado, 29 p.

\_\_\_\_\_ 1971. Comparación de métodos de análisis de suelo para estimar la disponibilidad de fósforo. Agricultura Técnica (Chile) 31(2):75-81.

Instituto de Investigaciones Agropecuarias. 1971. Investigación Agropecuaria, Santiago, Chile, 446 p.

Letelier, A. E. 1950. Abonos. In Chile, Departamento de Investigaciones Agrícolas. Siete años de investigación agrícola. Santiago, Ministerio de Agricultura. pp 177-232.

\_\_\_\_\_ 1953. Efecto del encalado sobre el rendimiento del trigo en Chile. Agricultura Técnica (Chile) 13(2):109-154.

\_\_\_\_\_ Russi, S. E. et al. 1961. Cien ensayos NPK en trigo. Santiago, Chile, Ministerio de Agricultura, Departamento de Investigaciones Agrícolas. Boletín Técnico N° 9. 43 p.

Norero, S. A. 1967. Estimación de las necesidades de fertilizantes en trigo mediante el análisis de tierra y planta. Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía, Departamento de Edafología. Boletín Divulgativo N° 1, 20 p.

Rodriguez, S. J., C. Rojas W. et. al. 1974. Correlaciones entre formas de P inorgánico, P disponible y absorción de P por plantas de ballica en suelos de la zona central. Agricultura Técnica (Chile) 34(2):98-105.

Tejeda, S. H. 1964. Estimación de la dosis económicamente óptimas de nitrógeno en trigo. Fitotecnia Latinoamericana 1(2):71-84.

Tejeda, S. H. y G. L. Gogan. 1970. Métodos para determinar nitrógeno disponible en suelos de diferente origen y contenido de materia orgánica. *Agricultura Técnica (Chile)* 30(2):57-64.

Valdes, E. A. y C. Del Campo G. H. 1970. Fertilizantes en trigo y maíz: Análisis económico basado en funciones de respuesta obtenidas a partir de datos experimentales. Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía, Departamento de Economía Agraria. Informe mimeografiado. 46 p.

Volke, H. V. 1972. Factores de producción del trigo en suelos trumaos de las provincias de Malleco y Cautín. *Agricultura Técnica (Chile)* 32(4):189-200.

\_\_\_\_\_ 1973. Fertilización nitrogenada y fosfatada del trigo en suelos trumaos de las provincias de Malleco y Cautín. *Agricultura Técnica (Chile)* 33(1):6-15.

\_\_\_\_\_ y O. Inostroza U. 1967. Efecto de nitrógeno y del fósforo sobre los componentes de rendimiento y otras características de un trigo de invierno variedad Cappelle Despres. *Agricultura Técnica (Chile)* 27(3):99-105.



ACONDICIONADORES NATURALES DEL SUELO Y EL CULTIVO  
DEL TRIGO EN REGIONES SUBTROPICALES

Jorge S. Molina

Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires  
Argentina

Introducción

Toda agricultura para merecer ese nombre debe aumentar o por lo menos conservar la fertilidad del suelo.

Si las prácticas agrícolas conducen al agotamiento y erosión del suelo el nombre que corresponde no es el de agricultura, sino el de minería.

Esta idea de Henry Ford tiene una aplicación inmediata en el cultivo de trigo en las regiones subtropicales y templadas de la Cuenca del Plata.

La "agricultura minera" es la norma que hemos podido observar en casi todas las explotaciones trigueras desde el Estado de Saõ Paulo en Brasil hasta la Provincia de Buenos Aires en la República Argentina.

La principal diferencia observada no es cualitativa, sino meramente cuantitativa. Los procesos de agotamiento y erosión son más rápidos en el trópico pero las mismas prácticas erróneas de cultivo producen los mismos resultados en las regiones templadas.

La puesta en producción de las tierras vírgenes subtropicales es muy similar en todo el mundo. Bajo diversos nombres tales como "milpa" "degrás", "shifting cultivation", "roçado a fuego", etc. se utilizan en el año 1974, en plena Era Atómica o Espacial los mismos procedimientos que utilizaba el hombre de las cavernas durante el período Neolítico.

En la Media Luna de Tierras Fértiles del Cercano Oriente, 7 - 8.000 años antes de Jesucristo durante la Revolución Neolítica, los primeros agricultores utilizaron exactamente los mismos procedimientos que podemos ver hoy en el Alto Paraná o en el Alto Uruguay.

La Revolución Neolítica

Hace 8 - 10.000 años el hombre posiblemente frente al desafío de la superpoblación, debió modificar drásticamente sus métodos de conseguir el sustento.

Como cazador y pescador a lo largo de cerca de un millón de años de existencia la eficiencia del hombre como recolector de alimentos era sumamente baja.

Clark y Haswell (1b) indican que según diferentes investigadores los habitantes de Australia antes de la llegada del hombre blanco necesitaban 30 Km<sup>2</sup> de superficie por cabeza.

En América del Norte en la región de las praderas se ha calculado por Childe que se requerían 20-25 Km<sup>2</sup> por persona.

En estas condiciones Francia, antes de la Revolución Neolítica estaba superpoblada con solo 10.000 habitantes.

Con todo el carácter altamente estimativo de estas cifras las mismas nos indican con claridad la ineficiencia completa de los pueblos cazadores y pescadores para hacer frente a un aumento de población.

La Revolución Neolítica con la domesticación de plantas y animales permitió un salto gigantesco en ese sentido. El coeficiente de utilización de la energía solar aumentó millares de veces y el exceso de alimentos permitió una expansión explosiva de la población mundial.

Sin embargo la agricultura y la ganadería tuvieron en un principio un carácter nomádico.

Los métodos usados producían un rápido agotamiento del suelo y los cultivos "itinerantes" (Shifting cultivation) eran la regla en este período.

Uno de los lugares donde se han estudiado experimentalmente los métodos neolíticos de puesta en producción de tierras vírgenes es en Dinamarca. Hemos tenido ocasión de observarlo personalmente hace muy poco. El sistema era muy simple. Se cortaba el bosque con hachas de piedra, se lo dejaba secar y luego se le prendía fuego. El efecto fertilizante de las cenizas permitía abundantes cosechas durante dos o tres años. Luego la tierra se agotaba, y la invadían las malezas lo que obligaba al cambio de ubicación.

La erosión era la etapa final de arruinamiento del suelo en esas condiciones.

En los 4-5.000 años transcurridos desde la iniciación de la agricultura en Dinamarca y la situación actual de la misma en ese país el cambio ha sido grande.

Sin embargo actualmente en las áreas tropicales y sub-tropicales de todo el mundo, cerca de 200 millones de seres humanos recurren todavía para obtener su sustento a los mismos métodos que se usaban en Dinamarca en los albores de la Revolución Neolítica.

No se trata en nuestra opinión de diferencias básicas ni de clima ni de suelos. Los mismos métodos erróneos que provocaban el agotamiento y erosión de los suelos dinamarqueses 2-3.000 años antes de Jesucristo, están provocando los mismos resultados en toda el área tropical y subtropical.

La utilización de tractores de carriles, de hachas de acero, de quemadores de gas, etc. no añaden ninguna ventaja real al proceso equivocado de la puesta en producción de las tierras vírgenes en nuestro continente. Los métodos básicos siguen siendo prehistóricos y deben ser modificados sin tardanza si queremos evitar la desertización de las áreas tropicales y subtropicales de esta región.

No es como hemos dicho un problema típico de estas áreas. En el corazón de la mejor área triguera de la República Argentina, la quema sistemática de los rastrojos ha producido los mismos fenómenos que la quema de los bosques en las regiones más cálidas. Lo único que ha variado es la rapidez del proceso. En lugar de 3-4 años, la destrucción del suelo se ha operado en una generación.

### Hacia una agricultura realmente moderna

En 1942, trabajando en la Universidad de Nebraska, F. L. Duley (32) sentó las bases teóricas y prácticas del "cultivo bajo cubierta" o "stubble mulching". De acuerdo con sus propias palabras "este nuevo método de cultivo puede parecer sorprendente y revolucionario a muchos agricultores como los nuevos métodos de conducir la guerra actual han parecido a todos los pueblos pacíficos a través del mundo".

Casi al mismo tiempo Ellison (la) indicaba en un trabajo, que ha permitido cambiar todas las bases teóricas de la lucha contra la erosión que el principal factor de la misma no era el escurrimiento superficial o "run-off", sino el impacto de las gotas de lluvia al golpear contra un suelo desnudo.

Un poco más tarde, en 1946 en la República Argentina tuvimos ocasión de iniciar una serie de investigaciones que aún están en pleno desarrollo, que han permitido añadir a los conceptos teóricos y prácticos de Duley y Ellison, relacionados básicamente con los aspectos físicos de la protección del suelo, un enfoque biológico que los complementa y permite ampliar considerablemente las posibilidades de los mismos.

Este aspecto está directamente relacionado con la necesidad de incorporar anualmente a los suelos acondicionadores de estructura (soil conditioners) que permitan mantener la estabilidad en agua de los agregados del suelo.

El gran aporte teórico que resultó de la introducción de los acondicionadores sintéticos de suelos, tipo Krilium, se vió neutralizado en sus posibilidades prácticas de aplicación por el alto costo de los mismos, el que según Swansen en 1965, ascendía a unos 250 dólares por acre.

Nuestras investigaciones han permitido comprobar la abundante producción de acondicionadores naturales del suelo durante el proceso de descomposición aerobia de la celulosa.

Los principios teóricos y prácticos en que nos hemos basado han sido presentados recientemente a la IV Reunión Internacional sobre Impactos Globales de la Microbiología Aplicada (São Paulo-1973) y más recientemente ante el X Congreso Internacional de la Ciencia del Suelo, realizado en Moscú en agosto del corriente año.

## I

### Bases de una teoría sobre el control biológico de la erosión

El razonamiento que hemos seguido para poder ser aceptado creemos que debe ser de carácter sumamente sencillo y preciso, casi matemático.

Expondremos el mismo paso a paso, indicando en cada oportunidad la bibliografía que pueda avalar nuestras opiniones.

El principal producto que se incorpora a los suelos es celulosa. Es por otra parte, probablemente, el compuesto orgánico más abundante en la naturaleza (10).

La descomposición de la celulosa en condiciones mesotérmicas es lo más corriente en condiciones naturales (11 y 12).



Las bacterias que descomponen a la celulosa en esas condiciones presentan algunas características muy particulares sobre todo la abundante producción de un coloide poliurónico que es el principal residuo. Este coloide ha sido considerado por todos los investigadores que lo han estudiado como prácticamente idéntico al humus coloidal del suelo, salvo el color (2, 4, 11, 13, 14 y 15).

La proporción de coloide producido por estas bacterias pertenecientes principalmente a los géneros CYTOPHAGA y SPOROCYTOPHAGA es de alrededor del 16-17% de la celulosa descompuesta, en ensayos de laboratorio. Este proceso es muy rápido y se cumple en 8-10 días en condiciones óptimas de temperatura (alrededor de los 25°C) y de humedad (2, 4 y 15).

La incorporación de este coloide poliurónico al suelo en dosis mínimas, alrededor del uno por mil en peso, ha permitido conferir a suelos agotados las mismas características de resistencia a la erosión que presentan los suelos vírgenes, (1, 2, 3, 4, 6, 7, 8 y 9).

El proceso de mejoramiento del suelo es sumamente rápido y se logra en sólo 3-4 días en el laboratorio. El efecto mejorador persiste más de dos meses en las peores condiciones (humedad permanente). En condiciones de largos períodos de sequedad el efecto es evidente aún más de dos años después de aplicado (4).

En muchos aspectos su efecto es similar al de los acondicionadores sintéticos de la estructura del suelo (Krilium y similares) pero no presenta los inconvenientes de estos últimos (6).

El agregado de este coloide a los más distintos tipos de suelo, desde médanos a subsuelos arcillosos ha producido un efecto similar. El efecto más espectacular sin embargo se ha obtenido con suelos rojos del N.E. argentino (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9).

Las investigaciones realizadas en diferentes partes del mundo por investigadores bioquímicos han permitido comprobar la existencia en casi todos los suelos de coloides poliurónicos de este tipo (16, 17, 18, 19, 20, 21 y 22).

Su origen según casi todos los investigadores es un producto de síntesis microbiana y se puede atribuir con fundamento a las bacterias del género Cytophaga y similares.

El principal factor de estabilidad en agua (resistencia a la erosión) de distintos tipos de suelos ha sido atribuido a la presencia de "gomas microbianas" por Chesters y colaboradores (1957), (23).

Los resultados de más de 30 años de ensayos llevados a cabo por HAVIS (1942) (24) indican que la incorporación de paja como "mulch" es mucho más efectiva que un césped de gramíneas que se ha considerado siempre como el mejor formador de estructura de los suelos.

Los trabajos de MARTIN (1942) (25) indican que en la descomposición de residuos en superficie se producen productos que se dispersan fácilmente en agua fría y que permiten mejorar notablemente la estructura de los suelos. Estas propiedades son las mismas del coloide producido por CYTOPHAGA.

SHRIKHANDE ha comprobado por otro lado que la descomposición de paja de avena con nitratos como fuente de nitrógeno produce mucílagos muy pegajosos. Estos productos no se forman si las condiciones de aerobiosis no son perfectas. Una semianaerobiosis impide por completo su producción (26 y 27).

Por otra parte los trabajos de GELTZER y otros (29 y 30), atribuyen a los productos coloidales formados por bacterias un papel decisivo en el mejoramiento de la estructura del suelo.

Con todos estos datos (y los que se incluyen en las publicaciones mencionadas) hemos concluido que: la descomposición aerobia de la celulosa por bacterias mesotérmicas del tipo de las Cytophaga y similares es la principal fuente de coloides poliurónidos, sumamente activos en el mejoramiento de la estructura de los suelos, especialmente en aquellas propiedades vinculadas al aumento de la estabilidad en agua de los agregados. Según nuestra idea la clave de la lucha biológica contra la erosión y agotamiento de los suelos puede sintetizarse en tratar de lograr las condiciones óptimas para el desarrollo de estas bacterias.

Esta teoría permitiría explicar algunos resultados aparentemente inexplicables según nuestros conocimientos actuales.

La excelente estructura de los suelos vírgenes se debería a la incorporación anual de varias toneladas de residuos ricos en celulosa (materiales maduros) que se descomponen en superficie.

Estos suelos vírgenes, una vez arados pierden su estabilidad en agua en unos pocos años (2-3, en condiciones tropicales). Sobre todo cuando se los ara con arado de vertedera (eliminación de la descomposición aerobia) o se queman los rastrojos (supresión de la materia prima para producir el coloide).

Esto se puede evitar agregando grandes cantidades de estiércol, pero de acuerdo con nuestra teoría el estiércol sería mucho más útil como proveedor de materiales celulósicos que como fuente de elementos minerales. Desde este punto de vista serían mucho más útiles los estiércoles pajizos y frescos que los maduros y bien descompuestos en los suelos con problemas de estructura. Incluso una mezcla de paja y nitratos podría ser más efectiva que el estiércol (KANIVETZ and KORNEEVA) 1935 (30).

Si el principal factor es el material celulósico, los estiércoles artificiales deberían ser tan buenos como los naturales, lo que se ha comprobado en la práctica repetidas veces. En suelos de pastoreo una "broza" compuesta por materiales celulósicos, unido a un pastoreo muy intensivo permitiría producir un estiércol "a campo" igual o mejor que el de establo.

Los nuevos métodos de "stubble mulching" o cultivo bajo cubierta, (32, 33, 34, 35, 36 y 37), serían especialmente eficaces sobre todo porque colocan a los materiales celulósicos en las condiciones óptimas para su descomposición aerobia. El suelo bajo "mulch" debería mejorar notablemente su estructura, lo que se ha comprobado en muchos trabajos sobre el particular (38, 39 y 40).

La incorporación en superficie de residuos celulósicos debería permitir un rápido mejoramiento de la estructura de los suelos agotados, lo que se ha comprobado asimismo en numerosos trabajos, tanto en nuestro laboratorio como por otros investigadores (38, 39, 40 y 41).

La utilidad de una teoría se puede medir generalmente por su capacidad para preveer o posibilitar nuevas aplicaciones teóricas o prácticas.

En este sentido creemos interesante destacar algunos aspectos tecnológicos de nuestras investigaciones.

Desde el descubrimiento de este tipo de bacterias por HUTCHINSON y CLAYTON 1919 (13) en Rothamsted, el estudio de su fisiología y ecología por diversos investigadores, ha permitido llegar a las siguientes conclusiones (11, 15 y 16).

Son bacterias estrictamente aerobias. En cultivos sobre papel en medio líquido sólo crecen en la interfase agua-aire, lo que al mismo tiempo demuestra su gran necesidad de humedad.

Necesitan una fuente abundante de nitrógeno mineral, especialmente nitratos o sales de amonio. De acuerdo con las últimas investigaciones llevadas a cabo en nuestro laboratorio los vapores de amoníaco parecen ser el alimento preferido en condiciones naturales (42).

Su óptimo desarrollo se produce en un medio neutro o levemente alcalino.

Requieren asimismo sales de fósforo, potasio, etc. pero en cantidades pequeñas.

Hemos aplicado estas características ecológicas de las Cytophaga en el estudio de la aplicación práctica de estos principios a las explotaciones agropecuarias corrientes de la Cuenca del Plata. Los resultados obtenidos en cerca de 2 millones de hectáreas han sido excelentes.

Incluso los casos de aparente fracaso eran fácilmente explicables a la luz de estos principios básicos teóricos.

El principio básico que ha permitido la aplicación exitosa de esta teoría se puede enunciar brevemente de la siguiente forma: "Incorporar materiales celulósicos en los condiciones adecuadas para que desarrollen rápidamente las bacterias aerobias que descomponen celulosa en condiciones mesotérmicas y repetir estos agregados a intervalos regulares y relativamente frecuentes".

#### Summary I

During the last twenty years the main activity of our investigations in soil microbiology was dedicated to a specific object-- to discover the microbiological factor that controls the resistance of soils to exhaustion and erosion.

This presentation is a summary of these investigations and includes the basic theory that leads us in our work.

Following this theory, the aerobic decomposition of cellulose by mesothermic bacteria belonging to the genus CYTOPHAGA, SPOROCYTOPHAGA and similar, is the main source of poliuronic colloids in the soil. These colloids are very active in the improvement of water stability of soil aggregates and also in their resistance to exhaustion and erosion.

The extension of this theory to the field of agricultural practice in the "Pampas" region has stopped the exhaustion and erosion of the soil and at the same time has increased the yields with a lower cost of production.

The essential principle put in practice was the incorporation of cellulosic materials in the best conditions for fast development of aerobic bacteria that decompose cellulose in aerobic mesothermic conditions and repeating frequently these additions at regular intervals of time.

Bibliografía I

- 1a Ellison, W. D. 1944. Studies of rain drop erosion. Agric. Engin. 25:131-136.
- 1b Clark, C. and Haswell, M. R. 1967. The economics of subsistence agriculture. Macmillan y Co. Ld., London.
- 1c Molina, J. S. y Spani, L. S. 1946. Influencia de algunos coloides orgánicos en el mejoramiento de la estructura del suelo. Ciencia e Investigación 2: 402-403.
- 2 Molina, J. S. y Spani, L. S. 1947. Producción de coloides en el proceso de descomposición aerobia de la celulosa. Rev. Agr. Agron. 14:20-32.
- 3 Molina, J. S. y Spani, L. S. 1948. Influencia de un coloide orgánico sobre la estabilidad en agua de diversos suelos argentinos. Rev. Agr. Agron. 15: 113-116.
- 4 Molina, J. S. y Spani, L. S. 1949. Coloides producidos en la descomposición aerobia de la celulosa y su influencia sobre la estructura del suelo. Rev. Agr. Agron. 16:33-49.
- 5 Sauberan, C., Ghelfi, R. A. y Molina, J. S. 1953. Conservación y recuperación de suelos. Ciencia e Investigación. 9:453-459 y 9:493-500.
- 6 Molina, J. S. y Sauberan, C. 1956. Cellulose bacteria and soil conditioners. Jour. Soil Association (Mother Earth) 9:414-417.
- 7 Sauberan, C. y Molina, J. S. 1958. Agotamiento, erosión y recuperación de suelos en la República Argentina. Editorial Hombre y Suelo. Buenos Aires.
- 8 Molina, J. S. y Sauberan, C. 1960. La descomposición aerobia de la celulosa y la resistencia de los suelos a la erosión. Suplemento Especial de IDIA. 1:85-88.
- 9 Molina, J. S. y Spani, L. S. 1961. Colloid production in the aerobic decomposition of cellulose and their action upon the structure of different soil types. Arquivos do V Congresso Internacional de Microbiologia (Rio de Janeiro) 2:594-601.
- 10 Norman, A. G. and Fuller, W. H. 1942. Cellulose decomposition by microorganisms. Advances in Enzymology. 2:239-264.
- 11 Winogradsky, S. 1929. Studes sur la microbiologie de sol. Sur la degradation de la cellulose dans le sol. Consultado en Microbiologie de sol. Problemes et methodes (Cinquante ans des recherches). Masson et Cie editeurs. Paris, 1949, pgs. 516-581.

- 12 McCalla, T. M., Duley, F. L. and Gooding, F. H. 1943. A method for measuring the plant residues fragments of the soil. *Soil Sci.* 55:159-166.
- 13 Hutchinson, H. B. and Clayton, J. 1919. On the decomposition of cellulose by an aerobic (*Spirochaeta cytophaga* n.sp). *Jour. Agric. Sci.* 9:143-173.
- 14 Rubenstschik, L. 1930. Sur aeroben Zellulosezersetzung in vers chiedenem Boden mit Berucksichtigung der Humusbildung. *Proc. Second Int. Congress Soil Sci. Moscow*, 3 erd. comm. 158-160.
- 15 Walker, E. and Warren, F. L. 1938. Decomposition of cellulose by *Cytophaga*. *Biochem. Jour.* 30:1789-1794.
- 16 Forsyth, W. G. Studies on the more soluble complexes of soil organic matter. *Biochem. J.* 41:176-181.
- 16b \_\_\_\_\_ and Webley, D. M. 1949. The synthesis of polysaccharides by bacteria isolated from soil. *Jour. Gen. Microbiol.* 3:395-399.
- 17 Whistler, R. L. and Kirby, K. W. 1956. *Jour. Amer. Chem. Soc.* 78:1755-1759.
- 18 Acton, C. J., Paul, E. A. and Rennie, D. A. 1963. Measurement of polysaccharide content of soils. *Can. J. Soil Sci.* 43:141-150.
- 19a Acton, C. J., Rennie, A. D. and Paul, E. A. 1963. The relationship of soil polysaccharides to soil aggregation. *Can. J. Soil Sci.* 43:141-150.
- 19b Duff, R. B. 1952. *J. Sci. Food Agr.* 3:140.
- 20 Duff, R. B. 1952. *Chemistry and Industry*, 1104.
- 21 Duff, R. B. 1954. *Chemistry and Industry*, 1513.
- 22 Fuller, W. H. 1964. Evidence of the microbial origin of uronides in the soil. *Proc. Soil Sci. Soc. Amer.* 11:280-283.
- 23 Chesters, G., Attoc, O. J. and Allen, O. N. 1957. Soil aggregation in relation to various soil constituents. *Proc. Soil Sci. Amer.* 21:272-277.
- 24 Havis, A. L. 1942. Aggregation of an orchard soil under sod, mulch and cultivation. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 40:28.
- 25 Martin, J. P. 1942. The effect compost and compost materials upon the aggregation of the silt and clay particles of Collington sandy loam. *Proc. Soil Sci. Soc. Amer.* 7:218-222.
- 26 Shrikande, J. G. 1933. The production of mucus during the decomposition of plant materials. *Biochem. J.* 27:1551-1562.
- 27 Shrikhande, J. G. 1936. The production of mucus during the decomposition of plant materials. III. The effect of partially aerobic and anaerobic conditions. *Biochem. J.* 30:1789-1794.

- 28 Geltzer, F. G. 1934. Effect of organic manures on the structure of grey desert soils. Trans. 1st. Comm. Int. Soil Sci. Congress Soviet Sect. Soc. A, 2:73-78.
- 29 Geltzer, F. G. 1943. The process of formation active humus the sod type. Pedology. 9-10 (62-74) Resumen en Soils and Fertilizers VII, 3, 143.
- 30 Kanivetz, I. J. and Korneeva, N. P. 1936. The effect of dung and cellulose in the stability of soil structure. Transact. Internat. Soil Sci. Congress. Soviet Soc. 5:121-125.
- 31 Duley, F. L. and Russel, J. C. 1943. Effect of stuble mulching on soil erosion and runoff. Proc. Soil Sci. Soc. Amer. 7:77-81
- 32 Duley, F. L. 1939. Surface factors affecting the rate of intake of water by soils. Proc. Soil Sci. Soc. Amer. 4:60-64.
- 33 Anonimo 1944. "Stubble mulching and subsurface tillage". Soils and Fertilizers. VII, 2:57-58.
- 34 Sauberaan, C., Ghelfi, R. A. y Molina, J. S. 1953. Conservación y recuperación de suelos. Ciencia e Investigación. 9:453-459 y 9:493-500.
- 35 Sauberaan, C. y Molina, J. S. 1965. Soluciones para los problemas del campo. Editado por la Fundación Bolsa de Comercio de Buenos Aires. 3ª. edición, Buenos Aires.
- 36 Zingg, A. W. and Whitfield, C. J. 1957. Stubble mulch farming. USDA Tech. Bull. 1166.
- 37 Alderfer, R. B. and Merkle, F. G. 1943. The comparative effects of surface application vs. incorporation of various mulching materials on structure, permeability, runoff and other soil properties. Proc. Soil Sci. Soc. Amer. 8:79-86.
- 38 Musgrave, G. W. and Nichols, M. L. 1941. Organic matter in relation to land use. Proc. Soil Sci. Soc. Amer. 7:22-28.
- 39 Stephenson, R. E. and Schuster, C. E. 1945. Effect of mulches on soil properties. Soil Sci. 59:219-229.
- 40 Sauberaan, C. y Molina, J. S. 1955. La chala de maíz como mejoradora de los suelos. Rev. Arg. Agron. 22:154-157.
- 41 Fuentes, Godo, P. M. Comunicación personal.
- 42 Molina, J. S. Investigaciones aún no publicadas.
- 43 Sauberaan, C., Molina, J. S. y Lundberg, G. A. 1967. Lucha biológica contra el agotamiento y erosión de los suelos en la pradera pampeana. Trabajo presentado al II Congreso Latinoamericano de Biología del Suelo.

## II

### Aplicaciones Prácticas en la Cuenca del Plata

La aplicación práctica de las bases teóricas indicadas en la parte I, comenzó en el año 1950.

Los primeros ensayos en gran escala se llevaron a cabo en una serie de establecimientos agrícolas dirigidos por el Ing. Agr. Carlos Sauberán y que comprendían unas 30.000 has. repartidas entre la cuenca del Río Carcaraña en la Provincia de Córdoba (Los Surgentes) y la cuenca del Río Salado en la Pcia. de Buenos Aires (Pirovano, Bolívar, Carlos Cásares, Tandil y Azul).

Estos trabajos preliminares se ampliaron en 1957 con 40.000 has más del primer grupo CREA (Consortio Regional de E. perimentación Agrícola) de Henderson-Caseros (Daireaux), también en la Cuenca del Río Salado.

Sucesivamente se fueron incorporando nuevos grupos CREA entre ellos los de Pirovano, Guanaco-Las Toscas, etc., que llegaron a cubrir en su conjunto cerca de 2 millones de hectáreas, de las que una buena parte quedan dentro de la cuenca del Plata.

Al mismo tiempo por intermedio de una nueva organización universitaria, el Instituto Agrotécnico de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional del Nordeste, se realizaba una amplia campaña de investigación y trabajos con los productores en las provincias de Chaco y Misiones y en menor escala en Corrientes y Formosa.

En Misiones se tuvo la fortuna de poder contar con la experiencia previa de cerca de cincuenta años de trabajo sobre manejo y conservación de suelos, llevados a cabo por el Dr. Moisés Bertoni en el Alto Paraná y cuyas conclusiones siguen siendo hoy tan válidas como cuando las expresó hace más de medio siglo atrás (1a).

La labor pionera llevada a cabo por un colono misionero el Sr. Alberto Roth, (1b) de Santo Pipó (Madalla de Oro Hugh Hammond Bennett de la Asociación Amigos del Suelo) permitió contar con métodos empíricos que respondían plenamente a los postulados teóricos ya expresados.

Más recientemente, una invitación de la Universidad Federal de Santa María (RGS-Brasil) nos permitió estudiar en detalle los procesos de erosión en el Alto Uruguay y comprobar que eran prácticamente los mismos que en la Argentina. Lo único que cambiaba eran los especies bacterianas, ya que aunque existían cepas de *Cytophaga* adaptadas a estos suelos más ácidos, el predominio era de bacterias tipo *Cellulomonas*. Sin embargo el proceso de producción de coloides poliurónidos era muy similar y quizás aun mayor que las estudiadas hasta ese momento en nuestro país.

Un trabajo profesional nos permitió conocer en detalle y estudiar los procesos de erosión en Salta y Jujuy, vinculados sobre todo a la producción de caña de azúcar.

La introducción del método denominado "hawaiano" que consiste en la quema de la caña, como método previo a la cosecha, nos permitió comprobar los efectos deletéreos de esta práctica sobre la estabilidad y resistencia a la erosión de estos suelos.

Una invitación de productores de San Pablo (Brasil) permitió recorrer y estudiar una extensa zona de este estado desde el S.E. (Rancharia) pasando por el centro norte (Barretos y llegando hasta el extremo N.O. (Campos de Jordao).

Hemos tenido asimismo ocasión de efectuar una extensa gira por el Chaco Paraguayo, hasta llegar a la altura de la ciudad de Concepción.

En la R.O. del Uruguay se tuvo ocasión de trabajar en estrecho contacto con productores de la zona S.O. (Colonia, Colonia Valdense, Tarariras, etc.).

Por un convenio efectuado entre la Asociación Amigos del Suelo y el Ministerio de Asuntos Agrarios de la Provincia de Buenos Aires, tuvimos ocasión de estudiar en todo detalle una cuenca de cerca de 95.000 hectáreas en los Partidos de Caseros y Bolívar, que formaba parte de la cuenca del Vallimanca, afluente del Río Salado.

Los últimos trabajos realizados han estado vinculados a la expansión de las fronteras agropecuarias en la región semiárida chaqueña (cuenca del Río Salado-Santiago del Estero).

Está actualmente en pleno desarrollo un plan de trabajo, a realizar conjuntamente con el Departamento de Ecología de la Facultad de Ciencias, para el estudio de la cuenca del Río Salado en la Pcia. de Buenos Aires, con epicentro en la localidad de Maipú.

#### Aplicación concreta de los principios teóricos

1) El factor básico para lograr una abundante producción de coloide poliurónico era obviamente el de disponer de abundantes residuos ricos en celulosa (19, 20 y 21).

Esto se logró utilizando los rastrojos de los cultivos de cereales y los sobrantes de los campos de pastoreo (4, 11 y 12).

Se puede estimar groseramente entre 2 y 4 toneladas por hectárea de paja dejada por una buena cosecha de trigo o maíz y entre 1 y 5 tn. sobrante de un campo de pastoreo bien manejado.

La composición de esta paja es de aproximadamente un 30% de celulosa. En ensayos de laboratorio se producen entre 17 y 18% en peso de coloide por cada 100 gr. de celulosa descompuesta(22).

Si consideramos estos datos, se podría producir entre 100 y 200 kg. de coloide por hectárea y por año.

Como este coloide es sumamente activo a dosis de 1 por mil podemos estimar que se podría mejorar entre 100 y 200 toneladas de suelo por hectárea y por año. Esto indica que se trata de posibilidades nada despreciables en el aspecto práctico.

Se eliminó en consecuencia para llegar a estos resultados tanto la quema de los rastrojos como el sobrepastoreo de los campos.

Como regla práctica se estableció que entre un 50 y un 70% era para el animal y el resto era para el suelo (4, 11, 12, 23, 24, 25 y 26).

El otro aspecto decisivo era la provisión adecuada de agua y aire.

2) Provisión de agua: el agua se logró mediante un plan orgánico de barbechos estacionales, complementado con el empleo de plantas "barbecheras" (27, 28, 29 y 30).

3) Para asegurarse que tanto en una época de frecuentes lluvias como en una sequía, habría siempre una aereación adecuada para el desarrollo de estas bacterias se optó por dejar un 50% de los residuos en superficie y un 50% enterrado hasta unos 10-15 cm de profundidad.



El uso de arados rastra, rastras de discos de doble acción tipo pesado y similares permitió lograr esto sin inconvenientes.

4) La provisión del nitrógeno adecuado planteó de inmediato la necesidad del empleo de rotaciones con leguminosas. La utilización de una alternativa de 3 años de cultivos cerealeros y 5 años con alfalfa mezclada con gramíneas permitió asegurar que el suelo en todo momento disponía del nitrógeno necesario para las bacterias que atacan celulosa. No se encaró el problema del uso de fertilizantes nitrogenados por su alto costo.

5) Las sales minerales y la reacción neutra o debilmente alcalina no constituyen un factor limitante en la pradera pampeana, especialmente debido a la rotación con alfalfa. Las profundas raíces de la misma aseguran la extracción constante de minerales y calcio del subsuelo y su transporte a la superficie del mismo (31).

En los pocos casos en que hubo problemas el inconveniente se solucionó facilmente recurriendo al uso de calcáreo o de amoníaco como neutralizante.

La aplicación integral de estos principios teóricos se tradujo en notables mejoras en la producción de los campos, especialmente en la regularización de la misma.

Tanto en estancias de 15-20.000 has. como en chacras de 60 a 100 has, los resultados fueron similares. Desaparecieron o se redujeron a un mínimo sin importancia los problemas de agotamiento y erosión de los suelos en sus síntomas más típicos tales como el "planchado", las "pisos de arado", los "corridos", las inundaciones, etc. (4, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38).

Los rendimientos aumentaron en forma (notable) pero lo verdaderamente interesante fue la reducción vertical de los costos. Esto fue debido a que por una mejor estructura de los suelos y un mayor porcentaje de materia orgánica en los mismos era posible disminuir notablemente el número de labores para los cultivos.

Además, debido al menor peso de la tierra cada arada era cada vez más fácil y económica.

Todo esto junto con los barbechos estacionales, el uso de plantas "barbecheras" como el maíz de pastoreo sembrado ralo y las rotaciones con alfalfa permitió reducir de una mitad a una tercera parte el número de tractores necesarios para una determinada superficie, sin disminuir el rendimiento de los cultivos o de los pastoreos.

Como ejemplo indicativo se puede indicar que en campos mal manejados se emplea un tractor de 60 CV cada 800 ha. Lo que se reduce en los campos bien manejados a un tractor de la misma potencia cada 2.500 has. (explotación de invernada Oeste de la Provincia de Buenos Aires).

Las diferencias promedio que se han logrado entre los campos bien manejados y los mismos campos antes de su adaptación a nuevos procedimientos de cultivo se pueden sintetizar en el cuadro siguiente:

	<u>Produccion</u>		
	<u>Trigo</u>	<u>Maiz</u>	<u>Carne</u>
Suelos manejados en forma corriente quemada de rastros y sobrepastoreo.	10-15 qq/ha	15-25 qq/ha	120-140 Kg/ha
Suelos con incorporación de celulosa en forma aerobia (rastros y sobrantes campos de pastoreo).	20-25 qq/ha	40-50 qq/ha	180-240 Kg/ha

Relacionado con el tema específico del presente trabajo hemos tenido la oportunidad de comprobar la eficacia de los métodos expuestos en el mejoramiento integral de una cuenca de 2.500 Ha. en una zona de chacras trigueras de la localidad de Los Sargentos (Córdoba-Argentina).

Los resultados obtenidos en sólo tres años de trabajo permitieron controlar por completo el proceso erosivo de los suelos; aumentar la infiltración de las aguas de lluvia, suprimiendo así la causa principal de las inundaciones en las partes bajas; disminuir notablemente el número de operaciones de labranza; hacer que las mismas fueran mucho más fáciles de realizar y aumentar al mismo tiempo los rendimientos y la seguridad de cosecha (31, 33 y 35).

Con respecto al número de labores necesarias para la siembra en la época de instalación de la colonia alrededor del año 1905, las mismas eran a lo sumo 1-2 aradas con sus correspondientes rastreadas. Al tiempo de comenzar nuestros trabajos se efectuaban de 5-6 aradas con sus rastreadas antes de la siembra, con el aumento tremendo de costos que ello implica. Además el tiempo disponible para efectuar las labranzas después de una lluvia era muy escaso. Se trataba de los típicos suelos de "día domingo" o de "medio día" en los que el suelo estaba húmedo o muy seco, con muy poco tiempo disponible para una labor normal.

La incorporación sistemática de 2-3 toneladas de rastrojo de trigo por año permitió revertir el proceso y al terminar el tercer año de trabajo ya se había vuelto a las dos aradas de cerca de 60-70 años atrás. Los suelos de "día domingo" habían desaparecido y el tiempo en que el suelo estaba en óptimas condiciones para la labranza se multiplicó varias veces, lo que permitía una mejor utilización de los equipos.

El esquema teórico que permitió estos resultados hemos comprobado que es el mismo en los suelos del Estado de Río Grande do Sul (Serie Santo Angelo). Lo que falta comprobar ahora es la realización práctica sobre el terreno. Los resultados experimentales en pequeña escala observados en el área de Cruz Alta (RGS) justifican que se pueda encarar con grandes posibilidades de éxito una labor en tal sentido.

La clave del éxito radicaría en la posibilidad de incorporación superficial de los rastrojos de trigo y en la siembra simultánea de soja en el mismo. Los equipos necesarios existen en Río Grande do Sul y sólo faltaría organizar adecuadamente el uso de los mismos.

La baratura de los métodos biológicos propuestos en el presente trabajo permiten su fácil aplicación en las condiciones reales de producción de todos los países de la Cuenca del Plata.

Debemos tener presente que, si no se logra un control efectivo de la erosión en esta enorme área, la destrucción del suelo agrícola puede llegar a destruir las bases mismas de la civilización.

No creemos que sea una casualidad que las áreas más agotadas y erosionadas, sean precisamente las proveedoras de la mayor parte de los habitantes de las Villas Miseria o "favelas" de las principales ciudades de la Cuenca del Plata.

Cuando pierde su tierra, al campesino arruinado no le queda otro camino. Y así como el suelo agrícola fértil, una vez arrancado de su lugar de origen, se convi-

erte en el limo que tapa los accesos de los puertos, rellena las lagunas y produce condiciones ideales para el desarrollo del paludismo, así también el hombre desarraigado se convierte en el proletario que crea problemas cada día más insolubles en todas las grandes ciudades.

No es un proceso para el futuro. Asistimos actualmente a su desarrollo en gran escala y estamos todavía a tiempo para frenarlo.

Pero evidentemente no lo lograremos escribiendo artículos en revistas científicas. La erosión de los suelos solo se detendrá si logramos difundir a nivel del productor las ideas básicas para luchar con éxito contra la misma y al mismo tiempo creamos las condiciones económicas adecuadas para que esta lucha tenga éxito.

En este sentido como lo expresara el Padre de la Conservación Mundial de los Suelos, el Dr. Hugh Hammond Bennett, fundador y director del Soil Conservation Service de los Estados Unidos, "la educación es todavía la más grande fuerza al alcance del hombre para luchar contra la erosión".

Y la misma debe ser llevada a cabo en todos los niveles.

Para terminar diremos simplemente que en nuestra opinión la correcta utilización de las bacterias de la celulosa puede resolver una gran parte (un 95%) de los problemas de erosión en la Cuenca del Plata.

Hace 8-10.000 años el hombre aprendió a domesticar a los animales y a las plantas y creó las bases para el desarrollo de la civilización. En el siglo XIX a través de la obra de Pasteur y Koch el hombre domesticó a los microbios patógenos y los obligó a trabajar en su provecho.

A la luz de las nuevas investigaciones que se están produciendo en el campo de la microbiología del suelo creemos que ha llegado la hora de encarar con posibilidades de éxito la ardua tarea de domesticar a los microbios del suelo.

No sólo podremos posiblemente controlar completamente la erosión de los suelos, sino también transformar cada vez más a la agricultura y a la ganadería en actividades dignas del esfuerzo creativo del hombre y que ofrezcan la posibilidad de superar todas las actuales barreras de producción.

#### Summary II

Around ten years ago, the application of the theory, already exposed in detail in a previous work, was started in the common conditions of the farms and ranches (estancias) in the Rio de la Plata basin.

During 1955, the work was started on 30,000 ha. It has now extended to nearly two million hectares.

The ideal conditions for a fast development of the aerobic bacteria that decompose cellulose in mesothermic conditions were obtained in field practice through the use adequate machinery and a combination of plenty of water, air and nitrogen.

The water was obtained by a regular system of seasonal fallows completed with the employment of "fallow" plants.

The nitrogen was obtained through a rotation of five years of alfalfa for pasturing (mixed with brome-grass, orchard grass, etc.) and three years of cash crops.

On the range and artificial pastures, the same results are obtained by controlling the grazing (50-70% for the cattle and 50-30% for the soil bacteria).

Machinery most adequate for putting the stubble in the best condition for the aerobic decomposition were the "one way plow", the Goble disk type (Massey Harris, etc.), and the "duckfoot" cultivator.

Practically all of the problems that come from exhausted soils, such as "ironed soils", "plow pans", wind and water erosion, etc., were eliminated or reduced to a minimum.

This brought as a consequence, a large decrease in production cost followed by an increase in the yield of wheat, maize and meat.

The application of the same basic principles to wheat culture in subtropical soils give apparently the same results as those obtained in more temperate climates.

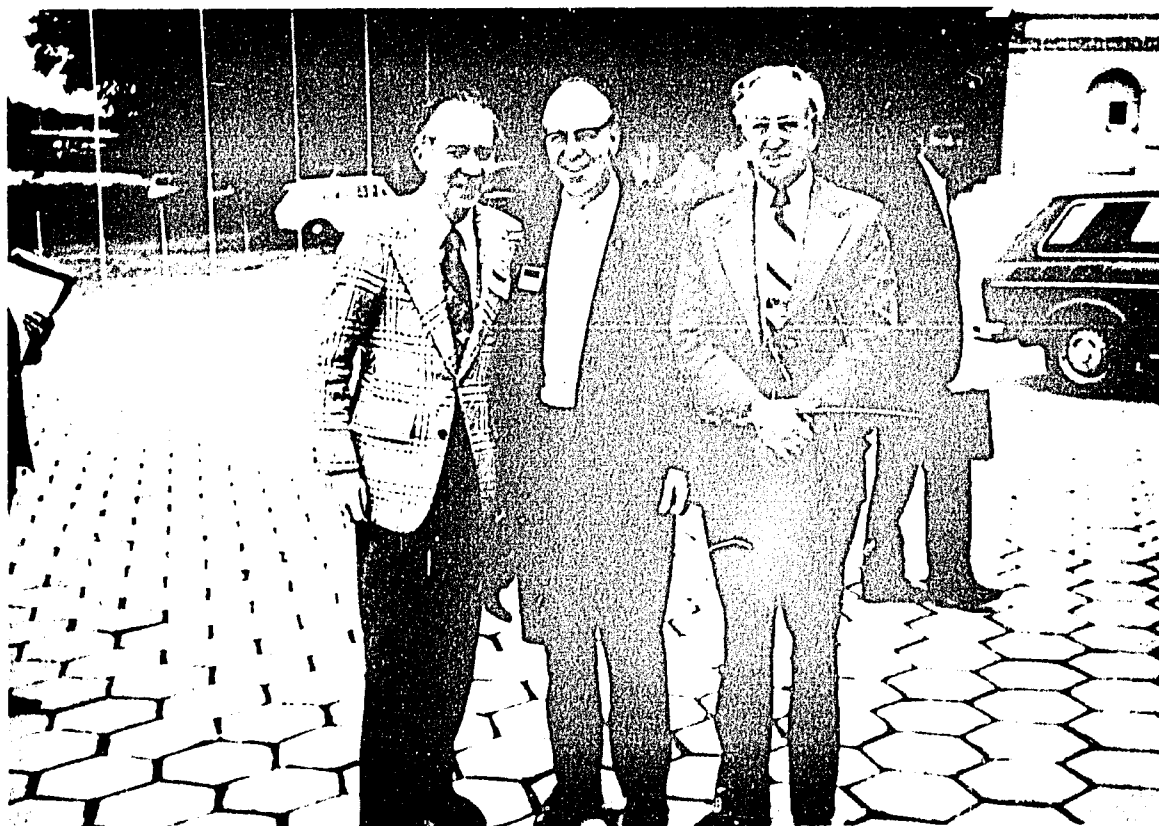
#### Bibliografía II

- 1a Bertoni, M. S. 1927. Agenda y mentór agricola. Edición "Ex Sylvia", Puerto Bertoni (Paraguay)
- 1b Roth, A. Manejo adecuado de las plantaciones de yerba mate en la zona de monte. Hombre y Suelo, Buenos Aires N°6, pg 83-89.
- 1c Molina, J. S. 1967. La descomposición aerobia de la celulosa y la estructura activa de los suelos. Trabajo presentado al Segundo Congreso Latinoamericano de Biología del Suelo.
- 2 Sauberan, C., Ghelfi, R. A. y Molina, J. S. 1953-54. Conservación del suelo. Rev. Centro Arg. Ing. Agron. 11(5):1-8; (6):3-14 y 12(1):23-27.
- 3 Sauberan, C., Ghelfi, R. A. y Molina, J. S. 1953. Conservación y recuperación de suelos. Ciencia e Investigación. 9:453-459 y 9:493-500.
- 4 Sauberan, C., Ghelfi, R. A. y Molina, J. S. 1954. Utilización de los rastros para conservar la materia orgánica de los suelos y evitar la erosión. Rev. Arg. Agron. 21:143-161.
- 5 Sauberan, C. y Molina, J. S. 1955. El problema del manejo de los suelos pesados. Anales Soc. Rural Arg. 89:449-451.
- 6 Sauberan, C. y Molina, J. S. 1956. La destrucción del suelo argentino. Ciencia e Investigación. 12:451-453.
- 7 Sauberan, C. y Molina, J. S. 1956. El problema de las inundaciones en la Provincia de Buenos Aires, Conferencia sobre Desagües en la Provincia. Publicación del Ministerio de Obras Públicas de la Pcia. de Buenos Aires, Páginas 84-86.
- 8 Sauberan, C. y Molina, J. S. 1958. Agotamiento, erosión y recuperación de suelos en la República Argentina. Editorial Hombre y Suelo, Buenos Aires.

- 9 Sauberan, C. y Molina, J. S. 1957. Soil improvement in Argentina. Jour. Soil Assoc. (Mother Earth), 9:414-417.
- 10 Molina, J. S. 1957. Conservación de la fertilidad del suelo con un bosquejo general de la zona recorrida. Informe presentado al grupo CREA N°1 (Henderson-Caseros). Mimeografiado. Este trabajo fue reproducido en la revista Tranqueras Abiertas N°37:7-14 (1965).
- 11 Sauberan, C., y Molina, J. S. 1965. Soluciones para los problemas del campo. Editado por la Fundación Bolsa de Comercio de Buenos Aires. 3a. Edición.
- 12 Lundberg, G. A., Edwards, G. H., Fuentes Godo, P. M. y Quant Bermudez, J. 1963. La producción ganadera argentina. (Bases para su tecnificación). Editorial Hombre y Suelo, Buenos Aires.
- 13 Fuentes Godo, P. M. 1959. Agotamiento y erosión de los suelos chaqueños. Ciencia e Investigación. 15:289-298.
- 14 Quant Bermudez, J. y Col. 1962. Manejo de suelos y pastoreos en el N.E. argentina. Trabajo presentado a la Segunda Reunión Argentina y Primer Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. Mendoza (Rac. Argentina). Entregado para su publicación.
- 15 Fuentes Godo, P. M., Molina, J. S., Quant Bermudez, J. y Kraemer, L. 1962. La aplicación de una herramienta de diseño y construcción local en el manejo de los suelos chaqueños. Idem trabajo anterior.
- 15b Lundberg, G. A. 1963. Rotación: efecto en el mejoramiento de la producción de algodón en el N.E. argentino. Trabajo presentado a la Conferencia de las Naciones Unidas para la Aplicación de la Ciencia y la Técnica en beneficio de las Regiones Menos Desarrolladas. (UNCSAT), Ginebra, febrero 1963. Resumen en Boletín de Reuniones de Intercambio de Información Agropecuaria (RIIA) 1/13:26-27.
- 16 Fuentes Godo, P. M. 1963. Incorporación de la selva tropical y subtropical a la agricultura, Idem anterior. Resumen RIIA 12/13:27-28.
- 17 Quant Bermudez, J. 1963. Los recursos forrajeros en la producción de carne vacuna en la región chaqueña. Ciencia e Investigación. 19:253-266.
- 18 Sauberan, C. y Molina, J. S. 1955. La chala de maíz como mejoradora de los suelos. Rev. Arg. de Agron. 22:154-157.
- 19 Sauberan, C. y Molina, J. S. 1955. Deben quemarse los rastrojos? Ciencia e Investigación. 11:438-489.
- 20 Sauberan, C. y Molina, J. S. 1956. La quema de los rastrojos. Rev. Arg. Agron. 23:157-179.
- 21 Molina, J. S. y Spani, L. S. 1949. Coloides producidos en la descomposición de la celulosa y su influencia sobre la estructura del suelo. Rev. Arg. Agron. 16:33-49.

- 22 Sauberan, C. y Molina, J. S. 1961. Problemas y soluciones para la producción agropecuaria argentina. Rev. Hombre y Suelo N°17, págs. 65-68.
- 23 Lundberg, G. A. 1962. El sobrepastoreo y su influencia en el agotamiento y erosión de los suelos. Trabajo presentado a la 2º. Reunión Argentina y Primer Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. Mendoza (Rep. Argentina) Entregado para su publicación.
- 24 Lundberg, G. A. 1963. Uso de los rastrojos como principio básico aplicado para mejorar los suelos en explotaciones altamente mecanizadas de la pradera pampeana. Trabajo presentado a UNCSAT. Resumen en RIIA 12/13:18-20.
- 25 Molina, J. S. 1963. Principios básicos agrotécnicos que se están aplicando en las explotaciones agropecuarias en la República Argentina. Trabajo presentado a UNCSAT. Resumen en RIIA 12/13:16-18.
- 26 Molina, J. S. 1961. Tecnología de suelos en Argentina: problema de las sequías. IDIA 168, pgs. 9-14.
- 27 Fuentes Godo, P. M., Lundberg, G. A., Molina, J. S., Foulon, M., Rossi, M. y Quant Bermudez, J. 1962. Determinación en campaña de la humedad del suelo y su manejo en las rotaciones anuales. Trabajo presentado a la 2º Reunión Argentina y 1er. Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo, Mendoza. Entregado para su publicación.
- 28 Fuentes Godo, P. M., Lundberg, G. A., Molina, J. S., Foulon, M., Rossi, M. y Quant Bermudez, J. 1962. Manejo de la humedad del suelo en praderas naturales permanentes. Idem anterior.
- 29 Molina, J. S. 1963. Métodos de cultivo en regiones semiáridas de la República Argentina. Trabajo presentado a UNCSAT. Resumen en RIIA 12/13: 23-25.
- 30 Boerger, A. 1953. Historia del cultivo de la alfalfa en el Río de la Plata Revista Nacional. Tomo LVII, año XVI, enero 1953, N°169, pgs 1-15 (Uruguay)
- 31 Sauberan, C., Molina, J. S., Aguilar, M. y Quant Bermudez, J. 1962. Estudio de una colonia agrícola seriamente afectada por erosión hídrica. Trabajo presentado a la 2a. Reunión y 1er. Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. Mendoza. Entregado para su publicación.
- 32 Lundberg, G. A. 1962. El manejo de la fertilidad en la pradera pampeana. Idem anterior.
- 33 Aguilar, M. 1964. Promoción de grupos de trabajo en escala chacarera. Ciencia e Investigación. 20:255-264.
- 34 Lundberg, G. A. 1963. Conservación del suelo en zonas ganaderas. Ciencia e Investigación. 18:241-254.
- 35 Sauberan, C. y Molina, J. S. 1963. Hacia la formación de grupos de CREA Chacareros. Rev. Bolsa de Cereales de Buenos Aires Número estadístico extraordinario.

- 36 Sauberan, C., y Molina, J. S. 1964. Conservación de la fertilidad de los suelos. Enciclopedia de Agricultura y Gradería, dirigida por el Profesor L. R. Parodi. Vol. II. Primera Parte, pgs. 67-72.
- 37 Lundberg, G. A. El manejo de la fertilidad de la pradera pampeana. Trabajo presentado a la 2a. Reunión Argentina y 1er. Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. Mendoza. Entregado para su publicación.
- 38 Molina, J. S. 1965. Memoria del Laboratorio de Investigaciones Agrícolas. Años 1959-64. Buenos Aires.



MANEJO DEL SUELO PARA TRIGO EN LA REGION SEMIARIDA  
DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Adolfo E. Glavé

Estación Experimental Agropecuaria, INTA, Bordenave  
Argentina

El presente trabajo pretende tan sólo contribuir al conocimiento del manejo de suelos para el cultivo de trigo, en una vasta región de la Provincia de Buenos Aires.

Esta región se halla ubicada geográficamente dentro de un clima de transición, caracterizada por sus condiciones extremadamente variables. Esta desuniformidad ecológica trae aparejados frecuentes períodos de escasez de agua, provocando prolongadas sequías. Estas se agravan por la persistencia de los vientos desecantes y erosivos, contribuyendo a afectar la capacidad de los suelos y cultivos en general.

En base a los datos estadísticos se pudo establecer, que las precipitaciones no se producen de manera uniforme. Se considera que el 60% de los años las precipitaciones están por debajo del promedio anual y tan sólo el 40%, se producen por encima del promedio. Como resultado la deficiencia y la desuniformidad de las precipitaciones son notorias.

Esta fluctuación en las lluvias trae como consecuencia innumerables fracasos de cosecha en años de escasa humedad, y excelentes rendimientos en años de elevadas precipitaciones.

Los suelos en general son muy livianos, propensos a volar con los fuertes vientos de primavera, y a erosionarse por agua en períodos de intensas lluvias. El contenido de materia orgánica es bajo, disminuyendo la capacidad de retención de agua y fertilidad.

Es por ello que para la normal evolución del cultivo de trigo en la región semiárida de la provincia de Buenos Aires, es de fundamental importancia, vincular íntimamente la acumulación, conservación y utilización racional del agua en el suelo.

Estudios realizados en la Estación Experimental de Bordenave, indican que para incrementar los rendimientos del cultivo de trigo y asegurar la estabilidad de los resultados, es indispensable aplicar un conjunto de prácticas de manejo de suelos.

Para ello, se deben tener en cuenta los siguientes factores: incremento de la humedad del suelo, de la población de malezas, resistencia de los suelos a la erosión, incremento de la fertilidad, y formación de un lecho firme y adecuado para la siembra.

Siendo la humedad del suelo un factor decisivo en la seguridad de los rendimientos del cultivo de trigo, se debe prestar suma atención a la práctica del barbecho estacional.

Para obtener la máxima eficiencia en la acumulación de humedad en el suelo durante el barbecho, se requieren los tres siguientes puntos:



Protección de la superficie del suelo para: a) controlar la evaporación de la humedad. b) controlar la erosión por viento y agua.

Mantenimiento de la rugosidad y porosidad del suelo, con el fin de incrementar la infiltración y aereación.

Control de la maleza.

### Protección de la Superficie del Suelo

La práctica de dejar los residuos en la superficie del suelo, es denominada en agricultura, labranza bajo cubierta de rastrojo. Este sistema de manejar los residuos muertos, tales como paja de rastrojo de trigo, u otros elementos, brindan una excelente protección a los suelos durante un cierto tiempo, evitando el problema de erosión por viento y agua. La evaporación también se reduce de modo significativo.

Es muy importante proteger el suelo durante el período de barbecho, caso contrario puede ocurrir el completo fracaso del cultivo y la destrucción del suelo por erosión.

Varios puntos deben considerarse en la labranza bajo cubierta: a) cantidad y clase de residuos. b) grado de humedad de la paja c) época de iniciación del barbecho. d) fertilización del barbecho. e) maquinaria especializada.

Cantidad y clase de residuos: La cantidad de residuos de un campo puede ser determinada por la simple recolección del material de una superficie dada y su pesaje posterior. La cantidad necesaria de residuos de trigo para proteger los suelos en la región semiárida bonaerense son las siguientes:

<u>Textura del suelo</u>	<u>Cantidad de residuos Kg/Ha.</u>
Arenosos	Mayor a 2000
Limosos	1500
Limosos-arcillosos	1000
Arcillosos	800

La clase de residuos dependerá del tipo de rastrojo que se disponga.

Generalmente los residuos de leguminosas se descomponen mucho más rápido que la paja de los cereales. Lo mismo ocurre con los residuos de avena y cebada que se descomponen más rápido que la de trigo y centeno. Cuanto más rápida sea la descomposición de los residuos, su efectividad protección será menor.

Los residuos cortos, menos de 7 cm., son cubiertos por el suelo en la labranza o fácilmente llevados por el viento a la escorrentía. Los extremadamente pesados o demasiado largos no se descomponen tan fácilmente y causan entorpecimientos a la maquinaria. Es conveniente incorporar un término medio.

Grado de Humedad: cuando es muy bajo el porcentaje de humedad, los residuos se vuelven quebradizos y pierden eficiencia en la protección de los suelos.

Época de iniciación del barbecho: Como regla básica para la región citada, se iniciará el primer laboreo del suelo, inmediatamente después de la cosecha. Es aconsejable que la duración del barbecho no sea inferior a cinco meses.

Fertilización del barbecho: Para lograr mayores resultados en el cultivo de trigo, es necesario prestar atención al contenido de nitrógeno en los suelos. El agregado de nitrógeno en el momento de realizar el barbecho incrementa la descomposición microbiana de los residuos y favorece la acumulación de nitratos. Esta práctica incide directamente sobre la implantación y desarrollo del cereal.

Maquinaria especializada: Al seleccionar los equipos de labranza se deben tener en cuenta las siguientes cualidades: eficiencia para manejar colchones de rastrojo, cantidad de paja incorporada en cada operación y reducción del material. Rugosidad adecuada para el control de la erosión, control de las malezas y reducción al mínimo de las pérdidas de humedad.

El conjunto de estas cualidades determinan el tipo de implemento y momento de laboreo. Por su uso, pueden dividirse las máquinas en dos grupos:

1. Aquellas que labran y mezclan el suelo: arado rastra, arado de discos, rastra de discos simple y doble, rastra excéntrica pesada, arado cincelador, cultivadores, azadón rotativo, etc.
2. Aquellas que labran el suelo por debajo de la superficie, sin invertir ni mezclar el suelo: pie de pato, barras escardadoras, etc.

#### Mantenimiento de la Rugosidad y Porosidad del Suelo

La rugosidad de la superficie del suelo se logra por medio de la labranza oportuna y uso adecuado de la maquinaria. Es importante, para controlar la erosión eólica e hídrica, contribuir a la formación del tamaño de los terrones y resistencia de los agregados.

#### Contról de la Maleza

Es sabido que la competencia entre cultivos y malezas es hecha en dos fases: por competencia a nivel radicular, y aérea. La radicular se caracteriza por la competencia entre la humedad y nutrientes del suelo y la aérea por luz y dióxido de carbono.

En el barbecho como regla general debe controlarse todo tipo de vegetación, ya sea por vía mecánica o química. El gran problema que experimenta el barbecho durante las operaciones mecánicas de labranza en regiones semiáridas, es el aumento de las posibilidades de erosión y las pérdidas de humedad. Ultimamente se está experimentando mediante el control químico, aumentando de esta forma la eficiencia de las pérdidas de humedad y la no alteración física del suelo.

#### Conclusiones

El manejo del suelo bajo cubierta en la región semiárida de la provincia de Buenos Aires, es una de las simples y seguras vías para la acumulación de humedad y prevención de la erosión de los suelos. Además de incrementar los rendimientos del trigo, mejoran directamente la calidad del grano. Cada una de las prácticas mencionadas cumple una función básica para la obtención de los resultados esperados.

INTERACCIONES DE REGIMENES HIDRICOS Y DE TRATAMIENTOS DE FERTILIZACION EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL TRIGO REGADIO

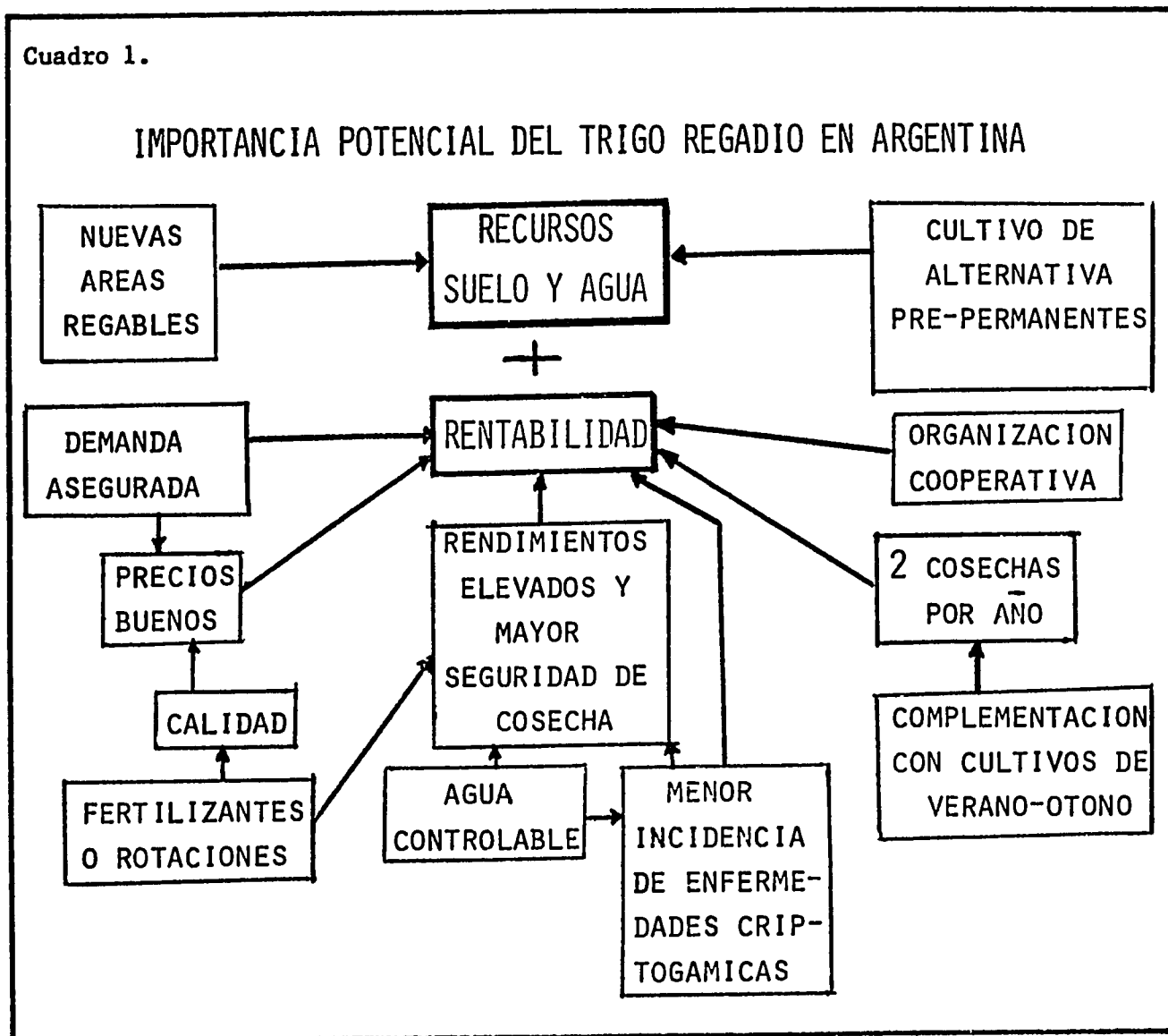
Leon Nijensohn

Universidad Nacional de Cuyo, Facultad de Ciencias Agrarias,  
Chacras de Coria, Mendoza  
Argentina

Introducción

Importancia potencial del trigo regadío en Argentina

Actualmente la superficie dedicada a trigo bajo riego sólo alcanza a unos pocos miles de hectáreas, proporción insignificante con respecto a las aproximadamente 5 millones de hectáreas sembradas con este cereal en seco. Sin embargo, creemos que existen notables posibilidades de expansión futura para el trigo en la agricultura regadía argentina y esta creencia se basa en dos consideraciones fundamentales: Disponibilidad de los recursos naturales básicos suelo y agua, y Rentabilidad posible del cultivo (Cuadro 1).



**RECURSOS DE SUELO Y AGUA.** La creciente disponibilidad de estos factores básicos de producción se relaciona con:

**NUEVAS ZONAS REGADIAS** que se están incorporando como consecuencia de obras hidráulicas con finalidades primarias de producción de energía eléctrica, y/o de regularización de los caudales disponibles para el riego así como de nuevas redes de distribución con aumento en la eficiencia de conducción y/o en el área regable. La superficie que, por los motivos antes citados, puede ser factible de riego en los próximos diez años supera el millón de hectáreas. Consideraciones agronómicas, así como socio-económicas (conveniencia de estabilizar los suelos y facilitar su sistematización progresiva mediante cultivos pioneros no excesivamente exigentes; necesidad de planificar rotaciones que impliquen posibilidades de mecanización avanzada con mínimo empleo de mano de obra) asignan al trigo un lugar destacado entre los cultivos que entrarán en consideración a medida que las mencionadas nuevas áreas vayan entrando en producción.

**CULTIVO DE ALTERNATIVA** en áreas ya desarrolladas, con larga tradición de riego intensivo, como ser Mendoza, San Juan, Río Negro, etc. En esas condiciones el trigo puede entrar en seria consideración como cultivo pionero, antes de la implantación de montes frutales o viñedos y también en calidad de cultivo intermedio entre la extirpación de permanentes de bajo rendimiento económico (seniles, variedades inconvenientes, etc.) y la reimplantación de similares en condiciones óptimas técnico-económicas. Es conveniente destacar que por razones sanitarias (nematodos, por ejemplo) y fisiológicas (toxinas, autoinhibidores) es en muchos casos desaconsejable la reimplantación inmediata de las mismas especies, y es entonces cuando el trigo podría ser un cultivo intermedio de elección. En donde la alfalfa regadía ocupa extensiones importantes, como es el caso de las áreas regadas por los ríos Dulce y Salado en Santiago del Estero, el trigo puede ingresar ventajosamente en un ciclo plurianual con la mencionada forrajera.

**Rentabilidad.** Concurren a hacerla posible los siguientes factores:

**DEMANDA ASEGURADA:** Es un hecho evidente que tanto el mercado nacional como en el internacional, especialmente este último, están en plena expansión.

**BUENOS PRECIOS:** Si bien en Argentina el agricultor sólo recibe una parte del valor real del producto exportado, en estos momentos, y kilo por kilo, el trigo supera como fuente de divisas a algunos frutos y sus derivados de mucho mayor costo de producción.

**RENDIMIENTOS ELEVADOS Y RAZORABLE SEGURIDAD DE COSECHA:** Al asegurar la optimización de un factor crítico de producción, cual es el agua, se posibilita la expresión plena de la capacidad de rendimiento potencial de cada cultivar. Al mismo tiempo, se elimina uno de los principales elementos de riesgo, que ya sea por deficiencia o por exceso suele limitar los rendimientos en la zona cerealera tradicional sujeta a las fluctuaciones del régimen pluvial. Además, la baja humedad relativa ambiental propia de las zonas áridas regadías disminuye la incidencia de algunas de las enfermedades criptogámicas que afectan al trigo.

**BUENA CALIDAD:** El incentivo de elevados rendimientos y precios compensatorios permite la fertilización con N (además de la con P, donde es necesaria) que se traduce en contenido satisfactorio de proteínas. Especialmente en trigo para fideos, que se cotiza considerablemente más que el de panificación, la conjunción de riego y fertilización adecuada permite obtener simultáneamente altos rendimientos y calidad, como se verá más adelante.

**POSIBILIDAD DE DOS COSECHAS ANUALES:** El ciclo vegetativo del trigo unido a la seguridad en la provisión hídrica y al eventual empleo de fertilizantes hace posible su complementación con un cultivo de verano-otoño que integre un período anual de ocupación plena de la tierra, con las ventajas económicas consiguientes. Soja, en primer término por sus múltiples ventajas, pero también girasol, maíz precoz y sorgo, entran en consideración a ese respecto.

**ORGANIZACION COOPERATIVA:** El alto nivel socio-económico y técnico del agricultor de las zonas de riego intensivo, en gran parte ya organizado en cooperativas, facilitaría la organización del uso conjunto de maquinaria pesada, cortatrillas en especial, lo que contribuiría a abaratar los costos.

#### Objetivos

En esta exposición se pretende, mediante la ejemplificación con datos experimentales, señalar las posibilidades que abre el manejo conjunto del riego y la fertilización en cuanto factores decisivos de rendimiento y calidad en trigo. Asimismo, se desea fundamentar la necesidad de intensificar, implicando nuevos cultivares y variantes de fertilización, riego y manejo general del cultivo, la labor experimental aún embrionaria en este campo en Argentina, con la finalidad de determinar funciones de producción que sienten sobre bases firmes la expansión del trigo regadío.

#### Material y Metodos

Los resultados que se comunican y discuten están referidos, por su representatividad, a ensayos realizados en un suelo típico de los adaptables a trigo regadío en el Norte de la provincia de Mendoza; aunque de mediocre calidad para viti o fruticultura.

Breve Corografía: Llanura aluvial de pie de monte, con influencia lacustre, 32°51' S, 68°43' W; 665 m s.n.m.; 15,6°C y 196 mm de temperatura y precipitación medias anuales, respectivamente. Dentro del período abarcado por el cultivo del trigo la media del mes más frío (junio) es de 7,4°C y la del más cálido (diciembre) 22,4°C. La precipitación media entre junio y principios de noviembre: 73mm. Todos estos datos corresponden a medias de 50 años.

Suelo: Aluvial estratificado, moderadamente calcáreo, de textura franco arcillosa. Presencia de yeso cristalizado en forma de nódulos, pseudomicelio y, en algunos sitios, formando horizontes de acumulación de espesor variable, pero atravesables por las raíces. A los datos analíticos consignados en el Cuadro 2 puede acotarse: Mediana a alta disponibilidad de nitrógeno; buena de potasio y pobre de fósforo; más bien alta capacidad de almacenamiento de agua disponible y salinidad moderada, considerando que la solución del suelo está saturada de sulfato de calcio.

Agua de Riego: Proveniente del río Mendoza; alrededor de 900 micromhos/cm a 25°C de conductividad eléctrica en el período primaveral, con predominancia de sulfatos y calcio en su composición iónica.

Tratamientos de Fertilización: Se consignan sintéticamente en el Cuadro 2. El superfosfato se incorporó homogéneamente en los primeros 10 cm del suelo, inmediatamente antes de sembrar; el sulfato de amonio se esparció en superficie, preferentemente después de un riego.

Cuadro 2

RESPUESTA DEL TRIGO A LA INTERACCION DE FERTILIZACIONES Y DE  
REGIMENES DE RIEGO EN SUELO "EL SAUCE" FRANCO-ARCILLO-YESOSO  
MATERIAL Y METODOS

CARACTERISTICAS DEL SUELO	FERTILIZACIONES
N total: 1183 ppm	N:50 kg/ha: 1/2 entre encañado y es- pigazón y 1/2 treinta días después. SULFATO DE A- MONIO, 21% N
K extracto de saturación: 0,29 me/l	
K intercambiable: 214 ppm	
P, CO <sub>2</sub> , 1:10 : 2,55ppm	
P, CO <sub>3</sub> , 1:50 : 20,03 ppm	P:78 kg/ha (180 k/ha de P205): en la siembra
PEA: 1,3 g/cm <sup>3</sup>	SUPERFOSFATO TRIPLE, 45/46% P205 soluble
Capacidad de Campo: 32 g%	
Capacidad a 15 bares: 18 g%	
Capacidad de Agua	NP: N+P
Disponible (Wd) : 182 mm/m	
pH, pasta : 7,4	REGIMENES HIDRICOS
pH, hidrolítico : 8,2	Capa diagnóstico: 0-30 cm
Conductividad Eléctrica	A: HUMEDO: Umbral de Riego : 50% Wd
del Extracto de Saturación : 4 mmhos/cm	B: SEMI-HUMEDO: idem : 25% Wd
a 25°	C: SECO : idem : 0% Wd
SO <sub>4</sub> Ca en extracto de saturación	
(combinación hipotética) : 34 me/l	

Regímenes Hídricos: Todos los tratamientos comenzaron con el perfil cerca de Capacidad de Campo ( $W_c$ ). Los tres umbrales de riego ( $W_{ur}$ ) ensayados (Cuadro 2) corresponden a porcentajes relativos decrecientes del agua disponible, inmediatamente antes del riego, en una "capa diagnóstico" de 0-30 cm. Para el cómputo de la Evapotranspiración Real, o Uso Consumptivo, se tomó en cuenta la diferencia de humedad del perfil hasta 150 cm, inmediatamente antes y después de los ensayos.

Diseño Experimental y Controles: Parcelas de 5 mx10 m, por tratamiento de riego, y subparcelas por tratamiento de fertilización, distribuidas en 6 bloques al azar. Siembra a razón de 90 kg/ha. Para otros detalles ver Nijensohn y Mihajlovich (1971) y Mihajlovich y Nijensohn (1973)

### Discusion y Principales Conclusiones

Cultivares distintos, en un mismo "sitio", pueden reaccionar similar o diferente-mente a diversas interacciones de regímenes de riego y de fertilización.

LA VISUALIZACION CUALITATIVA Y CUANTITATIVA del aserto anterior, referido a los cultivares Pergamino Gaboto (semi-duro) y Taganrock (tipo Candeal), puede apreciarse a través del cuadro 3 y figura 1, respectivamente.

Es evidente que la sensibilidad a la deficiencia de P es mucho más marcada en Pergamino G. que en Taganrock. Mientras que en el primer cv. la respuesta a P tiene lugar en todos los regímenes de riego, tanto frente al testigo no fertilizado como al tratamiento con la sola aplicación de N, en Taganrock se verifica respuesta únicamente en los regímenes seco y semi-húmedo, pero no en el húmedo. Al revés ocurre con la fertilización nitrogenada: no se verifica respuesta significativa con ninguno de los regímenes de riego, en el cultivar Pergamino G.; en cambio el cv. Taganrock sí responde a ese elemento en los regímenes húmedo y semi-húmedo, pero no en el seco.

#### CAUSAS DEL COMPORTAMIENTO DIFERENCIAL.

Los distintos efectos de la interacción régimen de riego-fertilización-cultivar, podrían estar relacionadas con el juego de factores que se esquematizan en el Cuadro 4, donde se intenta ubicar los diversos fenómenos, de tipo biológico y edáfico, que dependientes del cultivar e influidos por el régimen de riego, afectan a la nutrición fosforada y nitrogenada.

INFLUENCIA DEL CULTIVAR. Está reflejada por la mayor o menor capacidad genética para movilizar el P nativo del suelo y para absorber a éste y al nitrógeno. Estas cualidades, a su vez, estarían determinadas por las siguientes características biológicas:

Magnitud de la interfase raíz-suelo: Influye en el volumen de suelo en contacto directo con las raíces y, por lo tanto, sometido a la acción de ellas. Además, al disminuirse la distancia media del recorrido de difusión se incrementa el gradiente de concentración y, por ende, la velocidad del movimiento termodinámico de los iones fosfato y nitrato hacia la raíz. La magnitud de interfase raíz-suelo en un cierto momento del ciclo es función de la velocidad de crecimiento lineal y del volumen radical final.

Fig.1

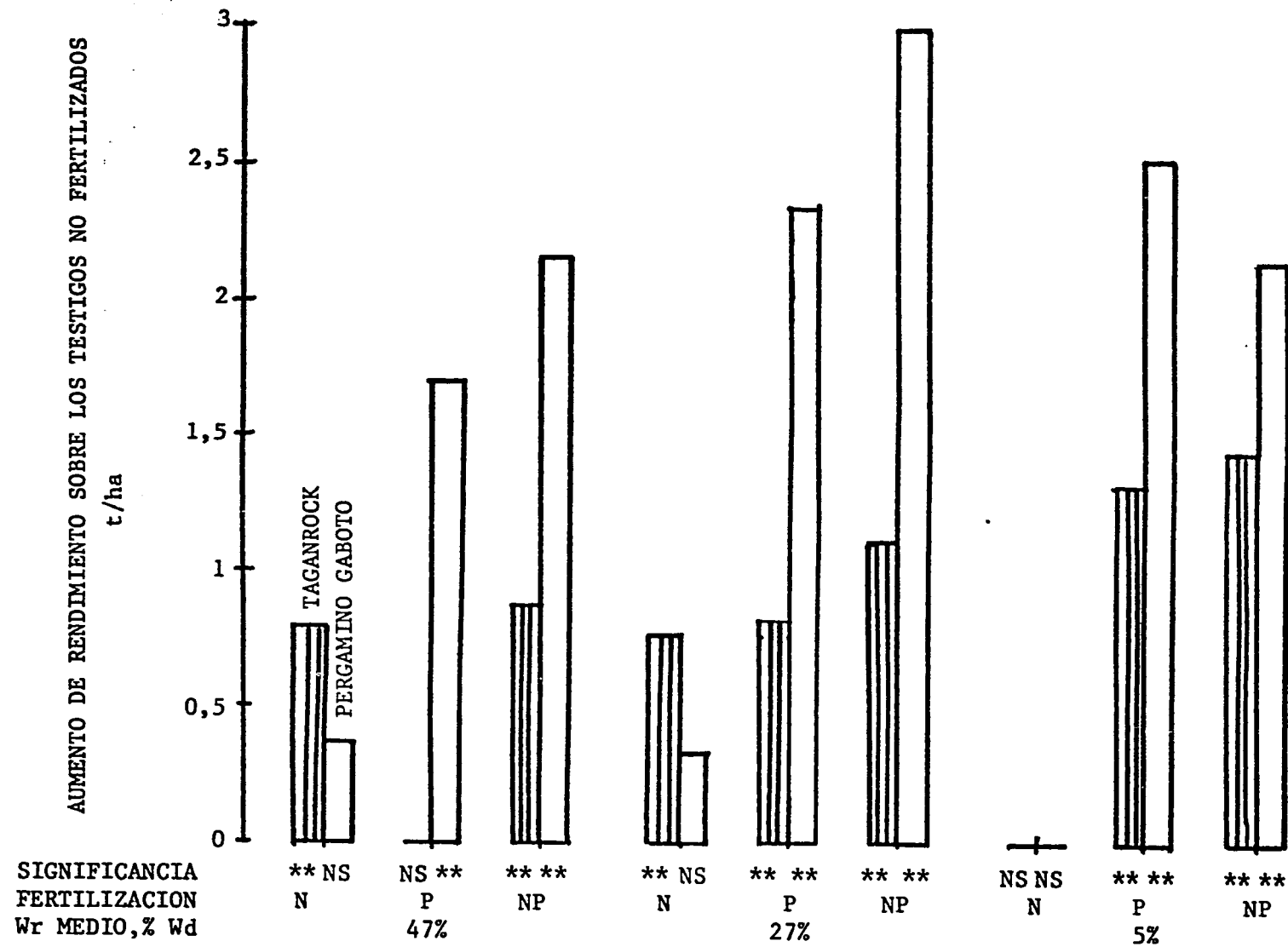


Fig. 1. EFECTOS DIFERENCIALES DEL CULTIVAR Y DEL REGIMEN HIDRICO EN LA RESPUESTA DEL TRIGO A LA FERTILIZACION: SUELO "EL SAUCE FRANCO-ARCILLO-YESOSO"



Cuadro 3

CULTIVARES DISTINTOS, EN UN MISMO SUELO (EL SAUCE FRANCO-ARCILLO-YESOSO), PUEDEN REACCIONAR SIMILAR O DIFERENTEMENTE A DIVERSAS INTERACCIONES DE RIEGO Y FERTILIZACION

FERTILIZADO CON	CULTIVAR	COMPARADO CON	RENDIMIENTO DIFERENCIAL Régimen de Riego		
			H	SH	H
N	Pergamino G.	———— T	R	R	R
	Taganrock	———— T	>	>	R
P	Pergamino G.	———— T	>	>	>
	Taganrock	———— T	R	>	>
NP	Pergamino G.	———— N	>	>	>
		———— P	R	R	R
	Taganrock	———— N	R	>	>
		———— P	>	>	R

Capacidad de Intercambio Radical: Al ser mayor facilitaría la solubilidad de los compuestos de fosfatos tricálcidos, pues contribuiría a disminuir la actividad de los iones Ca en el medio.

Naturaleza y cantidad de secreciones radicales: Secreciones de distintos tipos de ácidos orgánicos y de otras sustancias de propiedades quelatantes permitirían, a través de mecanismos de solubilización y queluviación, absorber fosfatos que de otra manera no serían aprovechables.

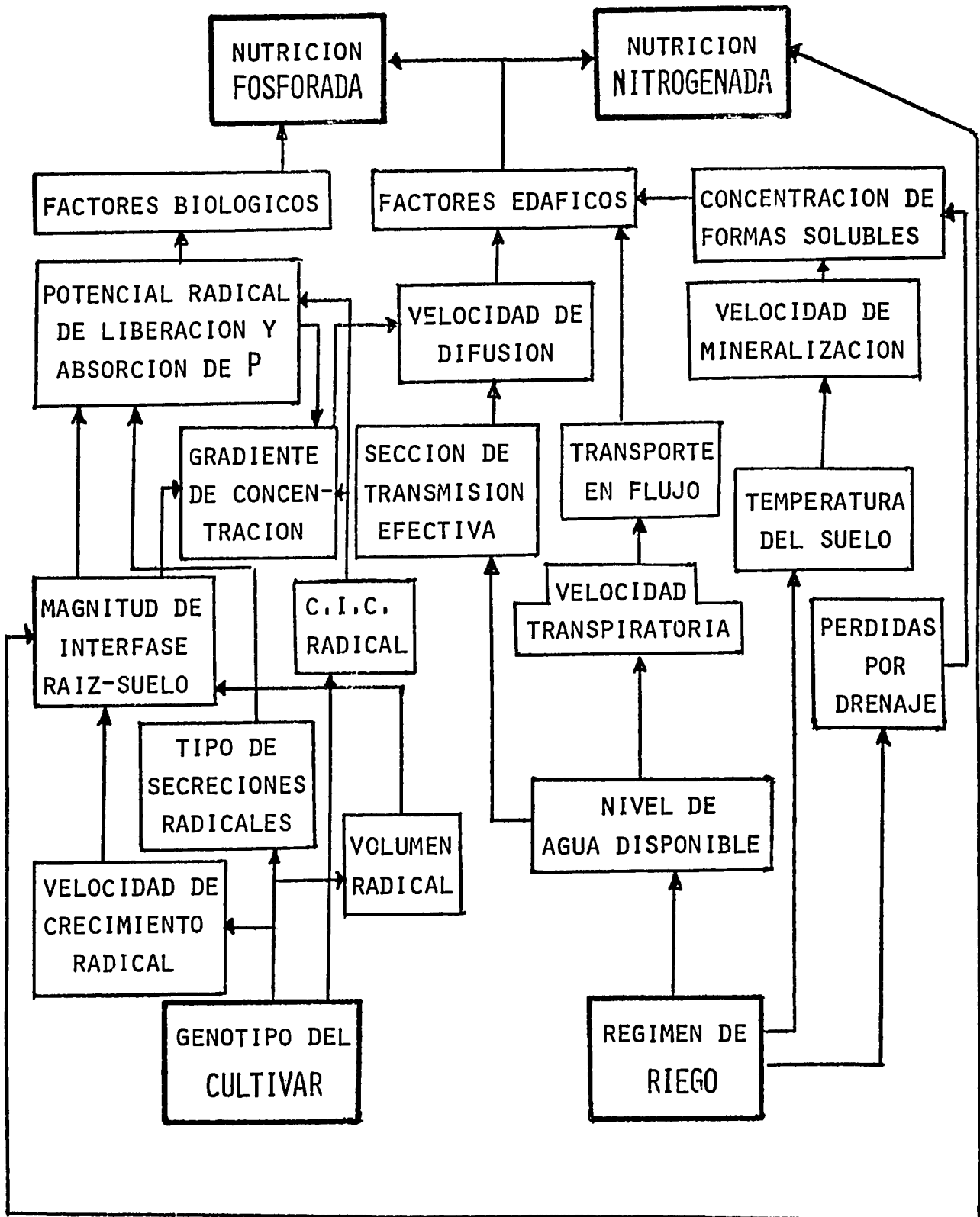
Del análisis de las respuestas a la fertilización fosfatada surgiría que los factores biológicos arriba enunciados se presentan, en su conjunto, más favorables a la competencia por P. en el cv. Taganrock que en el Pergamino G.

La comprobación de la eficiencia respectiva de los mecanismos hipotetizados abre un interesante campo para su determinación en otros cultivares, quizás como ayuda en la labor fitotécnica.

**INFLUENCIA DEL REGIMEN DE RIEGO.** El mayor o menor nivel medio de humedad edáfica, podría influir, ceter paribus, en la disponibilidad del P y del N, mejorando o empeorando las condiciones de fertilidad originales y, por lo tanto, los niveles de respuesta a la fertilización. Así:

Cuadro 4

### FACTORES DETERMINANTES DE LA RESPUESTA DIFERENCIAL A LA FERTILIZACION EN EL MISMO "SITIO" DE CVS. DE TRIGO SOMETIDOS A DISTINTOS REGIMENES DE RIEGO



Cuanto más húmedo mayor absorción de fósforo nativo (original del suelo). Esto se explicaría por dos mecanismos distintos concurrentes: a) al aumentar la sección efectiva de transmisión (poros con agua) aumenta también la constante de difusibilidad iónica; b) un mayor potencial hídrico aproxima la transpiración real a la potencial y, al incrementarse la corriente transpiratoria, se favorece la absorción de P. acarreado por el flujo de agua edáfica.

Podría ser por eso que el cultivar Taganrock, que como se afirmó antes parece tener mejores cualidades intrínsecas para la alimentación fosforada que el Pergamino G., responde al agregado de P solamente en los regímenes seco y semi-húmedo, pero no en el húmedo.

Cuanto más húmedo mayor deficiencia de nitrógeno nativo. Dentro de un manejo del agua que impida el descenso del potencial hídrico por debajo del rango de marchitamiento, el aserto anterior se cumple a través de por lo menos dos mecanismos posibles: a) Pérdidas por drenaje: a mayor frecuencia de riego aumenta la probabilidad del arrastre de los nitratos por debajo de la zona radical activa; b) Disminución de la velocidad de mineralización por deficiencia en la temperatura del suelo, y c) Pérdidas de N gaseoso por procesos reductores cumplidos en períodos de anaerobiosis. Todo ello incide en la menor concentración instantánea de las formas solubles de nitrógeno a disposición de la planta.

Observaciones realizadas en cultivos extensivos de trigo regadío en Santiago del Estero (Nijensohn, 1971) confirman lo antedicho. Manchones de trigo clorótico, con deficiencia de N. comprobada a través del análisis tisular y la respuesta a la fertilización, coincidían sistemáticamente con depresiones topográficas, donde la lámina real de riego era mayor.

Esto explicaría el comportamiento frente a la fertilización nitrogenada del cv. Taganrock, que responde con aumento de rendimiento en los regímenes de riego húmedo y semi-húmedo, pero no en el seco. En el caso del cv. Pergamino G., al actuar el P como factor limitante en todos los tratamientos de riego, el solo agregado de N. es insuficiente como para provocar una respuesta significativa. Sin embargo, la clara tendencia a la disminución de respuesta a la fertilización con P. y al aumento de ella con N a medida que el régimen de riego es más húmedo (Fig. 2), es congruente con las hipótesis adoptadas.

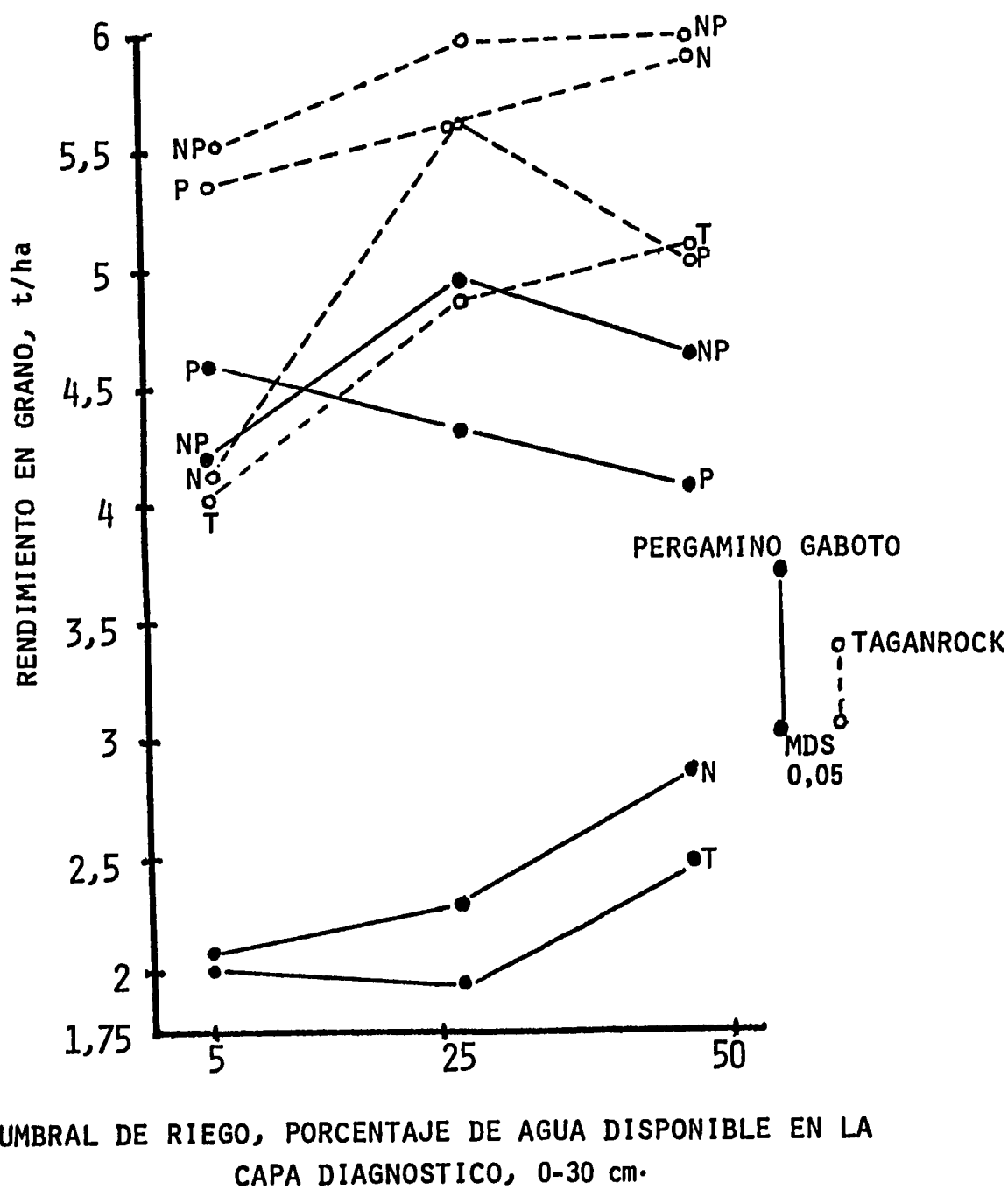
El juego conjunto de los fenómenos descriptos, actuando simultáneamente con respecto al N y al P, explican convenientemente las respuestas diferenciales obtenidas para la fertilización NP en los 3 regímenes de riego y para los 2 cultivares ensayados.

EN SUELOS DEFICIENTES EN FOSFORO Y DE MEDIOCRE DISPONIBILIDAD DE NITROGENO, LA MAXIMA RESPUESTA AL SOLO AGREGADO DE FOSFORO SE LOGRA CON EL REGIMEN DE RIEGO "SECO".

LA VISUALIZACION CUANTITATIVA del aserto anterior, referido a los dos cultivares ensayados, puede apreciarse a través de la Fig. 2.

EN EL CASO DEL CV. PERGAMINO G., con el tratamiento de riego "seco" y la fertilización 0-180-0 se verificó un rendimiento medio de 4,5 t/ha, que correspondió a un incremento del 125% sobre el testigo sin fertilizar, y un peso hectolítrico de 83,29. A pesar de que con el régimen semi-húmedo y una fertilización 50-180-0 el rendimiento en grano se acercó a 5t/ha, con un peso hectolítrico de 82,68, esta diferencia de 0,5t/ha, que indica una tendencia, no logró alcanzar significación

Fig. 2. INFLUENCIA DE LA FERTILIZACION Y DEL REGIMEN DE RIEGO EN EL RENDIMIENTO DE 2 CVS. DE TRIGO.  
SUELO: "EL SAUCE FRANCO-ARCILLO-YESOSO",



estadística. Probablemente son necesarias mayores dosis de nitrógeno para compensar las pérdidas que involucran los riegos más frecuentes.

Este régimen hídrico "seco" implicó: a) 3 riegos, además del de presiembra; b) Un umbral de riego promedio equivalente al 5% del agua disponible en la capa diagnóstica de 0 a 30 cm, y c) Una Evapotranspiración Real total de 320 mm, la que correspondería a un factor K de 0,42 si la ETPotencial se hubiera calculado de acuerdo a la fórmula de Blaney y Criddle.

La máxima respuesta a nitrógeno esta asociada a regimenes de riego "húmedo".  
(Fig. 2)

Interacciones de fertilizaciones y regimenes de riego permiten alcanzar niveles adecuados de rendimiento y calidad.

LA VISUALIZACION CUANTITATIVA del aserto anterior, referido al cv. Taganrock, donde la presencia del defecto "panza blanca" que afecta al típico aspecto vítreo de sus granos constituye una seria deficiencia comercial, puede apreciarse a través de la Fig. 3.

EN EL CASO DEL CV. TAGANROCK, con el tratamiento de riego "semi-húmedo" y la fertilización 50-180-0 se alcanzó un rendimiento medio de 6 t/ha, 14,5% de contenido proteico y 82,31 de peso hectolítrico, con menos del 10% de granos "panza blanca".

Similar buena calidad se obtuvo con el mismo régimen hídrico "semi-húmedo" cuando se fertilizó con sólo nitrógeno, pero eso a costa de un rendimiento algo menor. La diferencia, 0,4 t/ha, aunque estadísticamente significativa al nivel del 5%, constituye una dudosa desventaja económica frente al insumo representado por la fertilización fosfatada.

La máxima calidad, granos totalmente libres del defecto "panza blanca" y, simultáneamente, rendimientos del orden de 5,5 t/ha, se obtuvieron con el régimen de riego "seco" y la fertilización 50-180-0. Este régimen "seco" implicó en Taganrock el mismo número de riegos y nivel medio mínimo de agua disponible que el detallado para Pergamino G., pero un mayor consumo evapotranspiratorio, 373 mm, que correspondería a un factor K de 0,47, si la ETP se hubiera calculado con la fórmula de Blaney y Criddle.

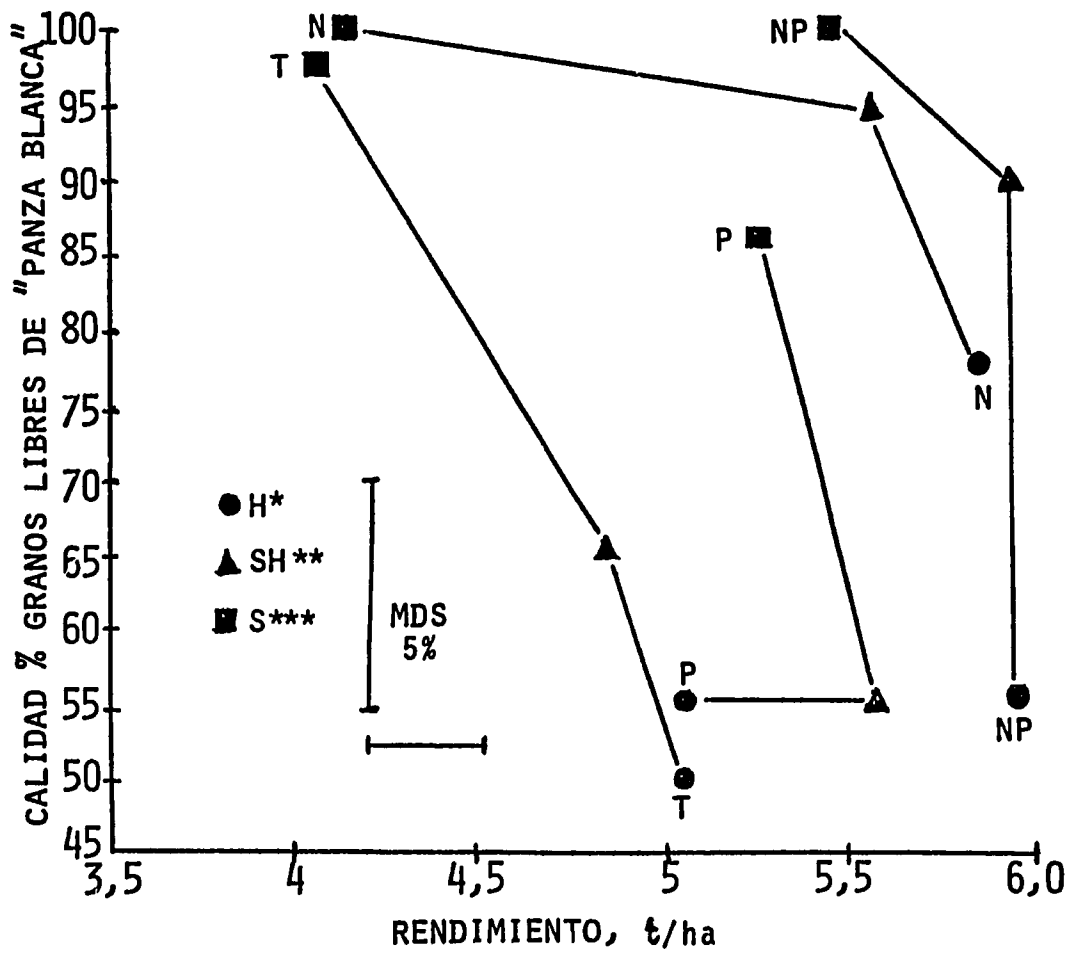
Necesidad de intensificar y ampliar la experimentación en trigo regadío.

El conocimiento de las respuestas de cada cultivar, en distintos complejos ecológicos, a los distintos regimenes de riego y tratamientos fertilizantes, permitiría adoptar el manejo más apropiado para cada situación, de acuerdo a la disponibilidad de agua, precios de fertilizantes y del grano, y exigencias de calidad.

Por lo tanto, se considera prioritaria la necesidad de realizar ensayos que involucren nuevas variedades promisorias, otras variantes en los regimenes hídricos y distintos tipos y niveles de macro y micronutrientes.

8. 3. INTERACCION DEL REGIMEN HIDRICO Y FERTILIZACION EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL TRIGO cv. TAGANROCK.

SUELO: "EL SAUCE FRANCO-ARCILLO-YESOSO"



\* Húmedo; \*\* Semi-húmedo; \*\*\* Seco

### Literatura Citada

Nijensohn, León y Mihajlovich, Darío L. E. 1971. Ensayos de riego y fertilización de trigo en Mendoza: I. Antecedentes y Trigo semiduro (Cv. Pergamino Gaboto MAG) en suelo "El Sauce franco arcillo-yesoso" del Dpto. de Guaymallén. Informes científicos y Técnicos, Instituto de Suelos y Riego de la Facultad de Ciencias Agrarias, (16):i-17; Mendoza, Argentina.

Nijensohn, León. 1971. Efectos de las microdepresiones en cultivo bajo riego, en Nijensohn, L. 1971. Clasificación y Estudios de Suelos en el Area del Proyecto del Río Dulce, :170-171, Corporación del Río Dulce, Santiago del Estero, Argentina (mimeog.).

Mihajlovich, D. L. E. y Nijensohn, L. 1972. Ensayos de Riego y fertilización de trigo realizados en Mendoza. Revista Facultad de Ciencias Agrarias, XVIII (1):81-100. Mendoza, Argentina.

### Summary

The potential importance of irrigated wheat in the arid regions of Argentina is emphasized taking into account the availability of water resources and the good possibilities of profitability arising from the increasing international prices. Through irrigation and fertilization it is possible to obtain simultaneously high yield and good quality and to eliminate the principal factor of risk which prevails in the traditional cereal region, subordinated to rain amount and distribution. The place of wheat in the new irrigated regions as a pioneer or a steady crop and its possibilities in the traditional irrigated areas as an intermediate crop between the extirpation of old vine-yards and orchards and the planting of new ones, is pointed out. Factors which favor the expansion of irrigated wheat are discussed.

Results of experiments carried out in Mendoza province (32°51' S, 68°43' W; 655 m above sea; 15,6°C and 196 mm-average annual temperature and rain, respectively) on a typical alluvial gypseous clay loam, adequate for wheat but mediocre for grape and fruit growing, are briefly reported and discussed.

Two cultivars: Taganrock (candeal) and Pergamino Gaboto (semi-hard); four fertilization treatments: 0-0-0, 50-0-0, 0-180-0 and 50-180-0; and three irrigation regimes: dry, semi-moist and moist (replacing the water used in the top 30 cm soil layer whenever the water content in the former layer dropped to 0, 25 and 50%, respectively, of the total available water) were compared and the obtained results discussed.

The following are the principal conclusions arrived at:

- 1) Different cultivars in the same situs may react similarly or differently to the divers interactions between fertilization treatments and irrigations regimes, through phenomena which affect N and P availability and include soil and plant characteristics which are pointed out.
- 2) With the dry irrigation regime and the 0-180-0 fertilization treatment, the Pergamino Gaboto cv. average yield was 4.5 t/ha (a 125% increase over the unfertilized check), and the hectolitr weight 83.29. Although grain yield approaches 5 t/ha with the semi-moist regime and the 50-180-0 fertilization treatment, the 0.5 t/ha increase fails to reach statistical significance.

3) The former dry irrigation regime implied: i) Three water application, besides the pre-sowing one; ii) A total consumptive use of 320 mm, which corresponds to a 0.42 K value in the Blaney-Criddle formula, and iii) An average irrigation threshold equivalent to 5% available water in the top 0-30 cm soil layer.

4) With the semi-moist regime and the 50-180-0 fertilizer treatment, the Taganrock cv. attained a 6 t/ha yield, 14.5% protein content, 82.31 hectolitr weight and less than 10% of grains with the "panza blanca" (starchy appearance) defect. Same good quality and only 0.4 t/ha less grain yield (significant at the level of 5%) was obtained with the same semi-moist regime but with the 50-0-0 fertilization treatment.

5) The highest quality of the Taganrock cv., no "panza blanca" grains at all, and a 5.5 t/ha grain yield, was attained with the dry irrigation regime and the 50-180-0 fertilization treatment.

6) The former dry irrigation regime implied: i) Three water applications, besides the pre-sowing one; ii) A total consumptive use of 373 mm, which corresponds to a 0.47 K value in the Blaney-Criddle formula, and iii) An average irrigation threshold equivalent to 5% available water in the top 0-30 cm soil layer.

7) It is shown that the knowledge of the responses to different irrigation regimes and fertilization treatments of the tested cultivars may aid in the selection of the proper management in each case, according to water availability, fertilizers and grain prices and quality standards. So the need for more comprehensive irrigation trials involving new promising varieties and different levels of N and P fertilization treatments is strongly emphasized.





## NEBRASKA RESEARCH ON WHEAT PROTEIN IMPROVEMENT

V. A. Johnson

Agricultural Research Service, U.S. Department of Agriculture,  
and University of Nebraska, Lincoln, Nebraska  
USA

Wheat protein research at the University of Nebraska dates to 1954 when it was established that the soft winter varieties 'Atlas 50' and 'Atlas 66' had genetic potential for significantly higher grain protein content than ordinary U.S. wheat varieties. Both varieties are derived from the Brazilian soft spring variety 'Fronoso', which was utilized for its resistance to leaf and stem rust. It is now well established that Fronoso also contributed the genes for high grain protein in Atlas 50 and Atlas 66.

Two considerations prompted our wheat protein research. The Hard Red Winter Wheat region of the United States, of which Nebraska is a part, has experienced during the last two decades significant depression of the protein content of the wheat produced--especially in the High Plains portion in which little nitrogen fertilizer was used. The importance of wheat as a major provider of protein as well as calories was the second consideration.

Our research was supported initially by funds from the Nebraska Division of Wheat Utilization and Development. Since 1966, the Agency for International Development, U.S. Department of State, has provided major financial support. In the beginning, the research was concerned with increasing the protein content of wheat. It was broadened in 1966 to include modification of the amino acid composition of the wheat protein.

Success of the research required answers to numerous questions relating to protein. Our findings as they relate to these questions are discussed.

### Is the high protein trait from Fronoso readily transferred to other wheat varieties?

Yes, it is. Our information suggests that a low number of major genes is involved--perhaps as few as two. We base this on ease of recovery of parental levels of protein in segregating populations from crosses involving Atlas 66. We have computed heritability estimates for protein content as high as 0.8. Additive gene action appears to be important.

### Have linkages of genes for high protein with undesirable traits been found?

None has been established to date. Some associations of protein genes from Atlas 66 with desirable traits have been found.

One gene for high protein in Atlas 66 is closely associated with a simply inherited dominant gene for leaf rust resistance. Atlas 50 and Atlas 66 were selected for resistance to leaf rust transmitted from the Fronoso parent variety. Both also have genes for high protein. High protein lines selected in Nebraska from Atlas 66/Comanche and Atlas 66/Wichita also carried the Atlas 66 leaf rust resistance.

Our data indicate the presence in Atlas 66 of at least one additional gene for high protein not associated with leaf rust resistance.

Atlas 66 possesses tolerance to high soil acidity derived from Frondoso. Mesdag and associates at Wageningen, The Netherlands, studied the association of high protein and soil acidity tolerance in F<sub>3</sub> and F<sub>4</sub> populations from Atlas 66 crossed with U.S. hard winter wheats. Since the high protein of Atlas 66 is controlled by a relatively small number of major genes and its soil acidity tolerance is due to more than one dominant gene, they interpreted a correlation coefficient of 0.39 between the two traits to mean that only parts of both complexes are genetically linked.

Atlas 66 produces grain with poor dough-mixing and bread-making properties. High protein F<sub>2</sub>-derived families from Atlas 66/Comanche exhibited widely different dough-mixing properties, indicating that the high protein trait was not linked with unacceptable mixing properties. Subsequent studies have shown this to be true. NE701132, a high protein hard red winter wheat selected from Atlas 66/Comanche//Lancer, has entirely acceptable bread wheat milling and baking properties.

Is the high protein trait from Atlas 66 compatible with high yield?

High yields of wheat may be accompanied by depressed protein content of the grain. This has been interpreted by some as evidence that yield and protein are incompatible and that one can be achieved only at the expense of the other. Our data do not support this.

When yield and protein for each of nine varieties grown in the International Winter Wheat Performance Nursery (IWWPN) were correlated over 45 sites, yield level provided no predictive value for protein content of the grain produced. Statistically significant negative and positive correlations were computed for a group of 24 varieties not known to possess genes for high protein at each of 13 international test sites. Only a small part of protein variation could be accounted for by differences in grain yield, even at sites where the correlations were the largest.

High protein lines selected from first breeding cycle crosses of Atlas 66 with U.S. hard red winter wheats at the Nebraska Agricultural Experiment Station were less productive than the better adapted hard winter varieties. However, we have been successful in combining high grain protein with excellent productivity and other acceptable agronomic traits in a second-cycle selection from the cross Atlas 66/Comanche//Lancer that is currently undergoing seed multiplication for probable commercial release in 1975. The new variety has excellent milling and baking quality.

How stable is the high protein trait from Atlas 66?

Since environment strongly influences the protein content of wheat, fixed protein levels are no more assured by breeding alone than is high grain yield. Our experimental data indicate that varieties carrying the Atlas 66 genes will produce grain with higher protein content than comparably productive varieties grown in the same environment.

We compared the responses to nitrogen fertilizer of the high protein line CI14016 and Lancer grown on low fertility soils in Nebraska during a 3-year period. Yield responses were minimal under the low rainfall test conditions, but there were strong protein responses in both varieties. The average protein content of each

variety was increased by more than three percentage points with application of 120 pounds per acre of nitrogen. Most important, CI14016 maintained an approximate 2 percentage points protein advantage over Lancer throughout the entire range of nitrogen applications.

Atlas 66 and its winter derivatives have consistently produced grain with significantly higher protein content than other varieties tested in the IWVPN since 1969. This has been so even when they were compared with less productive varieties in the nursery.

How much genetic variability for protein content is there among the world's wheats?

We have systematically analyzed over 13,000 common wheats and 3,500 durums for protein and lysine since 1966. Total variation for protein ranged from 7 to 22 percent. Our data suggest the genetic component of this total variation to be no more than five percentage points of protein. Several genetically useful high protein varieties have been identified and are being used in our breeding program. One of these, 'Nap Hal,' is of particular interest because it also produces grain with above-normal lysine content.

Do increases in the protein content of wheat affect the amino acid composition of its protein?

Increases in protein content up to 15 percent are associated with decreased lysine per unit protein. Further protein increases above 15% produce little, if any, changes in lysine per unit of protein.

Lysine, expressed on a grain weight basis, increases with protein content. Since lysine is the limiting essential amino acid in wheat, high protein wheat would be expected to be more nutritious than lower protein wheat because it contains more of this amino acid. Wheat with 17.2 protein provides more of each essential amino acid than does an equal amount of 10.0% protein opaque-2 maize.

Can the level of protein in wheat be further increased by breeding?

Strong evidence of transgressive segregation for high protein was obtained in the F<sub>3</sub>-F<sub>5</sub> generations from a cross of the high protein varieties Nap Hal and Atlas 66. F<sub>2</sub> progeny bulks that were 2-4 percentage points higher in protein than the parent varieties were identified. F<sub>5</sub> selections from these also were significantly higher in protein content than the parent varieties.

We conclude from these data that Nap Hal and Atlas 66 have different genes for high grain protein content which together produce protein levels exceeding that of either variety. The development of wheat varieties with genetic potential for 5 percentage points higher protein than ordinary varieties may be possible.

How much genetic variability for lysine is there in common and durum wheat?

Variability for lysine per unit protein among 12,600 common wheats in the World Collection ranged from 2.2 to 4.0 percent. Most of this variation was subsequently shown to be environmentally induced and, therefore, non-fixable. A portion of the variation on the high side of the distribution was demonstrated to be an artifact of protein variation. The genetic component of total lysine variation appears to

be no more than 0.5 percentage point. This is less than one-half the increase in lysine needed to bring it into reasonable balance with other essential amino acids in wheat protein. Lysine variability in World Collection durum wheats is similar to that in the common wheats.

We have obtained experimental evidence of transgressive segregation for high lysine in the F<sub>3</sub>-F<sub>5</sub> generations from the cross Nap Hal/CI13449. CI13449 had the highest adjusted lysine value among common wheats in the World Collection. Selections from this cross are higher in lysine than ordinary wheats by 0.4 to 0.8 percentage point.

Where in the wheat kernel do the high protein and high lysine effects reside?

The high protein of Atlas 66 resides entirely in the starchy endosperm portion of the kernel. In the case of Nap Hal, the high protein effect appears in both starchy endosperm and nonstarchy endosperm fractions. The very high protein selections from Nap Hal/Atlas 66 all have very high protein levels in the starchy endosperm. This means that the effect will be maintained in the white milled flour.

The elevated lysine of Nap Hal appears to reside mainly in the non-endosperm fraction. In contrast, the high lysine effect in CI13449 is entirely in the starchy endosperm fraction of the kernel.

Does high protein in wheat result in higher nutritive value?

Limited data from feeding trials of weanling mice indicate that it does. High protein combined with high lysine, as seems to be the case in triticale, produces higher nutritive value than high protein alone.

Have high protein-high lysine materials from the Nebraska project been made available to breeders in other countries?

In 1974 we assembled 280 experimental lines that have genetic potential for high protein and/or high lysine. These were distributed to over 20 sites in the northern hemisphere and they will be sent to three sites in Latin America for local evaluation. The group of wheats includes strong winter, weak winter, intermediate, and spring habit types. The wheats range in height from tall to semi-dwarf. We are requesting that a seed sample from each harvested row at each site be returned to us for protein and lysine analyses.

#### Summary

Genetic factors and the production environment affect the protein content and amino acid composition of wheat grain. Fixed levels of protein in wheat cannot be achieved by breeding alone, but genetic potential for high protein can be manipulated genetically.

The Agricultural Research Service, U.S. Department of Agriculture, in cooperation with the Nebraska Agricultural Experiment Station and with funding from the Agency for International Development, U.S. Department of State, is engaged in research on the nutritional improvement of wheat. The establishment of an International Winter Wheat Performance Nursery network in 1969 is a part of this research activity.

Genes for high protein in Atlas 66 were successfully transferred to a productive, disease-resistant experimental hard winter variety with excellent milling and baking characteristics. The variety produces grain with 1 to 2.5 percentage points more protein than ordinary varieties under Nebraska conditions. It is undergoing seed multiplication for probable release to growers in 1975.

One of the genes for high protein in Atlas 66 is closely associated with a gene for leaf rust resistance. Some association of the high protein trait from Atlas 66 with acid soil tolerance has been detected by researchers in the Netherlands.

Genes for high protein different from those in Atlas 66 have been identified and, when combined with the Atlas 66 genes, produce protein levels higher than that of Atlas 66. Most of the high-protein effect resides in the kernel endosperm and is retained in white milled flour.

Modest but useable genetic variation for lysine has been found among 12,600 common wheats in the World Collection maintained by the Agricultural Research Service, USDA. Lines have been selected from a cross of two high lysine varieties that exhibit lysine levels higher than that of either parent variety.

Protein content of wheat is strongly affected by soil nitrogen availability. At most fertility levels, genes from Atlas 66 promote protein content 2 to 3 percentage points higher than the protein content of ordinary varieties.

Increases in protein content up to 15% protein are associated with decreased lysine per unit protein. Further increases in protein content above 15% do not affect lysine level. Higher protein in wheat increases the amount of lysine per unit weight of grain and promotes higher weight gains in weanling mice.

Experimental lines of wheat with unusual combinations of high protein and/or high lysine were made available to breeders in other countries in 1974.



## LABORATORY METHODS FOR PROTEIN EVALUATION

P. J. Mattern  
University of Nebraska, Lincoln, Nebraska  
USA

The term "protein evaluation" will elicit different responses in the audience. Among these:

1. Protein content of the grain
2. Bread-making or other processing factors of the endosperm (floury) portion
3. Nutritional potential which could involve:
  - a. a chemical assay for the first nutritionally limiting amino acid
  - b. a biological evaluation and a calculated index, such as a PER, the gain in body weight divided by protein consumed

This presentation will be limited to workable suggestions to wheat breeders who are seriously considering implementing a breeding program to improve the protein content in wheat. It will not be concerned with a comprehensive review of laboratory methods or with quality selection for processing properties.

### Factors to be Considered

Environmental effects can have a larger effect on protein levels than genetic factors. This originally discouraged breeders from looking for improved protein content through genetics. We are now at another point in time. Germplasm with improved protein potential is available. It is acknowledged that higher protein levels in a cereal provide more utilizable protein in a diet. If a breeder wishes to incorporate better grain protein potential in his breeding program, he will need to make laboratory analyses in order to make selection of material containing genes for high protein.

Selection of F<sub>2</sub> individual plants requires fairly rapid laboratory techniques with small samples. Known lines of normal and high protein grown under the same nursery conditions are useful to help in the identification of the high protein material. Yield level of poor agronomic types is also a complicating factor and must be a consideration. A screening technique does not necessarily have to identify every superior plant. The loss of some genetic material usually can be tolerated.

### Laboratory Personnel

Wheat breeding has generally been carried out by persons trained or self-taught. Often a breeder without an available chemist will try to do his own laboratory work. If he has not been able to get the additional formal training or be self-taught or trained in laboratory procedures, his chances of success in the laboratory are no better than could be expected of a chemist trying to produce new wheat varieties in his spare time.

So, to insure some degree of success, expertise is needed in every facet of a research team effort. This must be available, whether found singly in individuals or several areas of expertise combined in one person. The program will suffer if work loads become unreasonable.

A screening laboratory needs at least one person who understands the problems of analytical chemistry. Output can be increased by extra hands, but the laboratory staffed entirely with untrained persons can result in chaos.

### Procedures and Equipment Requirements

#### Sampling

Subsamples of 5 grams from single F<sub>2</sub> plants totaling 25 grams should be no great problem. Sampling efficiency can be checked on extra grown known controls. Small commercial sample splitters are available for larger samples. After the sample is ground, it is blended thoroughly before weighing for analysis.

#### Grinding Equipment

The grinding for certain destructive-type analyses causes few problems as long as fineness is satisfactory. Procedures for dye-binding capacity and infrared reflectance can be influenced by the grinder. Usually, relative data for a given laboratory cause no problem in protein selection work, but checks between laboratories would probably not be accurate.

The Udy Cyclone Sample Mill, operated with the 1-mm sieve, produces a satisfactory grind and less residue in the grinder. Wheat samples of 5 grams usually do not require clean-up between samples with the 1-mm sieve.

#### Blending Ground Samples

Ground samples are brushed through two stacked, 18-mesh sieves. If the container is approximately one-half full, it can be further blended by tumbling. We found this procedure provided adequate blending, based on precision of analyses weighed from random locations in the sample box.

#### Moisture Determinations on Samples

Moisture contents may be uniform under certain laboratory conditions over short periods of time. If blocks of samples are processed under similar conditions of humidity and temperature, the "as is" moisture basis can be used and analytical comparisons controlled with standard samples. If samples are processed over longer periods of time under variable conditions, a standard sample could be used for correction. If the installation were large and funds were available, a humidity cabinet could be used (1) to maintain constant moisture.

#### Protein Determinations

Protein methods can vary in sophistication. The dye-binding method is a useful approach to the wheat breeding program which is establishing a screening system. If future developments materialize, the same equipment can be used to estimate lysine in conjunction with Kjeldahl nitrogen methods.

---

Mention of firm names or trade products does not imply that they are recommended by the U.S. Department of Agriculture, U.S. Agency for International Development, over other firms or similar products not mentioned.

Dye-binding methods, based on dye-binding capacity (DBC), have been developed over the past 25 years to estimate crude protein in a variety of materials. An acid-buffered azo sulfonic dye, acid orange 12 (C.I. 15970) is mixed with a ground cereal sample and the single anionic dye bonds with the basic imidazole, guanido and amino groups of the protein. These groups originate from the basic amino acids histidine, arginine, and lysine, or from the free amino groups at the end of the protein chains (2).

One-half gram ground samples are weighed into 50-ml polycarbonate centrifuge tubes. Twenty-five ml of dye are added with a mechanically driven syringe (Brewer Automatic Pipetting Machine). Tubes are capped and given a hand shaking to wet contents and placed in special racks each holding 24 samples. Racks are placed on the tray of an Eberbach reciprocating shaker. Tubes are agitated in a horizontal position for one hour at 146 excursions per minute. Tubes are then centrifuged for 15 minutes at 5000 rpm in a Model GLC-1 Sorvall Clinical Centrifuge. The supernatant dye solution is evaluated in a Udy colorimeter. The percent transmission is converted to percent protein with appropriate standardized conversion charts.

If sampling is adequate and sample size small, one can obtain a dye-binding value with a 0.2 g sample and 10 ml of dye solution.

#### Summary of Variations with Dye-Binding Capacity (DBC) (3)

If a "normal cereal" sample is weighed on a weight basis (e.g., 1 g), one obtains "protein", since the proportion of the basic amino acids in a particular cereal is reasonably constant. The correlation between DBC and Kjeldahl protein is high ( $r = 0.99$ ).

If an unknown mutant sample containing a higher amount of lysine is weighed on a sample weight basis (e.g., 1 g) and the DBC converted to "normal" varieties, then one obtains a "protein" value which is too high. However, for a preliminary screening, this approach provides a method by which all samples higher in protein and/or lysine than normal types can be identified and subjected to additional confirming tests.

If any cereal sample (normal or mutant) has been analyzed for crude protein by Kjeldahl and is weighed to contain a definite amount of known protein (e.g., 65 mg), then the DBC obtained will give an estimation of lysine, since lysine is correlated ( $r = 0.82$ ) with DBC.

#### Alternative Methods for More Sophisticated Laboratories

##### 1. Macro Kjeldahl

The macro Kjeldahl continues to be a method of choice if sample is adequate. However, it is a fairly costly installation. A new equipment approach is available from Foss Electric of Hillerod, Denmark. The Kjel-Foss item is marketed by Foss-America, Box 504, Fishkill, NY 12524, and does not require an expensive installation.



## 2. Micro Kjeldahl

Digestions for the micro Kjeldahl have been simplified by the use of 40 unit digestors. Originally produced by Tecator ab, Kronborgsgatan 6, Helsingborg, Sweden, they are now distributed by Technicon, Tarrytown, NY 10501, USA. Samples are digested in 25 x 250 mm tubes. Sulfuric acid droplets will accumulate in a regular laboratory fume hood. One may need to design his own special exhaust and collection system. The ammonia in the digested sample can be detected in a number of automatic analyzer systems. Technicon Corp. also markets an AutoAnalyzer. Color may be developed from ammonia by older alkaline-phenol system or the newer salicylate dichloroisocyanurate reagent and measured with a colorimeter (4).

## 3. Infrared (IR) Reflectance Spectroscopy

Infrared reflectance spectroscopy is a simple principle in concept, but complicated in instrumentation. The presence of protein, oil, and water in a grain product cause it to absorb light at different wave lengths for the peptide, ester, and hydroxyl groups, respectively. The instrument measures which wave lengths are absorbed and to what degree. More than 300-frequency measurement points are scanned on one instrument, approximately 10 times each second from the use of only three narrow bandpass near-infrared filters. The reflected light off the grain sample is processed by a built-in computer which solves the equations related to protein, oil and water content of the sample. Several instruments based on the infrared reflectance spectroscopy are available on the market.

### Future Requirements

I feel the first step in the nutritional improvement of wheat is to select for higher protein content. This should be done with the simplest and most reliable laboratory techniques. A sophisticated laboratory which is expensive to install and/or difficult to keep in operation is not required to select for protein improvement.

As genes for high lysine become available, the dye-binding method can be used in conjunction with a nitrogen and/or protein method to screen for high lysine. If germplasm going into a breeding program is screened for nutritional potential, one should encounter few problems. Only a small number of samples would require nutritional evaluation before variety release.

Methods for amino acids and nutritional testing will not be considered in this paper. They will be adequately covered when the Protein Advisory Group of the United Nations System publishes PAG Guideline 16, "Protein Methods for Cereal Breeders Related to Human Nutritional Requirements." Publication is scheduled early in 1975 and will provide a reference and information source for immediate and future suggestions to cereal breeders.

### Literature Cited

1. Mattern, P. J. and J. B. Bishop. A cabinet with controlled humidity to bring cereal samples to constant moisture. Cereal Sci. Today 18: 8-10. 1973.

2. Udy, D. C. Improved dye method for estimating protein. J. Am. Oil Chemists' Soc. 48: 29A. 1971.
3. Munck, Lars. Improvement of nutritional value in cereals. Hereditas 72: 1-128. 1972.
4. Searcy, R. L., J. A. Foreman, A. Ketz, and J. Reardon. Am. J. Clin. Path. 47: 677-681. 1967.



NITRATE REDUCTASE AND ITS ROLE IN THE ACCUMULATION  
OF  
PROTEIN IN THE GRAIN OF WHEAT

L. A. Klepper  
University of Nebraska, Lincoln, Nebraska  
USA

There are many factors involved in the accumulation of protein in wheat grain. Nitrate reductase activity is only a single factor, yet is one of the key factors. Four different subjects will be discussed with major emphasis to be placed upon the process of nitrate reduction and assimilation into protein.

1. Efficient nitrate uptake and translocation.
2. High genetic potential for nitrate reduction and protein synthesis.
3. Photosynthetic efficiency.
4. Efficient vegetative protein breakdown and translocation to the grain.

Figure 1 represents the recognized pathway by which the wheat plant converts nitrate into protein. It is estimated that 90 to 95 percent of the protein in a wheat plant is synthesized in this manner. The first step, the reduction of nitrate to nitrite, is thought to be the limiting step in wheat protein synthesis. This reaction is driven by NADH derived from the glycolytic oxidation of a simple 3-carbon sugar. The reduction of nitrite is driven by light energy (photosynthetic electron flow) and is more closely coupled to photosynthesis than is the fixation of carbon dioxide. The final product of this reduction is ammonia which combines with keto acids to form amino acids. The amino acids are polymerized into protein. One of the many reasons that nitrate reductase is thought to be the limiting factor in protein synthesis is that no intermediates are found free in plant tissues between nitrate and amino acids (although theoretically at least 6 intermediate compounds exist). Nitrate is present in plant tissue, amino acids and protein are present, but no intermediates are found between these compounds. Once nitrate is reduced to nitrite, it is thought that nitrite is quickly reduced to ammonia and combines with a keto acid to form an amino acid.

It should be emphasized that the process of nitrite reduction to ammonia which occurs within the chloroplast is directly dependent upon light energy and is an integral component of photosynthesis. This aspect is very important to the overall process but is often forgotten. Nitrate reduction is not directly dependent upon light energy and occurs outside the chloroplast. If I were to describe the role of nitrate reductase in the accumulation of grain protein in a single sentence, it would be that nitrate reductase activity represents the potential input of reduced nitrogen to the wheat plant. Plants cannot make protein until nitrate is reduced. There is no way a high protein wheat can be developed without having a high input of reduced nitrogen, hence, high levels of nitrate reductase are needed.

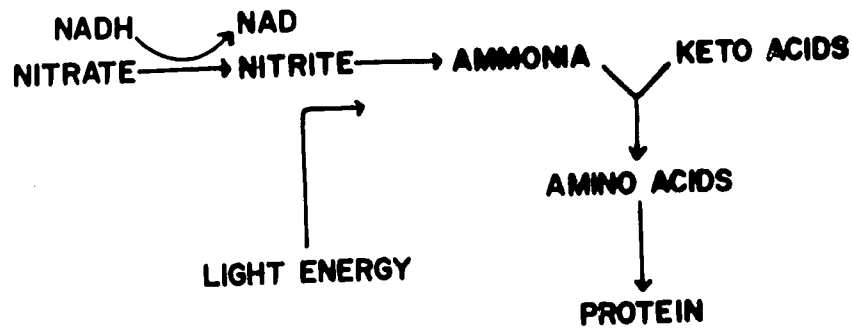


Fig. 1. The recognized pathway of nitrate reduction and assimilation in wheat.

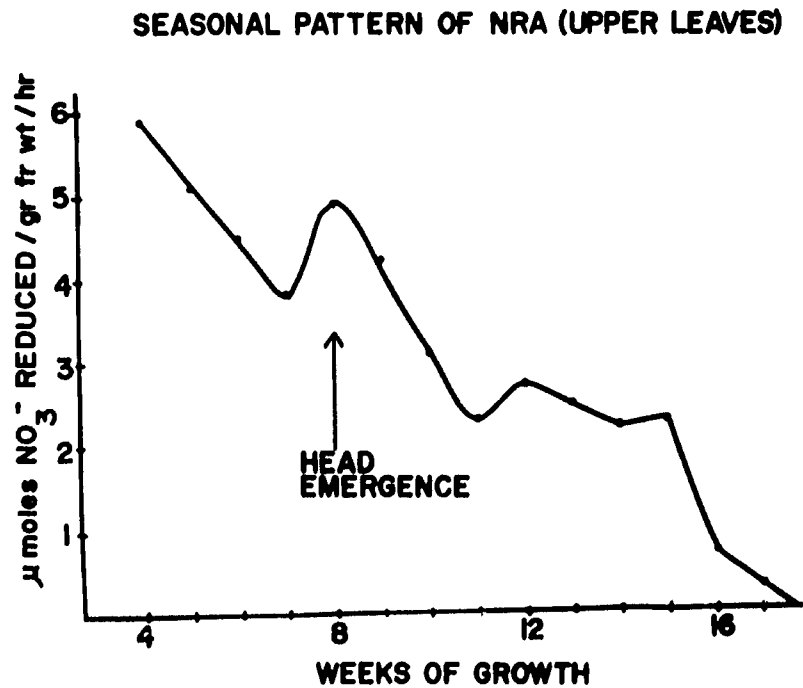


Fig. 2. A seasonal pattern of nitrate reductase activity ( $\bar{x}$  of 10 spring wheat varieties).

The seasonal pattern of nitrate reductase activity is shown in Figure 2. This pattern represents the average of 10 spring wheats from CIMMYT's breeding program which were studied intensively. This work was done during the time I worked for CIMMYT (1969-1972). Activity of the enzyme was measured as micro-moles of nitrate reduced, per gram of fresh wt., per hour and was measured from week 4 to week 18 after planting. Activity was high during the vegetative stages and decreased with maturity. Wheat showed a peak in activity during head emergence and anthesis as do other monocot crops. This probably reflects an increased need for reduced nitrogen for the DNA, RNA, and protein core needed for pollination, fertilization and early grain growth.

Table 1 illustrates where nitrate reductase is located within the wheat plant. The plants were divided at the uppermost node and designated as top and bottom, so that the only leaf of the top portions was the flag leaf. Enzyme activity was measured from head emergence and anthesis to maturity and is expressed as percent of total plant activity. The top portion of the plant had 64 percent of the total activity while the bottom portion had only 36 percent. Of particular interest is the flag leaf and the head which added up to 47 percent of the total enzyme activity. The fact that the head itself was contributing so greatly was examined more closely.

Of 20 varieties studied, Sonalika, Calidad and Nadadores illustrate three different potentials for reduced nitrogen input (Table 2). Sonalika has sufficient weight of awns and glumes but does not have a high genetic potential of nitrate reduction so that the total nitrate reduction activity per head only amounts to 1 unit. Calidad has the potential for nitrate reduction but does not possess sufficient awns and glumes for high amounts of total reduced nitrogen input. Nadadores has both, the weight of awns and glumes and the genetic potential for high rates of nitrate reduction. This table is meant to illustrate two points. First, that the awns and glumes are extremely important plant organs for synthesis. Second, that the breeder can visually select for heavily-awned varieties in the field, but without the appropriate tests in the laboratory, has no information whether these awns and glumes have the potential for high yield or protein contents. Variability of potentials exists but it must be determined in the laboratory. This information cannot be obtained by visual field selection.

How does one measure nitrate reductase activity? There are two ways. The in vitro method, which has been used for more than 20 years, involves isolation of the enzyme and requires expensive laboratory equipment and reagents. The in vivo nitrate reductase assay, developed at the University of Illinois and improved at the University of Nebraska, measures nitrate reduction in intact leaf sections. It is a simple and rapid technique, requires a minimum of equipment and is thought to be a better estimate of nitrate reduction rates that are occurring in the plant tissue than does the in vitro technique.

To briefly describe the in vivo assay: The wheat leaf tissue is normally tested 7 to 10 days after planting but can be analyzed at any stage of growth. The leaves are cut into 1 cm sections, weighed (250 mg) and placed into 50 ml beakers. The reaction solution is added (5 ml) which contains phosphate buffer (pH 7.5), nitrate and a surfactant. The addition of the proper surfactant to the reaction solution has increased levels of activity measurements from 10- to 30-fold more than that of previous techniques. The beaker and its contents are placed under vacuum and the vacuum released. This process causes anaerobic incubation conditions and permits the rapid entry of the reaction solution into the leaf tissue. The beakers with their contents are incubated

<u>PLANT PORTION</u>	<u>PERCENT OF TOTAL NRA*</u>
TOP LEAF	20
TOP SHEATH LEAF	12
TOP STEM	5
HEAD	27
TOTAL TOP PORTION	64
BOTTOM LEAVES	20
BOTTOM SHEATH LEAVES	9
BOTTOM STEM	7
TOTAL BOTTOM PORTION	36

\* MEASURED FROM HEAD EMERGENCE TO MATURITY.  
( $\bar{x}$  OF 10 VARIETIES)

Table 1. The distribution of nitrate reductase activity in different portions of the wheat plant.

	<u>AWNS</u>		<u>GLUMES</u>		<u>TOTAL NRA/HEAD</u>
	<u>GRAMS</u>	<u>NRA/HEAD</u>	<u>GRAMS</u>	<u>NRA/HEAD</u>	
SONALIKA	1.0	0.3	0.9	0.7	1.0
NADADORES 63	1.0	0.9	2.5	2.5	3.4
CALIDAD	0.4	0.6	0.8	1.2	1.8

Table 2. Genetic variability of nitrate reductase activity in the awns and glumes of spring wheats.

at 30-33° in darkness for 30 to 90 minutes. After incubation the reaction is stopped by the addition of a reagent which turns red in the presence of nitrite. Optical density of the solutions are obtained with a spectrophotometer at 540 nm to determine the amount of nitrate reduced to nitrite. Two or three people can easily analyze 20 to 300 samples daily. Complete details for this technique have been previously published.<sup>1</sup>

The third factor needed to obtain high yielding, high protein wheats is "photosynthetic efficiency". When photosynthesis is usually mentioned, the majority of researchers' minds turn to carbon dioxide fixation and formation of sugars. This is but a single part of photosynthesis. The process of nitrite reduction must also be included plus a myriad of synthetic reactions still unknown that are directly dependent upon photosynthetic energy. There has been recent evidence that reduced nitrogen leaves the chloroplast as an amino acid or amine so that this process may also be utilizing photosynthetic energy. Photosynthesis is the generator of electrons or reductive energy to form chemical bonds for chemical compounds known as food, so that we can exist on this earth.

The synthesis of carbohydrate and the synthesis of protein are highly competitive processes. As shown in Figure 3, ferredoxin (a pivotal compound of the photosynthetic process) can donate electrons for two primary processes. (1) It can donate electrons for carbon dioxide fixation for sugar and starch formation which greatly represent yield in wheat. (2) If nitrate is reduced to nitrite, then electrons must be furnished to further reduce nitrite to ammonia. The reduction of a nitrite ion to ammonia requires 6 electrons. These 6 electrons would provide sufficient energy to convert 3 molecules of carbon dioxide into sugar. Most wheats do prefer to fix carbon dioxide, make carbohydrates and produce "yield". Some wheat genotypes are capable of reducing more nitrate and nitrite and produce more protein and less yield. We, at Nebraska, are not looking for either of these two types. We are looking for wheat plants that have the "photosynthetic efficiency" or reducing power than can drive both systems. To obtain high yielding, high protein wheats, the plant must have the photosynthetic capacity that can furnish sufficient energy to reduce carbon dioxide to sugar and also be able to reduce and assimilate nitrate into protein.

The fourth factor needed to accumulate high levels of protein is the efficient translocation of vegetative protein to the grain. Figure 4 illustrates the accumulation of reduced nitrogen in the heads of Ciano 67 as compared to the total reduced nitrogen contained in the entire plant. At head emergence and anthesis, 20 percent of the total plant's reduced nitrogen was in the head; at 10 weeks, 40 percent; at 12 weeks, 60 percent; at 14 weeks, 80 percent; and at 16 weeks, 90 percent was in the head. At harvest, more than 90 percent of the total plant-reduced nitrogen was contained in the grain. The variety, Ciano 67, has an orderly, well-regulated process for steadily supplying the grain with reduced nitrogen.

All of the four factors which have been discussed are necessary to obtain high yielding, high protein wheats. If a wheat plant lacks any one, it cannot be high yielding and high in grain protein.

To summarize:

<sup>1</sup> A Mode of Action of Herbicides: Inhibition of the normal process of nitrite reduction. L. Klepper. 1974. Nebraska Res. Bull. 259. 42 pp.

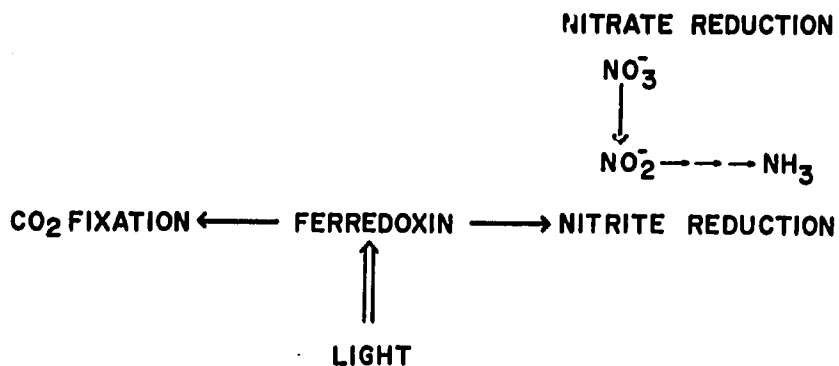


Fig. 3. The dependence of nitrite reduction upon light energy and its competition with CO<sub>2</sub> fixation.

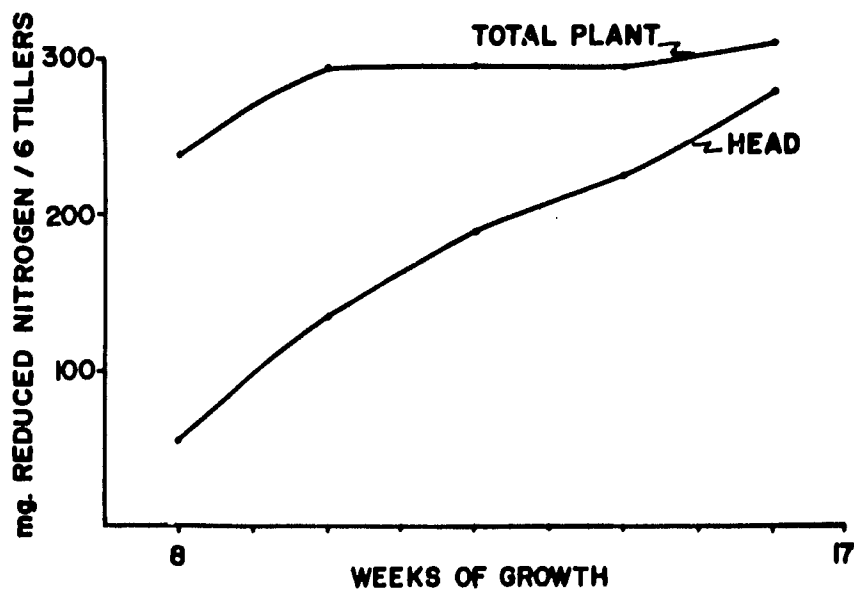


Fig. 4. The accumulation of reduced nitrogen in the head as compared to the reduced nitrogen of the total plant (Ciano 67).



1. The first factor is nitrate uptake. If the plant roots are incapable of finding and taking up large amounts of soil nitrogen, protein cannot be synthesized regardless of how high its genetic potential for nitrate reduction. We, at Nebraska, are now attempting to identify wheats which are capable of taking up nitrate under limited nitrate environments. This research effort is primarily due to the rising costs and limited supplies of nitrogen fertilizers.
2. After nitrate uptake, nitrate must be reduced for protein synthesis. Without a high genetic potential for nitrate reduction, high levels of protein are impossible regardless of the amount of nitrate available for reduction.
3. For these reduction processes, the plant must have an efficient photosynthetic system. As discussed, competition exists between carbohydrate and protein synthesis. The photosynthetic system must be able to provide the necessary reductive energy for both processes.
4. After protein has been synthesized, the plant must be able to transport this protein from the vegetation to the grain. To reach the grain, reduced nitrogen in the form of amino acids or amines must exit the leaf, be translocated down the sheath leaf to a node, then transported up the stem to the grain. Often this distance is more than a meter. This is one reason that the awns and glumes are such important plant organs. They have full access to sunlight and any sugars or proteins formed only have to be transported several centimeters to the grain. This process of translocation or transport of vegetative protein to the grain is not well understood and is an area which needs intensive research.

## ASSOCIAÇÃO DE BACTERIAS FIXADORAS DE NITROGENIO COM RAIZES DE GRAMINEAS

Johanna Dobereiner e John M. Day  
Instituto de Pesquisa Agropecuária Centro Sul, EMBRAPA,  
Rio de Janeiro, Brazil

### Introdução

Como consequência da crise mundial de energia e uma série de problemas de poluição ligados ao uso indiscriminado de adubos minerais nitrogenados, houve um deslocamento de interesse em favor de estudos mais diversos sobre possibilidades de suprir a maior parte do nitrogênio necessário a produção de proteínas vegetais e animais através da fixação biológica deste elemento. Além das leguminosas de grão e forrageiras, a possibilidade de se obter "gramíneas fixadoras de  $N_2$ " está sendo investigada pelos caminhos mais diversos podendo ser citados aqui os trabalhos genéticos que tem como propósito de incorporar gens responsáveis pela fixação de  $N_2$  (NIF<sup>+</sup> gens) em bactérias dominantes na rizosfera das plantas cultivadas (Dixon & Postgate 1972) ou então nas próprias células das plantas (Cocking 1975). Uma possibilidade mais concreta e imediata parece surgir das descobertas recentes sobre associações de gramíneas tropicais com bactérias fixadoras de  $N_2$  que podem sob condições ainda não bem definidas, fixar quantidades de  $N_2$  equivalentes as fixadas por leguminosas (Rinaudo 1970, Rinaudo *et al* 1971, Balandreau *et al* 1971, Neves *et al* 1973, Dobereiner & Day 1973, Day *et al* 1974, Dobereiner & Day 1974).

No presente trabalho os resultados principais destes trabalhos são revistos e o seu potencial como fonte de proteína vegetal discutida.

### Materiais e Métodos

Apesar de não caber neste trabalho uma descrição detalhada dos métodos usados, um apanhado geral da metodologia usada nestes estudos parece necessário para a compreensão do texto. Durante há mais que 10 anos tem sido demonstrado que gramíneas tropicais estimulam o desenvolvimento de bactérias fixadoras de  $N_2$  (Dobereiner 1961, 1966, 1968, 1970), mas a comprovação que estas bactérias realmente fixam nitrogênio em quantidades consideráveis, somente foi possível após introdução do método de redução de acetileno (Dillworth 1966, Schöllhorn & Burris 1967). Este método se baseia na característica de todos os sistemas enzimáticos capazes de reduzir  $N_2$  em  $NH_3$ , as nitrogenases, quando supridas de  $C_2H_2$ , o reduzem formando  $C_2H_4$ . Quando as condições experimentais simulam com maior perfeição possível as condições ambientais do sistema *in situ*, as quantidades de  $C_2H_4$  produzidas são diretamente relacionadas com o  $N_2$  que teria sido fixado a por um mol de  $N_2$ , 3 moles de  $C_2H_4$  são produzidos. Etileno pode ser facilmente avaliado por cromatografia gasosa (ionização de chama de hidrogênio e vários tipos de colunas de Poropak estão sendo usadas) e com isso tornou possível de medir com precisão 1000 vezes maior que até então fixação de  $N_2$  nos mais variados sistemas. A limitação principal deste método é sua interpretação correta uma vez que se trata da avaliação da atividade da nitrogenase no momento da amostragem e não de valores absolutos em termos de nitrogênio fixado. A interpretação é mais fácil em experimentos comparativos enquanto valores absolutos mesmo que aproximados somente podem ser obtidos através de repetidas medições da atividade da nitrogenase e sua integração com o tempo.

O método de redução de acetileno, ao lado de sistemas enzimáticos foi usado primeiramente para nódulos de leguminosas (Koch & Evans 1966) e amostras de lagos e solos (Stewart *et al.* 1967, Hardy *et al.* 1968) tendo sido necessárias algumas modificações quando aplicado para associações de gramíneas. Raízes removidas do solo iniciam a reduzir acetileno apenas após 8 a 12 horas não sendo ainda bem explicada esta fase latente (Pinaudo *et al.* 1971, Döbereiner *et al.* 1972, Yoshida 1971). Todas as tentativas de eliminar este lag, como extrair as raízes abaixo de  $N_2$  ou água, adição de tampão de fosfatos ou  $CO_2$  em várias concentrações como ainda concentrações diferentes de acetileno e  $O_2$  não eliminaram o lag enquanto sistemas solo-planta intactos reduzem  $C_2H_2$  sem lag e são independentes da tensão de oxigênio acima do solo (Fig. 1). Raízes de *Paspalum* retiradas do solo são inativadas no ar (Fig. 2) apresentando atividade máxima em  $pO_2$  0.04 atm. Outras gramíneas parecem ser mais sensíveis ainda ao oxigênio.

Por todas estas razões, amostras de gramíneas do campo são colhidas em nosso laboratório sempre a tarde e preincubadas uma noite sob  $N_2$  ou  $N_2:O_2$  (95:5). Após injeção de 2% de ar e 10% de  $C_2H_2$ , a redução de acetileno é determinada após 2 a 4 horas.

Para estudos que visam identificar sítios da fixação de  $N_2$  no sistema radicular e isolar bacterias dos mesmos, dos frascos que pelas medições descritas acima mostrarem maior atividade, são selecionadas raízes inteiras, parcialmente lignificadas que são então cortadas rapidamente em pedaços de aproximadamente 1 cm e distribuídos em seringas plásticas de 1 ml que são preenchidas com mistura de  $N_2:O_2$  95:5 contendo 10% de  $C_2H_2$  e incubadas, enfiadas com a agulha em rolhas de borracha, durante 6 a 8 horas, quando etileno produzido é estimado por injeção direta, do conteúdo das seringas no cromatógrafo. 100 a 150 seringas são geralmente preparadas de cada amostra de 1 g de raízes e apenas 10% dos pedaços de raízes mostra atividade de nitrogenase elevada. Estudos histológicos são feitos com estes pedaços como também convem usá-los para isolamento das bacterias responsáveis pela fixação de  $N_2$ .

Com exceção de *Paspalum notatum*, onde *Azotobacter paspali* parece o responsável pela fixação de  $N_2$ , nas demais gramíneas pesquisadas formas de *Spirillum* parecem mais importantes. O isolamento destas bacterias das raízes é relativamente fácil quando pedaços de raízes altamente ativos são inseridos em frascos com meio sem N e semi-sólido contendo sacarose (*A. paspali*) e malato para *Spirillum*. Uma película fina se forma 2 mm abaixo da superfície após 48 horas. Técnicas específicas de isolamento e identificação são dadas em trabalhos anteriores (Döbereiner 1970, Döbereiner & Day 1974, Day & Döbereiner 1974).

Seria muito desejável, para muitos tipos de experimentos de se usar sistemas intactos, blocos de solo retirados do campo, vasos com plantas crescidas em estufa ou mesmo medidas *in situ*. Foi proposta uma série de modalidades de tais sistemas, (Döbereiner & Day 1973, Balandreau *et al.* 1973) não se tendo todavia ainda um método satisfatório. Blocos de solos, retirados do solo apresentam, como as raízes retiradas uma fase latente de reajustamento as novas condições ainda não explicada. Medições *in situ* são dificultadas pelos problemas de difusão de  $C_2H_2$  e principalmente  $C_2H_2$  (Day, dados não publicados, Balandreau *et al.* 1973). A fixação de  $N_2$  em vasos, sob condições de casa de vegetação representa problemas de algas cianofíceas além de resultados muitas vezes não reproduzíveis.

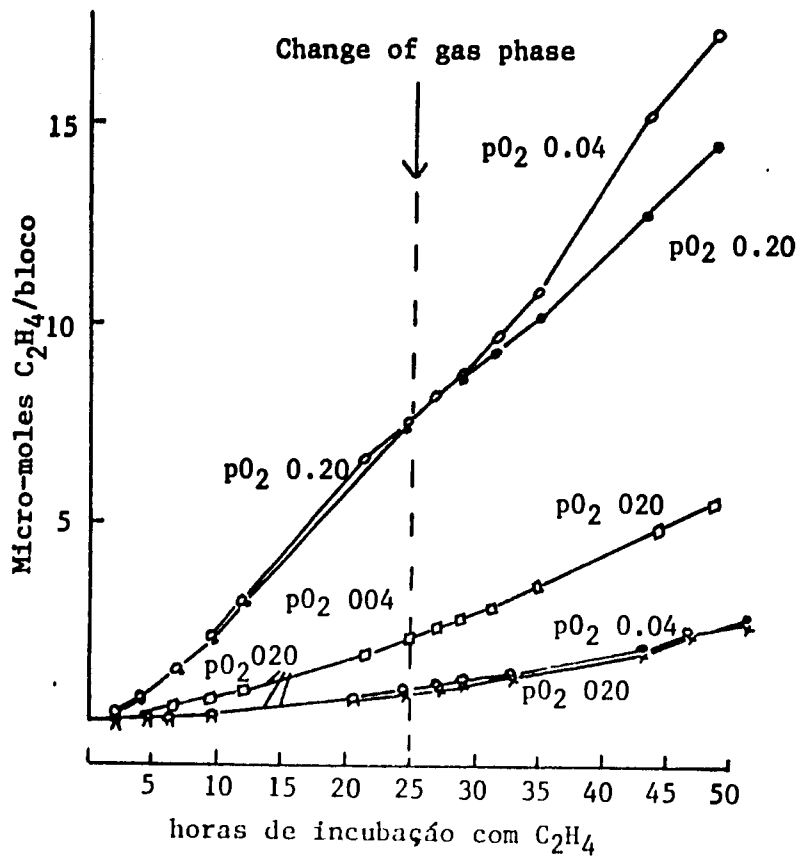


Fig. 1. Efeito da troca do  $pO_2$  em cima de blocos intactos do sistema *P. notatum*-*A. paspali* na atividade da nitrogenase.

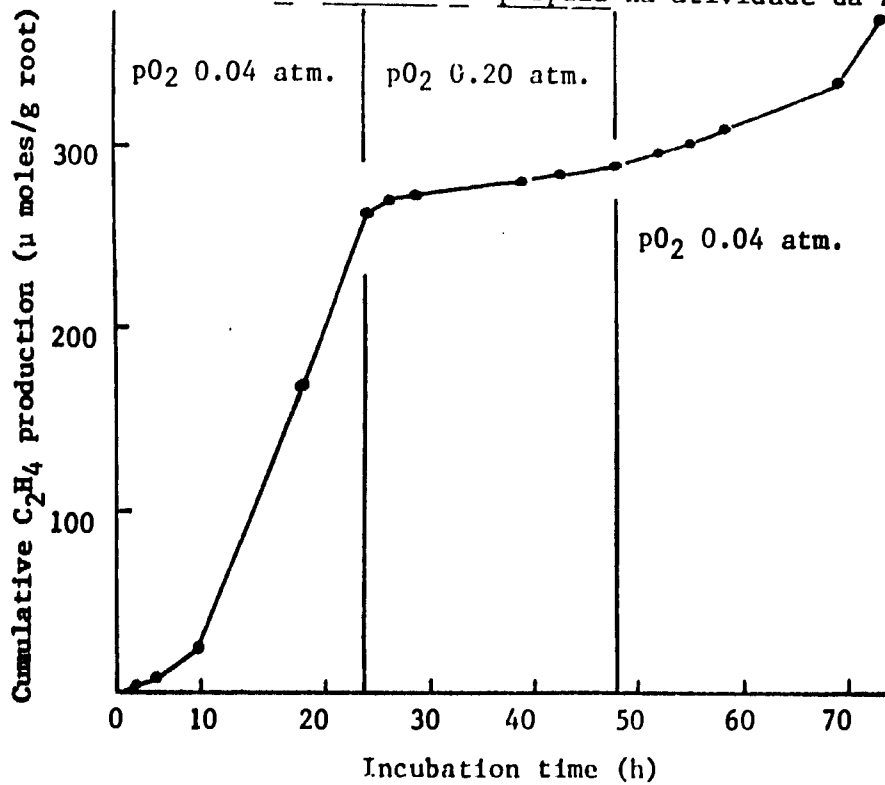


Fig. 2. Efeito da troca do  $pO_2$  na atividade da nitrogenase em raízes de *P. notatum* retiradas do solo.

## Resultados

Os dados disponíveis atualmente, a respeito de avaliação da atividade da nitrogenase sob condições de campo são resumidos no quadro 1. Quase todos estes dados se referem a gramíneas forrageiras tropicais sendo estudos sobre a atividade de nitrogenase de gramíneas de grão até hoje escassos. Nota-se uma grande variabilidade entre sítios e plantas mas quando os valores máximos encontrados são transformados em kg N/ha/dia verifica-se o potencial de tais sistemas. Por outro lado não convém sobre estimar a contribuição atual nestes e em sistemas naturais que como será visto mais adiante, depende de muitos fatores, a maioria deles ainda desconhecidos. Ainda no quadro 1 fica aparente que, com excessão do arroz, onde algas possivelmente tem papel preponderante (Yoshida 1971), a fixação de N<sub>2</sub> nas raízes parece muito mais importante que a no solo. Isto foi confirmado pela observação que a lavagem das raízes remove apenas pequena parte da atividade da nitrogenase (Döbereiner et al. 1972)

### Variações diurnas e estacionais

Para possibilitar a integração da atividade da nitrogenase com maior precisão para períodos mais longos, torna-se necessário aprender mais sobre o ciclo diurno e anual. Na Fig. 3 podem ser vistos resultados com sistemas intactos solo planta (Paspalum notatum) que demonstram o ciclo diurno da atividade da nitrogenase. Observações muito semelhantes foram também feitas com sorgum cultivado em tubos de ensaio (Döbereiner & Day 1973). Com ambos os sistemas, além do pico diurno que acompanha a atividade fotosintética da planta, observa-se ainda um pico noturno, que também foi observado por Balandreau & Villemin (1973) e talvez se deva a liberação durante a noite de fotosintatos acumulados durante o dia nos cloroplastos de plantas C<sub>4</sub> (West 1970). Ainda na Fig. 3 a atividade da nitrogenase em raízes extraídas do solo pode ser comparada com os sistemas intactos. As atividades determinadas em raízes removidas do solo portanto parece, pelo menos neste sistema, representar estimativas aproximadamente 40% mais baixas que as ocorrendo durante o ciclo diurno no sistema intacto.

Variações estacionais podem ser observadas na Fig. 4, para duas gramíneas forrageiras. Atividade de nitrogenase elevada no Pennisetum parece ser ligada ao ativo crescimento enquanto que durante a época seca e mais fria quando o crescimento das gramíneas tropicais é limitado, quase não há atividade da nitrogenase. Ao contrário do que pensávamos, o efeito da umidade do solo, pelo menos na Digitaria decumbens cv transvala não foi o fator principal limitante da atividade da nitrogenase, observando-se uma redução drástica apenas quando o ponto de murchamento é atingido (Quadro 3), e não havendo acima deste valor correlação com a umidade do solo. O efeito principal limitante no inverno parece a temperatura, observando-se como temperatura crítica do solo 27°C valor este que coincide com os obtidos no laboratório com Spirillum lipoferum que em meio de cultura mostrou um aumento de 13 vezes de sua atividade de nitrogenase quando a temperatura foi aumentada de 24 para 28°C (Day & Döbereiner 1974 em preparação). Quando a atividade da nitrogenase é correlacionada com as temperaturas mínimas noturnas observa-se o valor crítico de 18°C o que indica que além do efeito direto da temperatura na atividade da bactéria os efeitos deletérios de tais temperaturas nos cloroplastos de gramíneas C<sub>4</sub> (West 1970) e conseqüente paralisação da fotosíntese podem interferir na fixação de N<sub>2</sub> por estes sistemas.

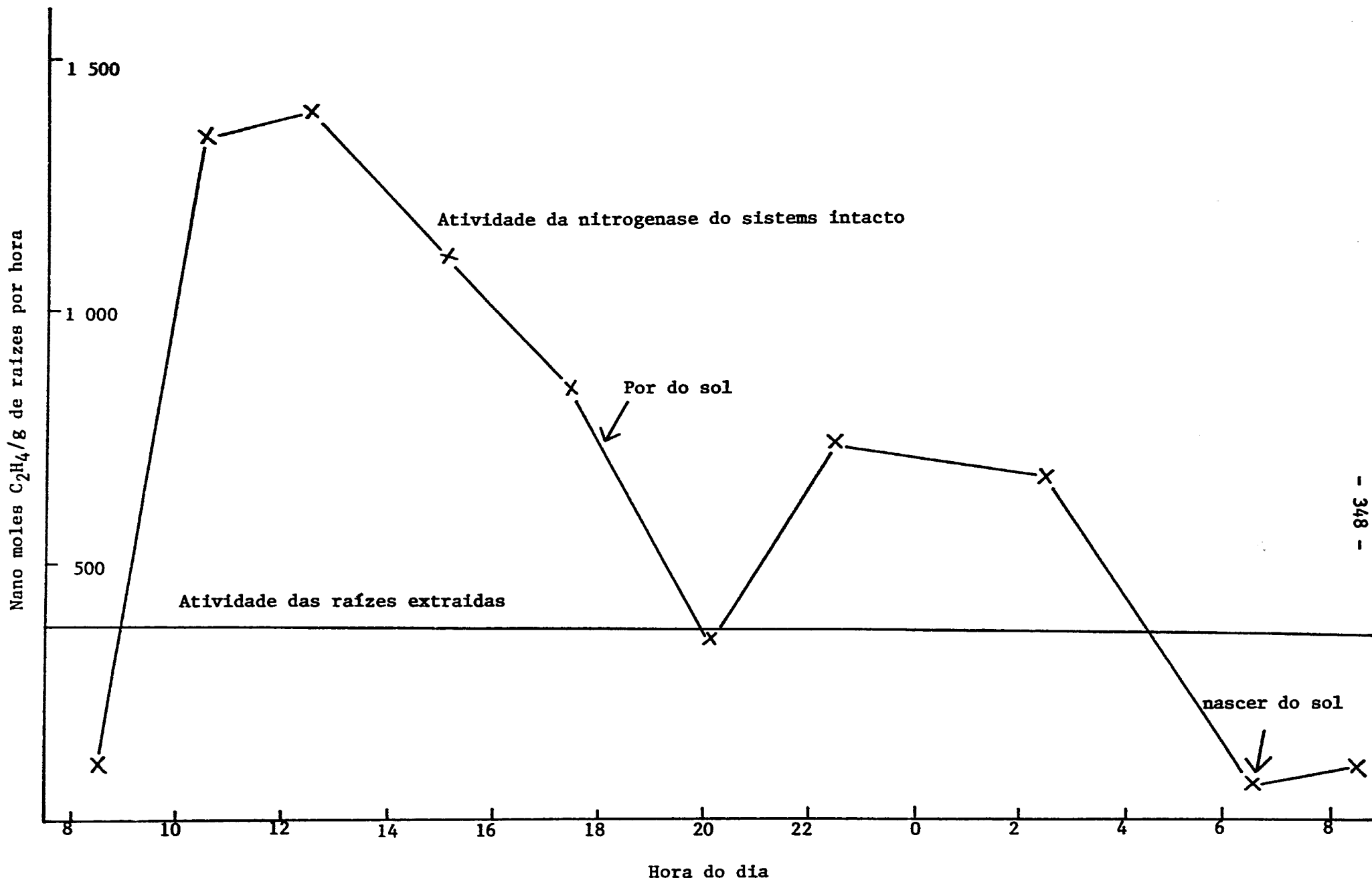


Fig. 3. Atividade da nitrogenase durante o ciclo do dia, no sistema intacto *Paspalum notatum* - *Azotobacter paspali* e em raízes extraídas as 16 horas, preincubadas uma noite sob  $pO_2$  0.04 atm. e redução de acetileno medida entre 8 e

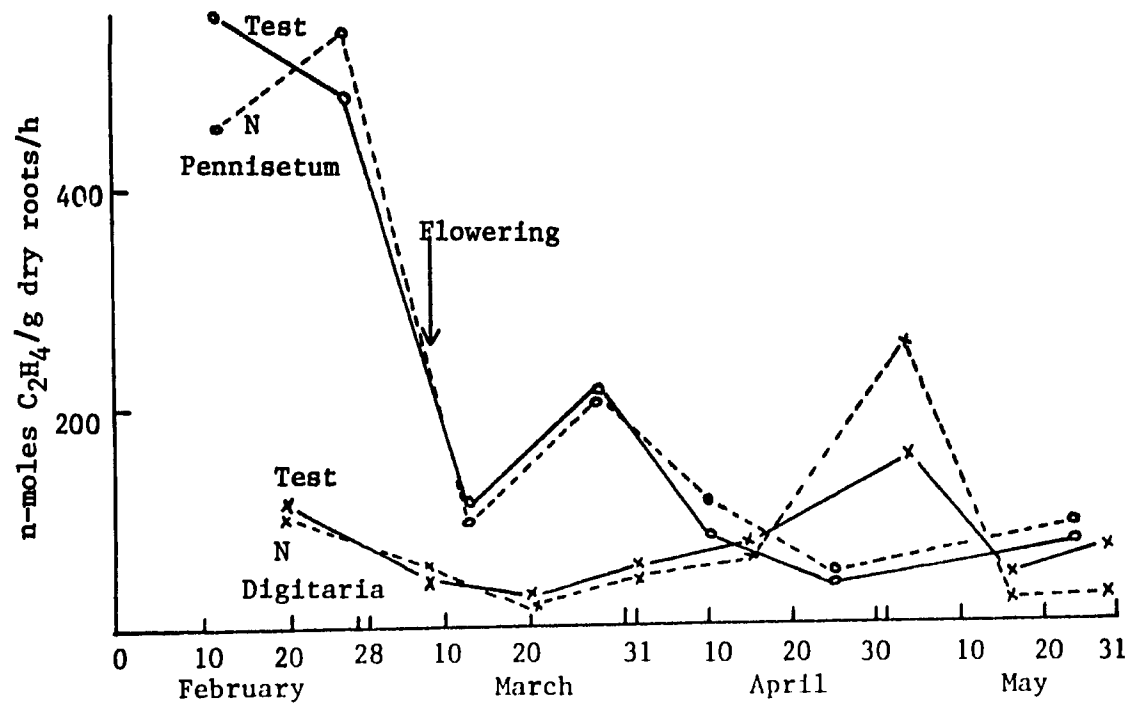


Fig. 4. Variação estacional da atividade de nitrogenase em raízes de Pennisetum purpureum e Digitaria decumbens cultivados no campo, com e sem adubo nitrogenado (20 kg N/ha aplicado como NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> cada duas semanas, sempre antes da amostragem). Pontos representam médias de 20 medidas, quatro cada de 5 parcelas.

Quadro 1. Potencial de fixação de N<sub>2</sub>, sob condições de campo, de gramíneas tropicais associadas com bactérias fixadoras de N<sub>2</sub> (valores mínimos e máximos encontrados)

Espécie	Raiz	Atividade da nitrogenase		Estimativas dos valores máximos		Referencia
		n moles C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /h/g Raízes	Solo	gN/dia/ha Raízes <sup>a</sup>	Solo <sup>b</sup>	
<i>Andropogon gayanus</i> (C-4)	Nigeria	15 - 270	-	302	-	Day & Dart unpublished
<i>Andropogon</i> spp. (C-4)	Ivory Coast	50 - 380	-	425	-	Balandreau et al. 1973
<i>Brachiaria mutica</i> (C-4)	Brazil	150 - 750	0	817	0	Dobereiner & Day 1973
<i>B. rugulosa</i> (C-4)	"	5 - 150	-	166	-	" "
<i>B. brachylopha</i>	Ivory Coast	100 - 140	-	157	-	Balandreau et al. 1973
<i>Bulbostylis aphyllanthoides</i>	" "	74	-	83	-	" "
<i>Cynodon dactylon</i> (C-4)	Brazil	17 - 269	0 - 0.068	300	30	Dobereiner & Day 1973
" "	Nigeria	10 - 50	-	56	-	Day & Dart unpublished
<i>Cyperus rotundus</i> (C-4)	Brazil	10 - 30	-	33	-	Dobereiner unpublished
<i>Cyperus</i> sp. (?)	Nigeria	2	-	2	-	Day & Dart unpublished
<i>Cyperus obtusiflorus</i> (?)	Ivory Coast	30 - 620	-	694	-	Balandreau et al. 1973
<i>Digitaria decumbens</i> (C-4)	Brazil	21 - 404	0 - 0.349	452	156	Dobereiner & Day 1973
<i>Hyparrhenia rufa</i> (C-4)	"	20 - 30	0 - 0.148	33	66	" "
" "	Nigeria	30 - 140	-	156	-	Day & Dart unpublished
" <i>dissoluta</i> (?)	Ivory Coast	10 - 15	-	17	-	Balandreau et al. 1973
<i>Melinis minutiflora</i> (C-4)	Brazil	13 - 41	0 - 0.187	45	84	Dobereiner & Day 1973
<i>Panicum maximum</i> (C-4)	"	20 - 299	0 - 0.148	335	66	" "
" "	Nigeria	75	-	84	-	Day & Dart unpublished
<i>Paspalum notatum</i> (C-4)	Brazil	2 - 283	0 - 0.330	634	148	Dobereiner & Dart 1973
" <i>comersonii</i> (?)	Nigeria	25 - 30	-	33	-	Day & Dart unpublished
<i>Pennisetum purpureum</i> (C-4)	Brazil	5 - 954	0 - 0.086	1068	38	Dobereiner & Day 1973
" "	Nigeria	60	-	67	-	Day & Dart unpublished
<i>Oryza sativa</i> (C-3)	Phillipines	8 - 80	0 - 2.200	90	550	Yoshida 1971
<i>Zea maiz</i> (C-4)	USA	14 - 16	-	-	-	Reju et al. 1972

<sup>a</sup> baseado em 5000 kg/raízes/ha

<sup>b</sup> baseado em 2 x 10<sup>6</sup> kg solo/ha



Quadro 2. Efeito de fertilizantes na atividade da nitrogenase em raízes de Digitaria decumbens (dois cultivares), no campo (médias de duas amostras de 4 parcelas cada)

	n moles C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /h/g raízes	
	Pangola	Transvala
K	2.83	4.65
PK	2.66	15.42
PK minor elements	2.24	27.61
NPK minor elements	1.56	10.17

De-Polli, Carneiro & Dobereiner 1974, dados não publicados

Quadro 3. Fatores limitantes da atividade de nitrogenase no campo, em raízes de Digitaria decumbens cv transvala (x) (Abrantes Day & Dobereiner dados não publicados)

	Nº de amostras analisadas (x)	% amostras com atividade acima de 50 n moles C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /h/g raízes
Humidade do solo menor que 6% (ponto de murchar-to) <sup>xxx</sup>	12	0
Humidade do solo maior que 6% (ponto de murchamento) <sup>xxx</sup>	52	53%
Temperatura do solo as 15h à 10 cm de profundidade, menor que 27°C	97	0
Temperatura do solo as 15h à 10 cm de profundidade, maior que 27°C	64	43%
Temperatura mínima do ar na noite antes da amostragem, menor que 18°C	73	0
Temperatura mínima do ar na noite antes da amostragem, maior que 18°C	88	35%
Teor de NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> na solução do solo <sup>xx</sup> menor que 200 ppm <sup>xxx</sup>	45	57%
Teor de NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> na solução do solo <sup>xx</sup> maior que 200 ppm <sup>xxx</sup>	19	10%

<sup>x</sup>Amostras retiradas sempre do mesmo campo, durante a época de marco a setembro de 1974. As amostras foram tiradas sempre na véspera, preincubadas sob N<sub>2</sub> até a manhã seguinte quando 2% de ar e 10% de C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> foi injetado e a produção de C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> medida 3 a 8 horas após.

<sup>xx</sup> Concentração do NH<sub>4</sub><sup>+</sup> calculada na base da água disponível

<sup>xxx</sup> Computados apenas os dados com temperatura do solo acima de 27°C

### Efeitos da adubação

Uma vez demonstrado o potencial de fixação de nitrogênio de várias associações de gramíneas tropicais, a identificação das condições que levam a tais atividades parece de importância fundamental. Práticas agrícolas que deveriam ser esperadas de interferir são numerosas, mas estudos sobre efeitos do nitrogênio, fosforo e molibdenio merecem destaque principal.

Retornando a Fig. 4, pode se observar que a aplicação de 20 kg/ha cada duas semanas não afetou a atividade da nitrogenase das duas gramíneas, mesmo após sete aplicações. Balandreau & Dommergues (1973) observaram aumentos da atividade em sistema de arroz, até 40 ppm mas a atividade de milho cultivado no campo foi reduzida a um terço quando 45 kg N/ha foram aplicados (Balandreau & Dommergues 1972). Quando entre os fatores limitantes da atividade da nitrogenase (Quadro 3) a concentração de  $\text{NH}_4^+$  na solução do solo é observada, verifica-se um valor crítico de aproximadamente 200 ppm concentração esta que, em meio de cultura inibe completamente a atividade da nitrogenase pelo S.lipoferum (Kubelka & Dobereiner dados não publicados). É importante lembrar aqui entretanto que entre a solução do solo e a raiz há um gradiente de concentração devido a contínua absorção pela planta e portanto as concentrações no sítio da fixação de  $\text{N}_2$  na raiz devem ser muito mais baixas que, em meio de cultura observou-se atividade de nitrogenase apenas abaixo de 20 ppm  $\text{NH}_4^+$ . O efeito de adubações fosfatadas e com micronutrientes pode ser visto no quadro 4.

### Diferenças entre genótipos de plantas

Mais promissores ainda que estudos da adubação nos parecem trabalhos genéticos que visam seleção e "breeding" em direção a elevada fixação de  $\text{N}_2$  e o uso simultâneo de nitrogênio mineral e atmosférico. Esta possibilidade fica evidente não somente da Fig. 4 e do quadro 4 mas ainda da existência de variações significativas entre genótipos de plantas em relação da atividade da nitrogenase (Quadro 5). Os tipos nativos de P.notatum são os fixadores de  $\text{N}_2$  mais eficientes enquanto que os tipos Pensacola, selecionados na Flórida são os menos eficientes. Resultados semelhantes foram demonstrados com genótipos de Digitaria (Dobereiner & Day 1974).

### Mecanismo biológico

Ao lado de estudos agrônomicos que visam identificar e incrementar mais ou menos empiricamente os sistemas que fixam nitrogênio, estudos mais básicos que permitam o esclarecimento do mecanismo biológico e bioquímico das associações de gramíneas e ainda identificar os microorganismos responsáveis pela fixação de  $\text{N}_2$ , são indispensáveis, para um aproveitamento mais perfeito e seguro desta fonte nova de nitrogênio para a agricultura.

Para identificar o sítio da fixação de  $\text{N}_2$  nas raízes, grande número de pedacos pequenos (1cm) de raízes foram analisados pelo método de redução de acetileno mostrando que na Digitaria decumbens cv transvala e no Paspalum notatum a fixação de nitrogênio não é uniformemente distribuído pelo sistema radicular mas localizado em sítios sobre raízes quase sempre maduras, parcialmente lignificadas e com muitas raízes secundárias (Dobereiner & Day 1974). Apenas 10% dos pedacos de raízes desenvolveu atividade de nitrogenase muito ativa e mais que a metade foi completamente inativa. Quando pedacos de raízes de

Quadro 4. Diferenças entre genótipos de Paspalum notatum e Pennisetum purpureum em relação a atividade de nitrogenase nas raízes de plantas colhidas no campo

<u>Paspalum notatum</u>		<u>Pennisetum purpureum</u>	
Cultivar ou ecotipo	n-moles C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /g raiz/h	Cultivar	n-moles C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /g raiz/h
"Batatais" Km 47	39.8	Taiwan A 143	33.6
"Batatais" Matao	21.0	Taiwan A-144	60.2
Pensacola Florida	10.3	Puva Napier nº 1	15.8
Pensacola Argentina	12.2	Gigante de Pinda	93.3
Typhen hybrid	11.4	Elefante de Pinda	33.2
Pensacola hybrid	6.7		

Dif. significante p=0.05 p=0.01  
 Neves et al. 1973, De-Polli & Dobereiner dados não publicados.

Quadro 5. Eficiência da fixação de N<sub>2</sub> de Spirillum lipoferum e Azotobacter paspali cultivados em meio semi-sólido sem N e com baixas concentrações de substratos. Os valores são médias de 3 a 4 repetições, expressas em mg N fixado/g de substrato carbonáceo; mais que um dado significa experimentos diferentes com várias estirpes.

(Day & Dobereiner 1974)

		Tensão de oxigênio na fase gasosa acima das culturas*	
		pO <sub>2</sub> 0.05 atm	pO <sub>2</sub> 0.21 atm
<u>Spirillum lipoferum</u>			
Lactato (Ca)	0.05%	75, 115, 80	72, 96
	0.10%	52, 53, 46	48, 41
	0.25%	29	20
Malato (Ca)	0.05%	66, 63, 62	33, 37
	0.10%	36, 42, 39	28, 29
	0.25%	16	14
Galactose	0.05%	111	103
	0.25%	25	21
<u>Azotobacter paspali</u>			
Lactato (Ca)	0.05%	42, 41	36, 18
	0.10%	23	13
	0.25%	8	6
Succinato (Ca)	0.05%	40	24
	0.10%	14	14
Acucar cristal	0.05%	50, 48	21
	0.10%	26, 27	13
	0.25%	22, 16	13

\* As culturas foram incubadas em dessicadores ventilados com mistura de N<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> de 95:5 ou no ar. Foram usados frascos de 120ml contendo 10ml do meio semi-sólido e cujo conteúdo inteiro, após 5 a 8 dias de incubação foi analisado pelo método Kjeldahl (semi-micro). Frascos testemunhas com meio e inoculante morto foram incubados junto aos frascos de cada experimento e seu teor de N subtraído (no máximo 0.08 mg/frasco).

Digitaria inativos foram comparados com os mais ativos verificaram-se nestes últimos, células da cortex interna ou esclerenchima, cheias de bacterias. Em preparações com TTC (Triphenyl Tetrazolium Chloride) verificou-se precipitação de cristais vermelhos de formazan nestas células (Fig. 5). Com aumento maior verificam-se mais claramente as bactérias e os cristais vermelhos no interior das células (Fig. 6). Apesar de não se tratar de teste específico para fixação de  $N_2$ , a redução do TTC indica centros de elevada atividade enzimática com  $E_h$  baixo e foi usado por vários autores para ajudar na identificação de sítios de fixação de  $N_2$  (Fay & Kulasooriya, 1972, Angulo et al. 1973). Parece portanto tratar-se nesta espécie de uma simbiose primitiva intracelular mas sem modificações histológicas nas raízes que até certo ponto poderia ser comparada aos "nódulos primários" encontrados em *Alnus* e que nem sempre se transformam em nódulos verdadeiros.

#### Isolamento e identificação dos microorganismos responsáveis

Na associação de Paspalum notatum, a primeira gramínea identificada como fixadora de  $N_2$  acredita-se que Azotobacter paspali seja o principal responsável. Esta bactéria foi isolada de 95% das amostras analisadas da rizosfera de P. notatum cv batatais (Döbereiner 1970) sendo encontrada com menor frequência em outros cultivares e espécies deste gênero e nunca na sua ausência. Esta especificidade que indica um caso muito raro na ecologia microbiana seria dificilmente justificada se não houvesse estreita interrelação entre bactéria e planta. Recentemente isto foi confirmado (Neves & Döbereiner, dados não publicados) através de correlação altamente significativa ( $r = 0.81$ ) entre a atividade da nitrogenase nos pedacos de raízes usados como inoculantes e a das culturas de enriquecimento em meio semi-sólido com sacarose (Fig. 7) pois admite-se que maior número de bactérias nos pedacos de raízes resultaria num desenvolvimento mais rápido no meio de cultura citado. Quando malato foi usado em vez da sacarose obteve-se também uma correlação significativa mas com  $r = 0.61$  achando-se como bactérias dominantes nas culturas de enriquecimento Spirillum sp. Aparentemente ambas estas espécies tem papel na fixação de  $N_2$  na associação do Paspalum notatum.

Quando este método foi usado em Digitaria decumbens cv. transvala, identificou-se como principal responsável, o Spirillum lipoferum Beijerinck, bactéria bem distinta do Spirillum encontrado no Paspalum e não se encontraram outros microorganismos fixadoras de  $N_2$  (Döbereiner & Day 1974). Este Spirillum descrito em 1925 (Beijerinck) como bactéria fixadora de  $N_2$  quando em culturas mixtas, foi esquecido devido as dificuldades na época de isolá-la e cultivá-la. Becking, em 1963 descreveu um "Sprillum ou Vibrio" isolado de solos tropicais que incorporava  $N_2^{15}$  quando cultivado em presença de extrato de levedura, tratando-se muito provavelmente do mesmo microorganismo.

Descrição morfológica (Fig. 8) e fisiológica detalhada do Spirillum isolado das raízes da Digitaria foi dada previamente (Döbereiner & Day 1974, Day & Döbereiner em preparação). Uma das suas principais características é a aparente falta de um mecanismo de proteção da nitrogenase sendo que, mesmo que este organismo é um aeróbio obrigatório, a fixação é limitada a uma faixa muito estreita e baixa de  $pO_2$ , mesmo na presença de excesso de fontes energéticas (0.01 a 0.015 atm). Esta característica representa a dificuldade principal nos trabalhos de isolamento e determinação da fixação de  $N_2$ .

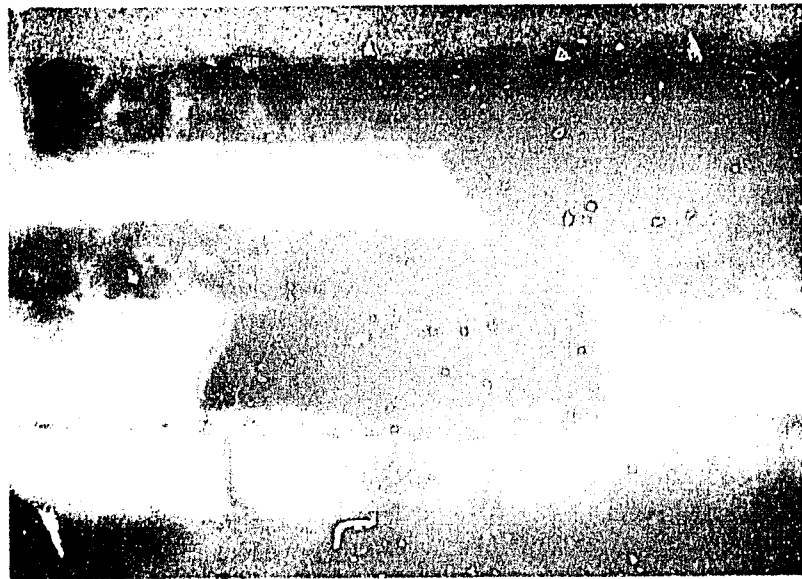
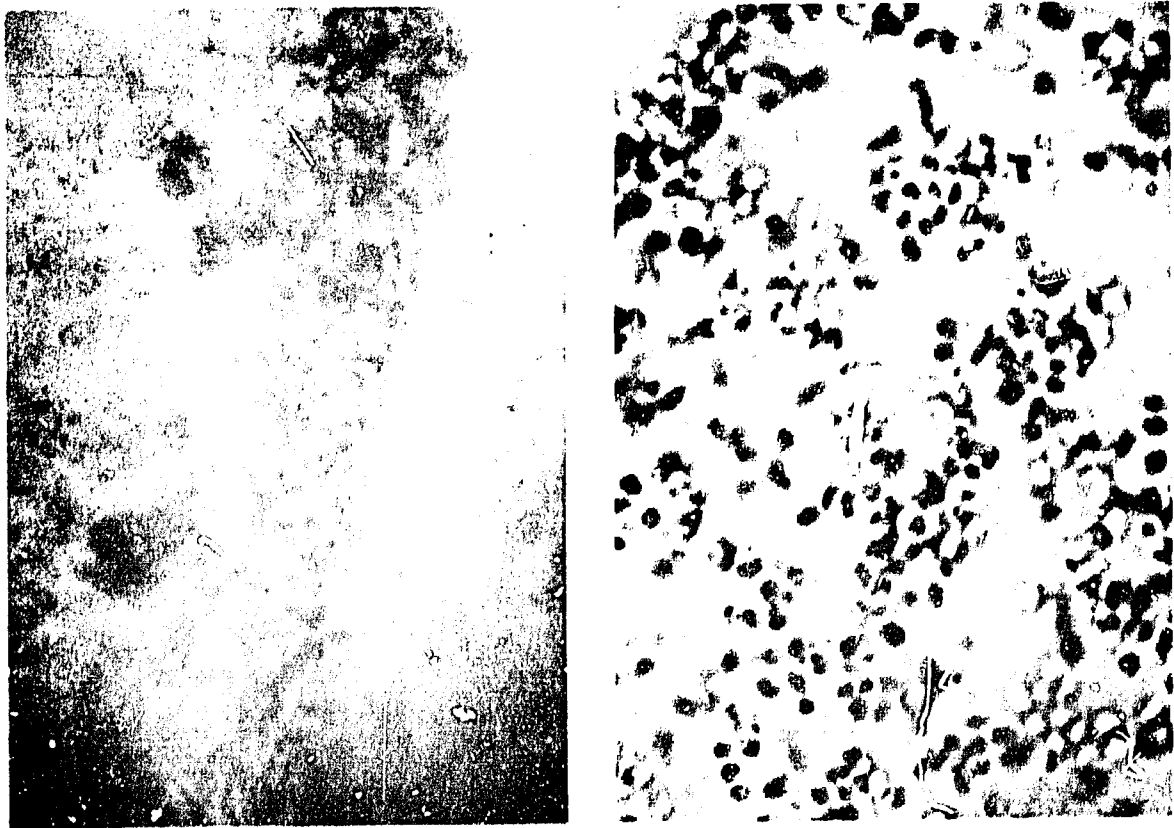


Fig. 5. Cortex de Digitaria decumbens cv transvala de pedaços de raízes com elevada atividade de nitrogenase, mostrando um grupo de células cheias de bactérias redutoras de TTC (Objetivo x 20).



a

b

Fig. 6. Bactérias redutoras de TTC (Objetivo de imersão) (a. na raiz; b. em meio de cultura).

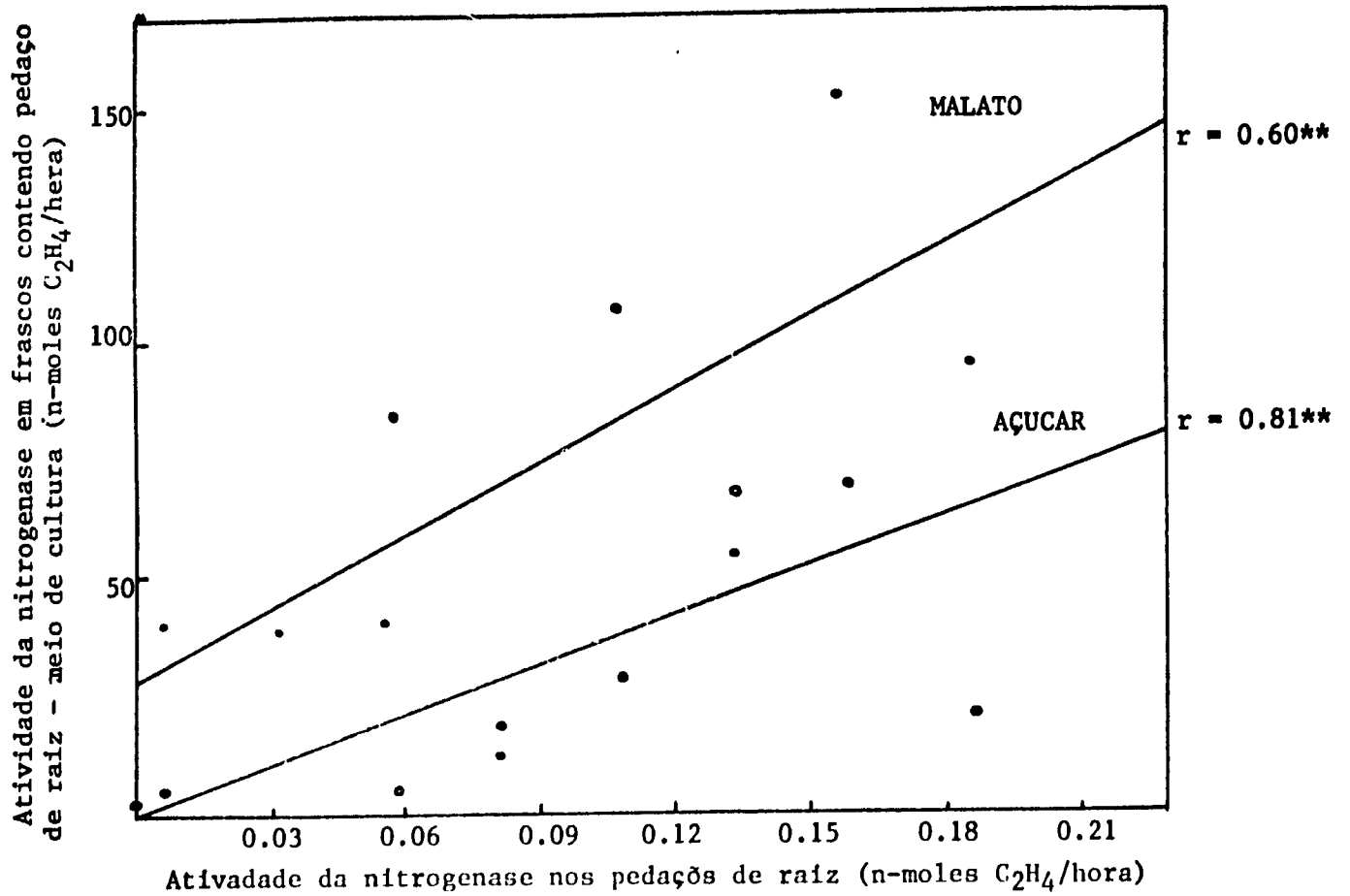


Fig. 7. Correlação da atividade de nitrogenase em pedaços de raízes e culturas de enriquecimento em Paspalum notatum, mostrando as culturas em malato predominância de Spirillum sp. e as com açúcar cristal predominância de Azotobacter paspali.



Fig. 8. Spirillum lipoferus, isolado de raízes de Digitalia decumbens cv transvala (Contraste de fase, objetiva de imersão).

Foi contornada pelo uso de meios semi-sólidos onde a bactéria procura a faixa ideal no gradiente de difusão de  $O_2$  e ali inicia seu desenvolvimento em uma película fina que ao desenvolvimento mais intenso e uso do  $O_2$  move para cima de acordo com as necessidades. Com esta metodologia e ainda reduzindo as concentrações de substratos carbonáceos a níveis baixos e mais semelhantes as encontradas na natureza, foi possível demonstrar uma eficiência de fixação de  $N_2$  semelhante a de bacteroides de Rhizobium nos nódulos que é 5 a 10 vezes maior (Minchin & Pate 1973) que as habitualmente citadas na literatura para bactérias assimbióticas fixadoras de  $N_2$  (Quadro 5). Este aumento na eficiência todavia não foi privativo do Spirillum pois valores semelhantes foram encontrados para Derxia gummosa e quase tão altos para A. paspali e uma série de outros aeróbias (Day & Döbereiner 1974), quando estes foram cultivados, em meios semi-sólidos e com baixas concentrações de substratos.

Não há ainda dados para outras gramíneas que permitam concluir com certeza quais os microorganismos principais responsáveis pela fixação de  $N_2$ , mas num levantamento atualmente em andamento em nosso laboratório foram encontradas várias formas distintas de Spirillum fixadoras de  $N_2$  nas raízes de Pennisetum purpureum, Brachiaria mutica, Melinis minutiflora, Hyparrhenia rufa e mais constantemente Panicum maximum. De raízes de sorgum e crigo cultivados em vasos e que apresentavam atividade de nitrogenase até 50 e 160 n moles  $C_2H_2/h/g$  de raízes secas respectivamente, também foi possível, isolar algumas estirpes de Spirillum com elevada atividade em culturas puras.

#### Discussão

O descobrimento das associações de gramíneas forrageiras tropicais com bacterias fixadoras de  $N_2$  tem seu maior destaque na possibilidade de se selecionar, ao lado das leguminosas, gramíneas fixadoras de  $N_2$  que devido a sua via fotosintética especificamente adaptada ao clima tropical (via de Hatch e Slack (1970) de ácidos dicarboxílicos C 4) tem uma eficiência fotosintética duas vezes maior quando sob temperatura e luminosidade elevadas.

Todavia, a produção de proteínas para a alimentação humana através da transformação em proteínas animais apesar o alimento preferido em países ricos, nos países em desenvolvimento não sempre é viável e as mais diversas possibilidades de se produzir proteínas vegetais de elevada qualidade e aceitáveis como alimento humano estão sendo investigadas por caminhos mais diversos. A produção de leguminosas de grão é uma solução, mas a possibilidade da obtenção de gramíneas de grão que possam cobrir pelo menos parte de suas necessidade de nitrogenio através de fixação biológica, recentemente tem atraído muitos pesquisadores e representa um desafio ao fitotecnista destas espécies.

É importante salientar que as elevadas atividades de nitrogenase encontradas em algumas gramíneas (Quadro 1) são casos isolados, que mostram que é possível de se achar gramíneas que obtem a maior parte de suas necessidades de nitrogenio através da fixação biológica, mas que ocorrem apenas sob condições especificamente favoráveis que ainda não estão bem definidas. Nos ecossistemas tropicais em equilíbrio, raramente o nitrogenio será fator limitante mas sim o fósforo, elementos menores ou fatores climáticos, pois de uma forma ou outra, sempre haverá acréscimo de nitrogenio proveniente da atmosfera, mesmo que lento, enquanto que os outros elementos dependem exclusivamente das

reservas minerais existentes no solo. Nêstes sistemas a seleção natural é a favor de vegetais que possam suprir pequenas quantidades apenas de N que recompensarão pelas perdas. Já na agricultura, vegetais artificialmente selecionados pelo homem e adubados, para que se obtenha elevadas produções requerem quantidades consideráveis de N. Nos trabalhos genéticos e fitotécnicos com leguminosas, já conhecidas como fixadoras de  $N_2$  os objetivos da seleção na maioria dos casos tomam em consideração esta característica. Já nas gramíneas um dos propósitos principais tem sido seleção para elevadas respostas a adubação nitrogenada, e com isto obviamente eliminação sistemática de características possivelmente existentes em formas primitivas, que favoreçam a associação com bactérias e fixação do  $N_2$ .

Trabalhos genéticos que visam a obtenção de gramíneas fixadoras de  $N_2$  portanto parecem mais promissores quanto começados por espécies mais primitivas como por exemplo as gramíneas tropicais ainda pouco melhoradas, o milheto (Pennisetum americanum), talvez o sorgo. Já com milho e mais ainda com as gramíneas graníferas de clima temperado o caminho talvez seja mais longo. De qualquer forma não se deveria esperar solução deste problema dentro de poucos anos, simplesmente através de seleção de estirpes de bactérias e inoculação, como muitas vezes sugerido. Será um trabalho exaustivo e prolongado de equipes multidisciplinares que terão que atacar simultaneamente os problemas básicos de identificação do mecanismo biológico e bioquímico das diversas associações, a identificação dos fatores ambientais limitantes e o melhoramento das espécies mais promissoras em favor das características que favorecem a associação com bactérias fixadoras de  $N_2$  e ainda possibilitam complementação do nitrogênio fixado com adubos minerais, sem impedir a fixação. Além destes trabalhos fitotécnicos, isolamento, identificação, fisiologia, bioquímica e genética das bactérias responsáveis pela fixação de  $N_2$  é pelo menos tão importante.



### Summary

Nitrogen fixation in amounts which can reach one kg N/ha/day was demonstrated in several tropical forage grasses, by the acetylene reduction method. This opens a completely new field of research which may lead to forage and grain crops which can obtain the major part of their necessary nitrogen through biological fixation. More basic studies on the physiology, biology and biochemistry of the grass-bacteria associations are essential to explain the semi-symbiotic mechanism of these systems.

This paper presents preliminary results of field studies which aim to identify the limiting factors and define environmental conditions which can increase grass N<sub>2</sub>-fixation. Soil temperatures below 27° C and minimum night temperatures below 18° C were found to be inhibitive to N<sub>2</sub>-fixation of Digitaria decumbens cv transvala while the critical NH<sub>4</sub><sup>+</sup> value in the soil solution was 200 ppm. Soil humidity affected N<sub>2</sub>-fixation only when it reached the wilting point. PK and minor elements increased N<sub>2</sub>-fixation while ammonium nitrate in high levels was inhibitive. 20 Kg N/ha applied every two weeks during the main growing season however, did not affect it. Plant breeding towards higher N<sub>2</sub>-ase activity seems promising as significant differences between genotypes of Paspalum notatum and Pennisetum purpureum were shown.

In P. notatum nitrogenase activity was directly dependent upon plant photosynthesis. A biphasic diurnal periodicity was observed in this species and in sorghum. Most nitrogenase activity on Digitaria and Paspalum roots was concentrated on specific sites, only 10% of the root pieces being very active. These pieces, in Digitaria decumbens cv transvala contained groups of cortex cells packed with tetrazolium reducing bacteria and it is suggested that at least in this species a primitive intracellular symbiosis exists. Nitrogen fixing bacteria were isolated from such root pieces and identified as Spirillum lipoferum Beijerinck. In the Paspalum association, Azotobacter paspali seems the major responsible for N<sub>2</sub>-fixation. Nitrogen fixing Spirillum forms were also isolated from field grown Panicum maximum, Melinis minutiflora, Brachiaria spp., Hyparrhenia rufa, Pennisetum purpureum, and Sorghum vulgare. Recently also two Spirillum strains were obtained from wheat seedlings grown in pots with nitrogen deficient soil.

Pure cultures of the Spirillum isolated from Digitaria as well as A. paspali can fix N<sub>2</sub> very efficiently (60-100mg N/g carbon source) when grown in semi-solid carbon limiting medium (0.05% substrate), this efficiency coming close to that of Rhizobium bacteroids. The Spirillum is difficult to cultivate on N-free solid media due to its poor oxygen protection mechanism, pO<sub>2</sub> around 0.01 being optimal for N<sub>2</sub>-dependent growth.

### Bibliografia

Angulo, A. F., van Dijk C. and Quispel A. 1973. Symbiotic interaction in non-leguminous root nodules, with special reference to Alder. IBP Conference Nitrogen Fixation and the Biosphere, Edinburgh. (Ed. P. S. Nutman) Vol. 2 in Press, Cambridge University Press. Published 1975.

Balandreau J. and Dommergues Y. 1974. Assaying nitrogenase (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>) activity in the field. Proc. Intern. Symp. IBP, Uppsala, Sweden.

- Balandreau J. P., Rinaudo G., Fares-Hamed I. and Donnergues Y. 1973. In: Nitrogen fixation in the biosphere. Vol. 1 (Ed. W. D. P. Stewart) Cambridge University Press. Published 1975.
- Balandreau J. and Villemin G. 1973. Fixation Biologique de l'azote moleculaire en savane de Lamts (Basse Cote d'Ivoire) resultats preliminaires. Rev. Ecol. Biol. Sol 10, 25-33.
- Becking J. H. 1963. Fixation of molecular nitrogen by an aerobic Vibrio or Spirillum. Antonie van Leeuwenhoek 29, 326.
- Beijerinck M. W. 1925. Uben ein Spirillum, welches frein Stickstoffbinden kann? Zentralbl. Bakteriologie Parasitkde Abt. II 63, 353-359.
- Cocking, E. C. 1975. New approaches in the modification of higher plants to enable them to show nitrogen-fixing activity. Nitrogen fixation in the Biosphere, IBP Synthesis Meeting, Edinburgh. Published 1975.
- Day, J. M., Neves, M. C. P. and Dobereiner, J. 1974. Nitrogen fixation on the roots of tropical forage grasses. Accepted for publication in Soil Biology and Biochemistry.
- Day, J. M. and Dobereiner, J. 1974. Effects of temperature, pH and  $pO_2$  on  $N_2$ -fixation and growth of a Spirillum isolated from Digitaria decumbens roots. Submitted to Journal of General Microbiology.
- Dillworth, M. J. 1966. Acetylene reduction by Nitrogen fixing preparations from Clostridium pasteurianum. Biochim. Biophys. Acta 127, 285-294.
- Dixon, R. A. and Postgate, J. R. 1972. Genetic transfer of nitrogen fixation from Klebsiella pneumoniae to Escherichia coli. Nature 237, 102-103.
- Dobereiner, J. 1961. Nitrogen fixing bacteria of the genus Beijerinckia derse in the rhizosphere of sugar cane. Plant & Soil 14, 211-217.
- Dobereiner, J. 1966. Azotobacter paspali sp. n., uma bacteria fixadora de nitrogenio na rizosfera de Paspalum. Pesq. agropec. bras. I, 357-365.
- Dobereiner, J. 1968. Non-symbiotic nitrogen fixation in tropical soils. Pesq. agropec. bras. 3, 1-6.
- Dobereiner, J. 1970. Further research on Azotobacter paspali and its variety specific occurrence in the rhizosphere of Paspalum notatum. Flugge Zentralbl. Bact. Parasitenk II 124, 224-230.
- Dobereiner, J., Day, J. M. and Dart, P. J. 1972a. Nitrogenase activity and oxygen sensitivity of the Paspalum notatum-Azotobacter paspali association. J. gen. Microbiol. 71, 103-116.
- Dobereiner, J. and Day, J. M. 1973. Dinitrogen fixation in the rhizosphere of tropical grasses. IBP Conference "Nitrogen Fixation and the Biosphere", Edinburgh. (Ed. W. D. P. Stewart) Vol. 1. in Press, Cambridge University Press. Published 1975.

- Dobereiner, J. and Day, J. M. 1974. Associative symbioses in tropical grasses: Characterization of microorganisms and dinitrogen fixing sites. Presented at International Symposium on N<sub>2</sub>-fixation-Interdisciplinary Discussions June 3-7 1974, Washington State University.
- Fay, P. and Kulasooriya S. A. 1972. Tetrazolium reduction and nitrogenase activity in heterocystous blue-green algae. Arch. Mikrobiol. 87, 341-352.
- Hardy, R. W. F., Holsten, R. D., Jackson, E. K. and Burns, R. C. 1968. The acetylene-ethylene assay for N<sub>2</sub>-fixation: Laboratory and field evaluation. Plant Physiol. 43, 1185-1207.
- Hatch, M. D. and Slack, C. R. 1970. Photosynthetic CO<sub>2</sub>-fixation pathways. Annual Review of Plant Physiology 21, 141-162.
- Koch, B. and Evans, H. J. 1966. Reduction of acetylene to ethylene by soybean root nodules. Plant Physiol. 41, 1748-1750.
- Minchin, F. R. and Pate, J. S. 1973. The carbon balance of a legume and the functional economy of its root nodules. J. Exp. Bot. 24, 259-271.
- Neves, M. C. P., Day, J. M., Carreiro, A. M. and Dobereiner, J. 1973. Actividad da nitrogenase na rhizosfera de gramíneas tropicais forrageiras. Global Impacts of Applied Microbiology IV, Sao Paulo, Brazil.
- Raju, P. N., Evans, H. J. and Seidler, R. J. 1972. An asymbiotic nitrogen-fixing bacterium from the root environment of corn. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 69, 3474-3478.
- Rinaudo, G. 1970. Fixation biologique de l'azote dans trois types de sols de rizieres de Cote d'Ivoire. These de Docteur Ingenieur. Faculte des Sciences, Montpellier.
- Rinaudo, G., Balandreau, J. and Dommergues, Y. 1971. Algal and bacterial non-symbiotic nitrogen fixation in paddy soils. In: Nitrogen Fixation in Natural and Agricultural Habitats. Plant and Soil Special Vol. p. 471-479.
- Schollhorn, R. and Burris, R. H. 1967. Acetylene as a competitive inhibitor of N<sub>2</sub>-fixation. Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.A. 58, 213-216.
- Stewart, W. D. P., Fitzgerald, G. P. and Burris, R. H. 1967. In situ studies on N<sub>2</sub>-fixation using the acetylene reduction technique. Proc. Nat. Acad. Sci. Am. 58, 2071-2078.
- Weinhard, P., Balandreau, J., Rinaudo, G. and Dommergues, Y. 1971. Fixation non-symbiotique de l'azote dans la rhizosphere de quelques non legumineuses tropicales. Rev. ecol. biol. sol. 8, 367-373.
- West, S. H. 1970. Biochemical mechanism of photosynthesis and growth depression in *Digitaria decumbens* when exposed to low temperatures. Proceedings 11th International Grasslands Congress Australia, pp. 514-517.
- Yoshida, Y. and Ancajas, R. R. 1971. Nitrogen fixation by bacteria in the root zone of rice. Proceedings of the Soil Science Society of America, 35, 156-157.
- Yoshida, S., Forno, D. A., Cock, J. H. and Gomez, K. A. 1972. Laboratory manual for physiological studies of rice. 2nd edition. The International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines.

**EFFECT OF VARIETY, CULTURAL PRACTICES, AND NITROGEN  
FERTILIZER REGIME ON PROTEIN CONTENT OF WHEAT**

K. D. Wilhelmi  
University of Nebraska, Lincoln  
USA

Varieties of hard red winter wheat with significantly increased genetic potential for high grain protein have been developed in the USDA, ARS, University of Nebraska wheat breeding program. Differential and more complete translocation of nitrogen from the wheat plant to its grain has been suggested as the physiological explanation for the high protein trait. Differential soil nitrogen uptake by varieties has not been demonstrated. Varieties that are more efficient in converting a specified quantity of soil nitrogen to increased grain and protein production are being sought.

Plant nutrient requirements for the wheat crop have been fairly well elucidated by plant scientists working in various parts of the world. Some investigators estimate that each 100 kilograms of wheat grain produced removes two-three kilograms of soil nitrogen. An additional 0.8-1.4 kilograms of nitrogen are required for straw production. Therefore, a 5000 kilogram/hectare wheat crop would require 140-200 kilograms of nitrogen. With this quantity of nitrogen required for wheat production and with fertilizer shortages in some parts of the world, it becomes more important that wheat breeders continue their search for more efficient wheat varieties. Some wheat varieties have been selected that are more efficient in grain protein production in one or more of the following ways:

- Translocate a higher percentage of their foliage nitrogen to the grain.
- Require less nitrogen per unit of grain protein produced.
- Produce high grain yields per unit area with the same or slightly lower grain protein, but with high total grain protein production per unit area.

The experimental results discussed today relate to research conducted at the University of Nebraska studying the influence of nitrogen fertilization on inherently low and high protein Nebraska winter wheats. The primary objectives of this research were:

- To establish whether wheat varieties differ in soil nitrogen absorption capability and efficiency of nitrogen translocation from foliage to grain.
- To measure grain yield and protein production of varieties differing in genetic potential for high grain protein at different nitrogen levels and dates of application.
- To determine the seasonal relationship of nitrate reductase activity to time and amount of nitrogen applied to selected varieties during the growing season.

A two-year field experiment has been completed at the Clay Center, Nebraska experiment station. The experiments were conducted during the 1972-73 (1973 crop year) and 1973-74 (1974 crop year) growing seasons on crete silt loam type soil. The organic matter content of the top 30 cm. of soil was 3.18 and 2.26 percent for the two seasons, respectively. The wheat was planted in late September to early October and harvested in July. The previous crop rotation for the 1973 experiment was brome grass followed by barley. Brome grass

followed by wheat and fallow were the previous cultures for the 1974 experiment. Soil samples taken from a depth of 150 cm. contained 157 and 94 kilograms per hectare of available nitrate nitrogen for the 1973 and 1974 growing seasons, respectively. Total precipitation for the Clay Center Meteorological Station is given below in mm. by months and totals for both growing seasons:

Year*	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
1972-73	167	60	51	28	79	35
1973-74	147	27	301	98	52	94
75 year Average	68	75	59	31	23	18

Year*	Jan.	Feb.	March	April	May	June	Total
1972-73	23	13	170	77	117	34	854
1973-74	10	1	14	98	85	54	981
75 year Average	16	21	33	57	92	101	594

The total precipitation for the 1972-73 and 1973-74 growing seasons was 44 and 65 percent more than the 75 year average.

\*Source: Climatological Data  
U.S. Department of Commerce  
National Oceanic and Atmospheric Administration  
Environmental Data Service

The experiment was conducted as a split-split-plot design with the whole plots arranged in a randomized complete block. Dates of nitrogen application were randomly assigned to whole plots within each replication. Rates of nitrogen application were randomly assigned to sub-plots within a whole plot of each replication. Varieties were assigned at random to sub-sub plots within sub-plots of each replication. The following levels of each factor were used:

<u>Varieties</u>	<u>Rates of Nitrogen Application (Kg/Ha)</u>
Lancer	0
Nebraska Restorer 3547	40
NE701132	80
	120

Dates of Nitrogen Application  
Early Spring - Tillering Stage  
Mid-season - Jointing Stage  
Late Season - Flowering Stage

The pedigrees of the three varieties used are given below:

<u>Variety</u>	<u>Pedigree</u>
NE701132	Atlas 66/Comanche//Lancer
Lancer	Turkey/Cheyenne//Hope/2* Cheyenne
Nebraska Restorer 3547	T. timopheevi/3/2* Hussar/Hard Federation/4/Comet/2/Hard Federation /5/Nebred

Nitrogen was applied in the form of ammonium nitrate ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ). Supplemental sprinkler irrigation was used to insure nitrogen movement into the soil profile.

Nitrogen concentration and total dry matter production of the foliage and heads were monitored weekly from inflorescence through harvest. A single 2.44 meter row was harvested, weighed and sub-sampled for laboratory analyses of total dry weight and Kjeldahl nitrogen.

In vivo nitrate reductase activity was measured on three excised, uppermost leaves from each experimental unit from tillering to harvest. Following harvest soil samples were taken from each experimental unit down to a depth of 150 cm. for nitrate nitrogen  $\text{NO}_3\text{-N}$  determination.

Agronomic and quality data were collected on several variables, but only a few of the more pertinent ones are discussed herein. A complete statistical analysis has been made for each trait with partial analyses of variance and correlation coefficients given for most of them later in the discussion.

The means of various agronomic and quality characteristics for each variety are given in Table 1. These means have been computed by averaged over replications, dates and rates of nitrogen application for both 1972-73 and 1973-74 growing season. Significant differences for planned comparisons of paired means were tested using the least significant difference (LSD) test criterion.

The variety NE701132, an inherently high grain protein variety, was the highest in production of total dry matter and total protein production per unit area. During the 1973 season this variety was slightly higher than the Nebraska Restorer 3547 variety in percent nitrogen remaining in the straw at harvest but somewhat less in percent protein in the grain. Residual soil nitrate following harvest was highest for NE701132 in both years, although not significantly so in 1973. The overall grain protein percentages for NE701132 were 16.5 and 16.0 in 1973 and 1974, respectively.

The variety Nebraska Restorer 3547, which had relatively high grain protein percentages in both years, yielded slightly less total protein production per unit area than the variety Lancer in both years. However, the Restorer variety did give superior grain protein production in both years even though they had the same grain yield in 1974. The overall grain protein percentages for this variety were 17.8 in 1973 and 15.9 in 1974. Residual soil nitrate following harvest was intermediate between Lancer and NE701132.

The variety Lancer, which is commonly thought to possess normal grain protein variety under Nebraska conditions, was lower in grain protein production than the other two varieties in both years. However, its total protein production was slightly higher than the Nebraska Restorer 3547 variety, but less than NE701132. The variety Lancer apparently lacks the ability to translocate a high percentage of its foliar nitrogen to the grain. Nitrogen determinations at harvest showed that Lancer had a higher percentage of nitrogen remaining in the straw than either of the other varieties in both years. However, soil nitrogen absorption did not appear to be limiting since residual nitrate ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) supplies were less for Lancer than the other varieties in both years.

Table 2 gives the means of various agronomic and quality characteristics for date of nitrogen application. The means were obtained by averaging over replications, varieties and rates of nitrogen application. There was a slight positive advantage for some of the traits studied from nitrogen application at the tillering stage in 1973. Later nitrogen application at the jointing stage was the most favorable in 1974. The date of nitrogen application was not an important factor overall in these experiments due to the high residual nitrate levels in the soil.

TABLE 1. MEANS OF VARIOUS AGRONOMIC AND QUALITY CHARACTERISTICS AVERAGED OVER REPLICATIONS, RATES AND DATES OF NITROGEN APPLICATION (N=18), 1973-74.

VARIETY	TOTAL DRY MATTER YIELD (G/M <sup>2</sup> )		GRAIN YIELD (G/M <sup>2</sup> )		STRAW YIELD (G/M <sup>2</sup> )		NITROGEN IN STRAW (%)		PROTEIN IN GRAIN (%)	
	1973	1974	1973	1974	1973	1974	1973	1974	1973	1974
LANCER	906 <sup>B</sup>	956 <sup>B</sup>	289 <sup>B</sup>	268 <sup>B</sup>	616 <sup>B</sup>	688 <sup>C</sup>	0.82 <sup>A</sup>	0.93 <sup>A</sup>	15.0 <sup>C</sup>	14.1 <sup>B</sup>
NEBRASKA RESTORER 3547	817 <sup>C</sup>	988 <sup>B</sup>	246 <sup>C</sup>	268 <sup>B</sup>	571 <sup>C</sup>	721 <sup>B</sup>	0.71 <sup>B</sup>	0.73 <sup>B</sup>	17.8 <sup>A</sup>	15.9 <sup>A</sup>
NE701132	963 <sup>A</sup>	1083 <sup>A</sup>	318 <sup>A</sup>	329 <sup>A</sup>	644 <sup>A</sup>	753 <sup>A</sup>	0.72 <sup>B</sup>	0.65 <sup>C</sup>	16.5 <sup>B</sup>	16.0 <sup>A</sup>
LSD (.05)	22	34	7	12	18	25	0.03	0.04	0.18	0.13
LSD (.01)	29	45	10	16	24	33	0.04	0.05	0.24	0.17

A, B, C -- significant at the .05 level only.

VARIETY	STRAW PROTEIN PRODUCTION (KG/HA)		GRAIN PROTEIN PRODUCTION (KG/HA)		TOTAL PROTEIN PRODUCTION (KG/HA)		RESIDUAL NITRATE IN PROFILE (KG/HA)	
	1973	1974	1973	1974	1973	1974	1973	1974
LANCER	293 <sup>A</sup>	368 <sup>A</sup>	434 <sup>B</sup>	380 <sup>C</sup>	727 <sup>B</sup>	747 <sup>B</sup>	107	105 <sup>B</sup>
NEBRASKA RESTORER 3547	235 <sup>C</sup>	305 <sup>B</sup>	438 <sup>B</sup>	427 <sup>B</sup>	673 <sup>C</sup>	732 <sup>B</sup>	113	127 <sup>A</sup>
NE701132	271 <sup>B</sup>	283 <sup>C</sup>	524 <sup>A</sup>	528 <sup>A</sup>	796 <sup>A</sup>	811 <sup>A</sup>	119	137 <sup>A</sup>
LSD (.05)	14	20	13	19	19	32	14	17
LSD (.01)	18	27	17	25	25	43	18	22

A, B, C -- significant at the .05 level only.

TABLE 2. MEANS OF VARIOUS AGRONOMIC AND GRAIN QUALITY CHARACTERISTICS AVERAGED OVER REPLICATIONS.  
RATES OF NITROGEN APPLICATION AND VARIETIES (N=48), 1973-74

DATE OF NITROGEN APPLICATION	TOTAL DRY MATTER YIELD (G/M <sup>2</sup> )		GRAIN YIELD (G/M <sup>2</sup> )		STRAW YIELD (G/M <sup>2</sup> )		NITROGEN IN STRAW (%)		PROTEIN IN GRAIN (%)	
	1973	1974	1973	1974	1973	1974	1973	1974	1973	1974
TILLERING	916	976 <sup>B</sup>	282	278 <sup>B</sup>	634 <sup>A</sup>	698 <sup>B</sup>	0.79 <sup>A</sup>	0.79	16.7 <sup>A</sup>	15.4 <sup>A</sup>
JOINTING	890	1048 <sup>A</sup>	287	295 <sup>A</sup>	602 <sup>AB</sup>	753 <sup>A</sup>	0.77 <sup>A</sup>	0.78	16.5 <sup>B</sup>	15.4 <sup>A</sup>
FLOWERING	880	1004 <sup>B</sup>	284	293 <sup>A</sup>	596 <sup>B</sup>	711 <sup>B</sup>	0.70 <sup>B</sup>	0.74	16.1 <sup>C</sup>	15.3 <sup>B</sup>
LSD (.05)	69	42	12	15	38	33	0.03	0.08	0.07	0.05
LSD (.01)	104	64	16	20	52	45	0.05	0.12	0.10	0.06

DATE OF NITROGEN APPLICATION	STRAW PROTEIN PRODUCTION (KG/HA)		GRAIN PROTEIN PRODUCTION (KG/HA)		TOTAL PROTEIN PRODUCTION (KG/HA)		RESIDUAL NITRATE IN PROFILE (KG/HA)	
	1973	1974	1973	1974	1973	1974	1973	1974
TILLERING	289 <sup>A</sup>	316 <sup>AB</sup>	468	429 <sup>B</sup>	757 <sup>A</sup>	745	91 <sup>B</sup>	105
JOINTING	269 <sup>A</sup>	337 <sup>B</sup>	472	454 <sup>A</sup>	741 <sup>AB</sup>	792	120 <sup>AB</sup>	125
FLOWERING	241 <sup>B</sup>	301 <sup>A</sup>	456	451 <sup>AB</sup>	698 <sup>B</sup>	752	128 <sup>A</sup>	137
LSD (.05)	23	27	21	25	51	48	34	51
LSD (.01)	34	37	29	33	77	73	52	48

A, B, C -- significant at the .05 level only.



TABLE 3. MEANS OF VARIOUS AGRONOMIC AND QUALITY CHARACTERISTICS AVERAGED OVER REPLICATIONS, DATES OF NITROGEN APPLICATION AND VARIETIES (N=36), 1973-74.

RATE OF NITROGEN (KG/HA)	TOTAL DRY MATTER YIELD (G/M <sup>2</sup> )		GRAIN YIELD (G/M <sup>2</sup> )		STRAW YIELD (G/M <sup>2</sup> )		NITROGEN IN STRAW (%)		PROTEIN IN GRAIN (%)	
	1973	1974	1973	1974	1973	1974	1973	1974	1973	1974
	0	845 <sup>B</sup>	996	272 <sup>C</sup>	292	574 <sup>B</sup>	703 <sup>B</sup>	0.73	0.74	16.0 <sup>B</sup>
40	890 <sup>AB</sup>	1009	282 <sup>BC</sup>	287	609 <sup>AB</sup>	721 <sup>AB</sup>	0.78	0.77	16.6 <sup>A</sup>	15.4 <sup>A</sup>
80	917 <sup>A</sup>	1001	291 <sup>AB</sup>	286	626 <sup>A</sup>	715 <sup>AB</sup>	0.74	0.78	16.6 <sup>A</sup>	15.4 <sup>A</sup>
120	928 <sup>A</sup>	1030	294 <sup>A</sup>	288	634 <sup>A</sup>	742 <sup>A</sup>	0.76	0.79	16.5 <sup>A</sup>	15.6 <sup>A</sup>
LSD (.05)	47	44	12	15	38	33	0.07	0.05	0.43	0.22
LSD (.01)	63	60	16	20	51	45	0.09	0.07	0.59	0.30

RATE OF NITROGEN (KG/HA)	STRAW PROTEIN PRODUCTION (KG/HA)		GRAIN PROTEIN PRODUCTION (KG/HA)		TOTAL PROTEIN PRODUCTION (KG/HA)		RESIDUAL NITRATE IN PROFILE (KG/HA)	
	1973	1974	1973	1974	1973	1974	1973	1974
0	243 <sup>B</sup>	297 <sup>B</sup>	433 <sup>B</sup>	440	677 <sup>B</sup>	737 <sup>B</sup>	69 <sup>D</sup>	54 <sup>D</sup>
40	274 <sup>AB</sup>	319 <sup>AB</sup>	465 <sup>A</sup>	443	739 <sup>A</sup>	762 <sup>AB</sup>	99 <sup>C</sup>	99 <sup>C</sup>
80	268 <sup>AB</sup>	321 <sup>AB</sup>	480 <sup>A</sup>	442	749 <sup>A</sup>	763 <sup>AB</sup>	127 <sup>B</sup>	141 <sup>B</sup>
120	280 <sup>A</sup>	336 <sup>A</sup>	482 <sup>A</sup>	454	762 <sup>A</sup>	789 <sup>A</sup>	158 <sup>A</sup>	198 <sup>A</sup>
LSD (.05)	35	27	21	24	51	40	23	26
LSD (.01)	47	37	29	33	77	53	31	35

A, B, C, D -- Significant at the .05 level only.

Table 3 gives the means of various agronomic and quality characteristics for the rate of nitrogen application. Means were obtained by averaging over replications, varieties and dates of nitrogen application. Except for grain yield in 1974, there only was a small positive response to increased nitrogen rates for all the other traits. However, the quantity of residual nitrogen in the soil also increased with increasing nitrogen rates. Apparently soil nitrogen reserves at planting were sufficiently high to negate large nitrogen responses.

Mean squares from the analysis of variance for some of the traits studied are given in Table 4. Significant differences among varieties were obtained for all traits in both years except residual nitrate in 1973. Fewer significant differences were found for dates and rates of nitrogen application as was observed from the overall means. These differences could have been masked due to relatively high quantities of soil nitrate nitrogen in the soil profile at planting time in both years.

Correlation coefficients for various agronomic and quality characteristics are given in Tables 5-6. These correlations must be viewed in light of the fact that they represent all levels of all factors in the experiment. Individual variety correlations to rates and dates of nitrogen application could give somewhat a different picture. Most of the correlations appear normal, but probably the most interesting is the insignificant correlation between percent straw nitrogen and grain yield in 1973 and a significantly negative correlation for the same two traits in 1974.

Once nitrate is absorbed by the wheat plant it must be reduced to the ammoniacal form prior to incorporation into amino acids for protein synthesis. The first enzyme in the nitrate assimilatory pathway, nitrate reductase, is a substrate inducible enzyme and the rate limiting step in the reduction of nitrate to ammonia.

The seasonal pattern of nitrate reductase activity (N.R.A.) was studied utilizing in *in vivo* method developed by Dr. Lowell Klepper in 1968. Table 7 gives the means for N.R.A. of each variety averaged over replications and rates of nitrogen application. In addition the means over all varieties are given. Some interesting but rather inconsistent patterns were observed among the varieties for N.R.A. between the two growing seasons.

In 1973 the variety Nebraska Restorer 3547 showed the highest N.R.A. for the first five sampling weeks. The sixth week Lancer showed the greatest enzyme activity. As the season progressed the variety NE701132 had the top activity level of N.R.A. This pattern continued two sampling periods plus a final one in which no N.R.A. whatsoever could be detected for the other two varieties. Their leaves were essentially dead while those of NE701132 were still functional.

In 1974 Lancer had the highest N.R.A. at each sampling date. The variety NE701132 was higher than the Nebraska Restorer variety at every sampling date except one, the second. Moreover, on the last sampling date the variety NE701132 was the only one with detectable N.R.A. which also happened in 1973. The variety Nebraska Restorer 3547 was lowest at every sampling date except the second throughout the season.

TABLE 4. MEAN SQUARES FROM THE ANALYSIS OF VARIANCE FOR VARIOUS AGRONOMIC AND GRAIN QUALITY CHARACTERISTICS (N=144), 1973-1974.

SOURCE OF VARIATION	TOTAL DRY MATTER YIELD		GRAIN YIELD		NITROGEN IN STRAW	
	1973	1974	1973	1974	1973	1974
Blocks	33733.19	96989.15	2624.04	8882.82	0.0167	0.0849
Dates	16291.21	63370.29*	369.46	4240.34*	0.0974**	0.0405
Error (A)	18854.03	7043.59	1438.56	544.83	0.0048	0.0292
Rates	48719.70**	8616.94	3739.69**	246.18	0.0172	0.0196
Dates x Rates	4298.88	4918.38	431.19	1368.98	0.0188	0.0162
Error (B)	9303.45	8403.33	626.96	950.20	0.0206	0.0100
Varieties	259989.10**	209180.39**	62410.84**	60529.18**	0.1759**	0.9787**
Dates x Varieties	890.84	7145.70	123.56	720.99	0.0038	0.0227*
Rates x Varieties	84272.79	12003.05	455.33	443.59	0.0074	0.0140
Dates x Rates						
x Varieties	653.99	4628.13	135.65	427.21	0.0062	0.0106
Error (C)	2926.91	6876.35	308.90	846.55	0.0056	0.0085

SOURCE OF VARIATION	PROTEIN IN GRAIN		TOTAL PROTEIN		RESIDUAL NITRATE	
	1973	1974	1973	1974	1973	1974
Blocks	1.61	1.73	38959.91	140949.82	3294.41	20047.35
Dates	3.74**	0.09	45753.22* <sup>1</sup>	30881.55* <sup>1</sup>	16926.92	13249.53
Error (A)	0.28	0.20	10434.51	9305.81	4744.49	10643.68
Rates	2.43*	2.42**	52377.87*	15987.47* <sup>1</sup>	54906.82**	137717.35**
Dates x Rates	0.27	0.22	5620.05	6234.44	8109.85**	4047.55
Error (B)	0.81	0.22	10851.12	7023.02	2281.46	2944.54
Varieties	90.26**	53.23**	181300.17**	83912.62**	1941.50	5885.06*
Dates x Varieties	0.15	0.13	2302.02	10271.43	682.65	2309.26
Rates x Varieties	0.09	0.21* <sup>1</sup>	5142.69*	14533.29*	515.23	704.31
Dates x Rates x Varieties	0.25	0.08	1576.41	4560.86	906.22	5707.28**
Error (C)	0.19	0.10	2213.64	6355.64	1153.15	1715.69

\*<sup>1</sup> Significant at less than .10 level.

\* Significant at the .05 level.

\*\* Significant at the .01 level.

TABLE 5. CORRELATION COEFFICIENTS FOR VARIOUS AGRONOMIC AND QUALITY CHARACTERISTICS (N=144), 1973

CHARACTERISTIC	TOTAL YIELD	GRAIN YIELD	STRAW YIELD	TEST WEIGHT	1000 KERNEL WEIGHT	STRAW NITROGEN	(%) PROTEIN	STRAW PROTEIN PRODUCTION	GRAIN PROTEIN PRODUCTION	TOTAL PROTEIN PRODUCTION
Grain Yield	.85**									
Straw Yield	.96**	.68**								
Test Weight	.47**	.69**	.30**							
1000 Kernel Weight	.24**	.48**	.09	.45**						
(%) Straw Nitrogen	.24**	.09	.28**	.06	-.41					
(%) Protein	-.18*	-.35**	-.07	-.76**	-.13	.68**				
Straw Protein Production	.67**	.42**	.72**	.19*	-.24**	.86**	-.15*1			
Grain Protein Production	.77**	.83**	.66**	.26**	.42**	.01	.24	.35**		
Total Protein Production	.88**	.77**	.84**	.30**	.11	.51	.06	.81**	.83**	
Residual Soil Nitrate	.15*1	.17*	.13	.06	.06	-.10	.08	-.01	.23	.14*1

\*1 Significant at the .10 level or less.

\* Significant at the .05 level.

\*\* Significant at the .01 level.

TABLE 6. CORRELATION COEFFICIENTS FOR VARIOUS AGRONOMIC AND QUALITY CHARACTERISTICS (N=144), 1974

CHARACTERISTIC	TOTAL YIELD	GRAIN YIELD	STRAW YIELD	TEST WEIGHT	1000 KERNEL WEIGHT	STRAW NITROGEN	(%) PROTEIN	STRAW PROTEIN PRODUCTION	GRAIN PROTEIN PRODUCTION	TOTAL PROTEIN PRODUCTION
Grain Yield	.85**									
Straw Yield	.95**	.67**								
Test Weight	.41**	.62**	.25**							
1000 Kernel Weight	.45**	.58**	.33**	.77**						
(%) Straw Nitrogen	-.16*	-.32**	-.05	-.38**	-.55**					
(%) Protein	.43**	.38**	.40**	.20*	.52**	-.49**				
Straw Protein Production	.31**	.02	.43**	-.23**	-.34**	.87**	-.25**			
Grain Protein Production	.84**	.95**	.68**	.58**	.65**	-.43**	-.65**	-.06		
Total Protein Production	.86**	.74**	.82**	.28	.26**	.28**	.32**	.64**	.72**	
Residual Soil Nitrate	.21**	.06	.27**	-.06	-.05	.26**	.16*	.37**	.10	.33**

\* Significant at the .05 level.

\*\* Significant at the .01 level.

TABLE 7. DATE OF LEAF SAMPLING FOR NITRATE REDUCTASE ACTIVITY, STAGE OF WHEAT DEVELOPMENT ON THAT SAMPLING DATE AND NITRATE REDUCTASE ACTIVITY MEASURED AS  $\mu$ MOLES  $\text{NO}_3^-$  REDUCED /gfw/hr AVERAGED OVER REPLICATIONS AND NITROGEN RATES WHEN NITROGEN WAS APPLIED AT THE TILLERING STATE (N=16)

DATE OF SAMPLING 1973	MAY 3	MAY 10	MAY 17	MAY 25	MAY 31	JUNE 7	JUNE 14	JUNE 21	JUNE 28
STAGE OF WHEAT DEVELOPMENT	MID-TILLERING	LATE TILLERING	2ND NODE	3-4 NODES	FLAG LEAF	FLOWERING	SEEDS 3/4 FULL	MILK STAGE OF SEEDS	LATE MILK TO DOUGH
Lancer	18.2	13.8	11.8	7.6	8.5	11.2	6.2	8.0	3.6
Nebraska Restorer 3547	20.1	16.1	12.3	8.3	9.7	11.0	4.0	6.1	2.3
NE701132	17.1	12.9	10.8	7.5	8.4	10.4	5.6	8.2	5.0
Means	18.5	14.3	11.6	7.8	8.9	10.9	5.3	7.4	3.6

DATE OF SAMPLING 1974	MAY 1	MAY 9	MAY 16	MAY 22	MAY 29	JUNE 6	JUNE 13
STAGE OF WHEAT DEVELOPMENT	LATE TILLERING	3-4 NODES	FLAG LEAF	FLOWERING	SEEDS 3/4 FULL	MILK STAGE	DOUGH STAGE
Lancer	20.02	13.31	12.08	15.98	7.02	6.79	No Activity
Nebraska Restorer 3547	13.71	11.65	9.48	10.68	4.19	3.06	No Activity
NE701132	15.86	11.17	10.77	12.72	6.77	6.63	Activity
Means	16.53	12.04	10.78	13.13	5.99	5.49	

The production of high protein grain wheats apparently requires a threshold level of nitrate reductase activity. However, the data in Tables 1 and 8 indicate that limitations on the process of proteolysis are also important factors regulating protein formation in the grain. Examination of the 1973 data indicates that the variety Lancer had a higher foliage nitrogen percentage on each sampling date with a correspondingly lower head nitrogen percentage than did the other varieties. The varieties, NE701132 and Nebraska Restorer 3547, were relatively similar in percent foliar nitrogen and also in their ability to translocate nitrogen to the heads.

The variety NE701132 is intriguing in that its N.R.A. values were not high relative to the Nebraska Restorer variety in 1973 and Lancer in 1974. However, this variety has the ability to maintain green, actively growing leaves longer than the other varieties during the seed filling and maturation stages. Moreover, NE701132 has larger and thicker leaves (greater weight) than other varieties tested, especially the flag and second uppermost leaf. In addition, NE701132 translocates a high percentage of its foliage nitrogen to the grain. These may be possible physiological and morphological explanations why NE701132 produces large, heavy seeds along with relatively high grain and protein production per unit area.

TABLE 8. AVERAGE PERCENT NITROGEN OF FOLIAGE AND HEADS ON VARIOUS SAMPLING DATES FOR THREE VARIETIES (N=16), 1973.

VARIETY	MAY 31 (BOOT STAGE)	JUNE 8 (FLOWER- ING)	JUNE 15 (SEEDS 3/4 FULL)	JUNE 27 (MILK STAGE)	JUNE 29 (DOUGH STAGE)	JULY 6 (SEEDS FIRM)
<u>Lancer</u>						
Foliage	2.4948	1.989	1.684	1.341	1.096	0.843
Heads	--	2.096	1.944	1.843	2.003	2.145
<u>Nebraska Restorer 3547</u>						
Foliage	2.420	1.835	1.502	1.275	0.963	0.723
Heads	--	2.152	1.994	2.073	2.250	2.443
<u>NE701132</u>						
Foliage	2.338	1.893	1.601	0.931	0.931	0.733
Heads	--	2.049	1.911	2.162	2.162	2.311

THE INTERNATIONAL WINTER WHEAT  
PERFORMANCE NURSERY IN LATIN AMERICA COUNTRIES

J. W. Schmidt, J. E. Stroikey and V. A. Johnson  
University of Nebraska, and ARS, USDA, Lincoln, Nebraska

U. S. A.

Information on the adaptation and performance of winter wheat varieties over large geographical areas is sparse. Need for such information became critical to the wheat nutritional research program conducted by the Nebraska Agricultural Experiment Station and the Agricultural Research Service, U. S. Department of Agriculture, under a contract with the Agency for International Development, U.S. Department of State. Wheats from the world wheat collection were being screened for protein and lysine content and useful sources identified, but there was little information regarding widely adapted varieties that might serve as recipients for such useful germplasm.

In consultation with the International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT), in Mexico, D. F., and the Food and Agriculture Organization, United Nations, plans were drawn in 1967-68 for an international winter wheat performance nursery similar to the spring wheat nurseries already in use by CIMMYT.

The purpose of this nursery was:

1. To identify superior, widely adapted varieties that could serve as recipient varieties for the transfer of genes for improved nutritional value.
2. To test the stability of genes for improved protein content.
3. To serve as a vehicle for providing cooperators germplasm for improved nutrition, high yield, lodging resistance, disease resistance, etc.

Seed of the first nursery was sent out in mid-1968 to 23 locations in 16 countries. Latin American sites were Bordenave and Pergamino, Argentina and Temuco, Chile. Today the IWWPN nursery is grown at 57 sites in 35 countries, and includes every major winter wheat producing country except China and it is being given consideration there. It is managed by J. E. Stroikey of the Nebraska group. Current Latin American sites are Pelotas, Brazil; Balcarce and Bordenave, Argentina; and Temuco, Chile. A test planting is currently being grown in Paraguay.

Additional nurseries have been and are being grown (Table 1). Preliminary screening nurseries have been grown when the number of candidate varieties was high. One such nursery is currently growing at Temuco, Chile.

The first group of lines from the high protein and/or high lysine breeding program was sent recently to 25 sites in 21 countries. A second nursery, a special seeding rate study, has been grown at a limited number of locations to determine appropriate seeding rates for the IWWPN.

An operation like the IWWPN must of necessity be conducted on a rather rigid schedule basis (Table 2). This is the schedule that Dr. Stroikey attempts to maintain. Please note that those dates marked with an asterisk are of special concern for us here today. In March seed of the same nursery that had been sent



TABLE 1

NURSERIES

<u>INCREASE</u>	- ARIZONA AND NEBRASKA
<u>BREEDING</u>	- ARIZONA AND NEBRASKA
<u>HIGH PROTEIN AND/OR HIGH LYSINE</u>	- 25 SITES -- 21 COUNTRIES -- EVALUATION OF PRODUCTIVITY AND GRAIN QUALITY OF SELECTED LINES.
<u>IWPN</u>	- 57 SITES -- 35 COUNTRIES -- EVALUATION OF CULTIVAR PRODUCTIVITY AND ADAPTATION.
<u>SPECIAL SEEDING RATE STUDY</u>	- TO MEASURE CULTIVAR PRODUCTIVITY IN A RANGE OF SEEDING RATES AND ENVIRONMENTS.

TABLE 2

INTERNATIONAL NURSERY SCHEDULE

JANUARY	- DISTRIBUTE PRELIMINARY REPORT OF PREVIOUS YEAR. - DETERMINE NURSERY ENTRIES, PREPARE 25,000 SEED PACKETS FOR SHIPMENT.
MARCH	- *SHIP SEED TO SOUTHERN HEMISPHERE OF PREVIOUS YEAR, - PREPARE FIELDBOOKS, ETC., FOR NEXT IWPN.
APRIL	- *COMPLETE ANALYSIS AND PUBLISH IWPN REPORT.
MAY	- HARVEST ARIZONA NURSERY MATERIAL, SHIP TO NEBRASKA.
JUNE	- VISIT IWPN AND RELATED NURSERIES (NORTHERN HEMISPHERE).
JULY	- HARVEST NEBRASKA NURSERY, SHIP SEED FOR PLANTING TO NORTHERN HEMISPHERE COOPERATORS.
AUGUST	- *PROCESS INCREASED SEED FOR PACKAGING AND PLANTING.
SEPTEMBER	- *ANALYZE SEED IN QUALITY LAB AS IT ARRIVES IN NEBRASKA.
OCTOBER	- PLANT NEBRASKA NURSERY. - PREPARE TO PLANT ARIZONA NURSERY.
NOVEMBER	- *SEED TO ARIZONA FOR QUARANTINE INCREASE AND BREEDING PURPOSES.
DECEMBER	- VISIT IWPN AND RELATED NURSERIES (SOUTHERN HEMISPHERE). - DEADLINE TO RECEIVE FIELD DATA FOR PRELIMINARY REPORT.

\*OF SOUTH AMERICAN CONCERN

to northern hemisphere cooperators in the previous July is sent to the Latin American cooperators. By April, we would like to have had all data analyzed and ready for publication. It has been difficult to get southern hemisphere data early enough to be included.

The southern hemisphere nurseries are prepared in July at the same time that all nurseries are packaged but are then placed in cold storage until March. The November date is important to all cooperators for we must have seed of candidate varieties by then for seeding increase in Arizona. The preliminary nursery report has not included southern hemisphere data because it is impossible to get such data by December.

Later in the conference we may want to look at this schedule again as it pertains to our cooperators in Latin America.

### IWWPN Northern Hemisphere Results

Since winter wheat acreage is predominantly in the northern hemisphere, the majority of the IWWPN locations are in that area. Also, most of the active winter wheat breeding programs are in that same region. Consequently, the varieties in the nursery until now have been largely from these programs, but these may or may not fit the winter regions of the southern hemisphere. However, a brief review of the performance of some of the better entries should be of interest.

One of the purposes of the IWWPN was to identify widely adapted varieties (Table 3). Two such varieties identified early in the testing and that have maintained excellent performance are Bezostaya 1 from the USSR and Blueboy from the USA. These along with Lerma Rojo 64, a spring wheat, and Atlas 66 have been retained as check varieties -- the last one as a protein content check entry. Other varieties with good general adaptation were identified.

In 1971 a new group of varieties entered the nursery. Three of the new entries with considerable promise are Sava from Yugoslavia, Centurk from the USA, and Probstdorfer Extrem from Austria. Dacia from Romania performed well in 1972. Thus the nursery has effectively identified varieties with not only broad adaptation but with other valuable characteristics as well. The top varieties have usually been those that had considerable lodging resistance along with yielding ability.

A second objective of the IWWPN was to determine the stability of genes for high protein content. In these data from 1969 and 1970, the varieties with elevated grain protein content maintained that superiority over lower protein varieties at comparable yield levels (Table 4).

Furthermore, this superiority continued whether the environment favored high average, medium, or low average grain protein content (Table 5). Data collected since 1970 indicate similar trends. Thus the effectiveness of genes for higher grain protein content has been well established.

So far we have looked mostly at northern hemisphere data. Now, how do these same varieties behave in the southern hemisphere locations? Comparative data for the 5th IWWPN (1972-1973) are available for Bordenave and Temuco, along with a 32-location average of the northern hemisphere nurseries (Table 6). Here it is much more difficult to find varieties that will perform equally well in both hemispheres. Blueboy continues to perform very well in highly diverse situations;

Table 3. Summary of average yields in quintals per hectare for leading varieties grown in the IWWP, 1969 - 1972

(Northern Hemisphere)								
No. of Sites	1969 <sup>1</sup>		1970		1971		1972	
	16		32		28		38	
Variety	Mean Rank		Mean Rank		Mean Rank		Mean Rank	
Bezostaya 1	45.2	1	39.9	1	39.8	3	42.6	1
Blueboy	43.5	2	29.2	19 <sup>2</sup>	40.5	2	40.4	6
Atlas 66	33.4	22	28.0	23	33.0	21	32.6	20
San Pastore	41.1	3	27.6	24	36.0	14		
Sturdy	40.5	4	33.0	8	35.2	18		
Timwin	39.9	5	36.9	2	39.0	4		
Parker	39.8	6	34.6	5	34.2	20		
Fertodi 293	39.3	7	32.9	10	34.8	19		
Scout 66	38.4	9	35.4	4	35.3	17		
Yorkstar	35.8	18	32.0	12	38.4	6		
Heine VII	36.8	14	30.8	17	35.7	16		
Sava					41.5	1	41.9	2
Centurk					38.9	5	39.6	8
Probstdorfer Extrem					37.8	7	40.6	4
Strampelli					37.3	11	31.2	24
Rousalka							38.9	10
Dacia							41.8	3
MEAN	36.2		30.9		35.0		35.5	

1 Includes Southern Hemisphere Sites

2 Poor stands resulted from poor seed germination.

Table 4. Average grain yield and protein content of comparably yielding varieties grown in an International Winter Wheat Performance Nursery in 1969 and 1970.

Variety	2-Year Average	
	Yield	Protein content (%)
Atlas 66		18.4
Atlas 66 x Comanche		16.8
Triumph 64		15.2
Winalta		14.2
Gaines		13.4
Yorkstar		12.8

**Table 5.** Phenotypic expression of the high protein trait at sites of the International Winter Wheat Performance Nursery in 1970 at which the general protein level among varieties was high (Stillwater, Oklahoma), intermediate (Martonvasar, Hungary), and low (Cambridge, England).

Variety	Grain protein content (%) at:		
	Stillwater Oklahoma	Martonvasar Hungary	Cambridge England
$\bar{x}$ protein content (%) of nursery	17.8	15.8	12.5
Bezostaya 1	16.5	14.3	12.3
Lancer	16.2	14.6	12.1
Yorkstar	16.0	13.7	11.2
Gaines	16.5	14.1	10.6
NB67730	20.9	18.4	14.2
Atlas 66	20.6	19.4	13.5
Purdue 28-2-1	20.8	20.3	13.7
Nursery $\bar{x}$ yield (q/ha)	25.4	32.7	31.7

**Table 6.** Average Yields in Quintals Per Hectare  
for Varieties Grown  
in the 5th IWPN, 1972 - 73

Variety	Northern Hemisphere <sup>1</sup> (32 Loc's,)		Bordenave, Argentina		Temuco, Chile	
	MEAN	RANK	MEAN	RANK	MEAN	RANK
Sava	43.8	1	20.0	25 <sup>2</sup>	13.5	23
Rousalka	41.2	2	12.8	26 <sup>2</sup>	16.6	20
Zlatna Dolina	40.7	3	31.2	11	7.8	27
Centurk	39.9	4	32.8	9	15.7	21
Backa	39.8	5	29.9	15	15.5	22
Dacia	38.9	6	43.9	3	43.7	12
Blueboy	38.7	7	48.2	1	56.0	5
Bezostaya 1	38.5	8	27.5	17	36.9	15
Probstdorfer						
Extrem	37.6	9	36.3	6 <sup>2</sup>	39.2	14
Strampelli	37.1	10	5.6	30 <sup>2</sup>	11.4	25
Marimp 3	37.0	11	30.1	13	5.1	29
Maris Nimrod	36.9	12	30.0	14	64.9	2
Moldova	36.9	13	10.7	27 <sup>2</sup>	20.4	19
NE701132	36.3	14	31.8	10	35.2	16
Tamwheat 102	35.2	15	33.7	8	5.5	28
Victor 1	34.1	16	20.9	24 <sup>2</sup>	3.8	30
Caribo	33.6	17	31.2	12	68.0	1
Atlas 66	33.4	18	21.3	23	23.0	18
Zenith	33.0	19	34.0	7	45.3	10
Clarion	32.9	20	26.1	19	53.0	6
Hokuei	32.5	21	36.3	5	25.1	17
C.I.15074	32.3	22	26.2	18	12.7	24
Lilifen	31.2	23	39.1	4	50.2	8
Carifen 12	30.8	24	45.9	2	59.4	4
Diplomat	28.6	25	24.1	21	61.3	3
Kirac 66	27.8	26	28.5	16	40.9	13
Vakka	27.2	27	25.6	20	44.0	11
Lerma Roja 64	25.9	28	6.9	29 <sup>2</sup>	8.3	26
Jyva	25.5	29	23.3	22	45.5	9
Starke	23.2	30	5.6	30 <sup>2</sup>	51.2	7
MEAN	34.3		27.4		32.6	

1 Data from Preliminary Report of 5th IWPN, 1973

2 Heavy Frost Damage

others such as Bezostaya 1, Dacia, Probstdorfer Extrem, Maris Nimrod, were above average; lastly some varieties such as Carifen 12 and Lilifen were highly specific for the South American locations, and some of the top varieties from the northern hemisphere performed rather poorly in Argentina and Chile. This poses the question whether the same nursery should be grown in both hemispheres or whether regional nurseries without world-wide uniform entries might be more useful. This should be discussed further at the conference discussion session.

Taking a closer look at individual-year data from three South American sites (Table 7), we find highly variable year-to-year and country-to-country varietal performance, with but few consistencies. Blueboy again stands out. Above-average performances are shown by Bezostaya 1 and Centurk; complete reversals are shown for Heine VII, Strampelli, and a few others. Why the erratic story?

Environmental hazards for winter wheat production in the northern hemisphere are fairly consistent as we look over the data and read cooperator reports. Winter-killing, contrary to most expectations, usually occurs only in a few locations such as Lincoln, Nebraska; Svalof, Sweden; and Jokioinen, Finland. Diseases usually are not major factors in varietal performance although stripe rust is of consequence in a few locations. The two major factors are lodging and maturity. What about the southern hemisphere locations? According to cooperator reports, quite a range of hazards are affecting yields with frost damage, leaf rust, and stripe rust as major factors (Table 8). Failure to vernalize and frost damage are the primary causes for the complete yield reversals we see in previous tables. These have not been of significance in northern hemisphere tests. This again suggests that some consideration should be given to making up a nursery with materials more useful to southern hemisphere locations, and not necessarily uniform with the northern hemisphere group. Outstanding performers from each could then be entered in the other nursery.

This brings us to a discussion of candidate varieties for the IWVPN. At the moment, about one-half of the entries, outside of the check varieties, are dropped from the nursery each year. This is a fairly rapid turnover but it does allow for an orderly observation of considerable material. At the same time, this calls for a new group of candidate varieties every year. Sixteen candidate varieties are now available from which possibly 13 will be chosen for the next nursery (Eighth IWVPN 1975-76) (Table 9).

This list includes one South American variety, Bordenave Puan, from Argentina. Previous South American varieties have been Lilifen, Carifen 12, and Likafen, all from Chile. Additional candidate varieties are needed now. They must be in Lincoln by October 1st for seeding in the winter nursery in Arizona.

What are we looking for in candidate varieties?

1. New commercial varieties or promising experimentals with:
  - a. acceptable winterhardiness;
  - b. high yield potential;
  - c. desirable combination of plant height and straw strength;
  - d. disease resistance;
  - e. desirable protein quality and quantity.
2. Germplasm especially valuable in breeding programs.

Table 7.

Summary of Mean Yields for Leading Varieties Grown in the IWPN from  
1969 Through 1973 in South America

Variety	Bordenave, Argentina								Temuco, Chile				Pelotas, Brazil					
	<u>1969</u>		<u>1971</u>		<u>1972</u>		<u>1973</u>		<u>1969</u>		<u>1971</u>		<u>1973</u>		<u>1971</u>		<u>1972</u>	
	q/ha	Rank	q/ha	Rank	q/ha	Rank	q/ha	Rank	q/ha	Rank	q/ha	Rank	q/ha	Rank	q/ha	Rank	q/ha	Rank
Blueboy		1	23.6	12	23.9	7	48.2	1	27.8	4	46.4	3	56.0	5	15.2	12	2.5	9
Bezo- staya 1	24.2	7	24.3	9	18.1	15	27.5	17	22.1	9	42.2	5	36.9	15	13.0	15	1.7	11
Atlas 66	20.4	12	15.5	20	17.7	17	21.3	23	23.3	6	24.8	12	23.0	18	12.0	17	7.4	4
Lerma Rojo 64	15.0	20	19.4	16	17.9	16	6.9	29	12.3	22	12.9	18	8.3	26	18.7	6	0	--
Triumph 64	25.2	3	26.3	6					8.4	25	2.5	29			14.4	14		
Parker	26.7	2	21.9	13					19.3	11	5.5	24			12.4			
Fertodi 293	20.8	11	14.1	23					31.7	2	37.3	7			6.7	20		
Heine VII	5.0	28	15.3	21					0	28	54.2	1			1.0	26		
Stram- pelli			32.4	1	37.5	1	5.6	30			15.3	16	11.4	25	23.2	1	11.1	2
Sava			30.4	2	23.8	8	20.0	25			9.2	20	13.5	23	16.0	10	5.0	7
Centurk			27.2	4	24.4	6	32.8	9			14.3	17	15.7	21	16.3	9	18.4	1
Stark			0.6	30	1.2	30	8.6	28			42.5	4	51.1	7	0		0	
Rousalka					33.0	2	12.8	26					16.6	20			8.1	5
Victor I					29.5	3	20.9	24					3.8	30			0.2	13
Carifen 12					10.4	21	45.9	2					59.4	4			0	-
Caribo					5.2	25	31.2	12					68.0	1			0	-
Maris Nimrod					4.4	26	30.1	13					64.9	2			0	-
Nursery Mean	17.9		18.8		16.3		27.4		18.0		21.1		32.6		12.9		5.7	

Table 8. Hazards Affecting Yields in Southern Hemisphere International Winter Wheat Performance Nurseries, 1969-1973

Location and Year	**Major Hazard *Moderate Hazard					
	Failure to Vernalize	Frost	Excess Moisture	Leaf Rust	Stripe Rust	Septoria
<b>Pelotas, Brazil</b>						
1970	**		*	**		
1971	*	**		*		*
1972			**	*		**
<b>Bordenave, Argentina</b>						
1969	*	**				
1970		**		*	*	*
1971				**	**	
1972		**		*	*	
1973		*		**	**	
<b>Temuco, Chile</b>						
1969	*		*			
1970			*		**	
1971					**	
1972			**			
1973			*		*	

Data also influenced to a lesser degree by drouth and high temperatures at grain filling and by other diseases.





If you have a variety you would like to have considered for the nursery, here is what we need from you:

1 kg clean seed;  
Variety name and pedigree;  
Description, including special merits

In summary, we believe that the IWVPN nursery has been an important vehicle in identifying winter wheat varieties with broad adaptation useful to many breeders. It has fostered an exchange of materials and ideas among winter wheat breeders all over the world. It has established that elevated levels of grain protein content are stable over a wide range of environments. We believe that it can be improved and we hope to get suggestions from you in the planning session of this conference.



## INFORMACIÓN SOBRE EL ENSAYO INTERNACIONAL DE TRIGOS DE INVIERNO CONDUCTIDO EN ARGENTINA

Ernesto F. Godoy - Coordinador Programa Trigo  
Santiago Garbini - Est. Exp. de Bordenave  
Héctor Conta - Est. Exp. de Pergamino  
Roberto Bedogni - Est. Exp. de Balcarce

### Argentina

Este ensayo de trigos de invierno organizado por el Dpto. de Agricultura de la Universidad de Nebraska, tiene por finalidad probar la adaptación de variedades bajo diferentes latitudes y duración del día, condiciones de fertilidad, manejo del agua y complejos de enfermedades, e identificar variedades de invierno de tipo superior portadoras de genes acondicionadores de alto contenido de proteína de alta calidad, es decir, con elevado contenido de lisina y probar a la vez la estabilidad de estos caracteres en distintos ambientes.

La Argentina colabora en la conducción de este ensayo programado por la Universidad de Nebraska desde 1968.

En nuestra región triguera las condiciones de clima son en general muy benignas, con inviernos sin nevadas aunque con heladas de 10 a 15° bajo cero sobre la superficie del suelo de frecuencia variable en algunas zonas.

Dentro de esta región las épocas de siembra, en general, van desde las otoñales de abril para pastoreo, hasta agosto, es decir, que se dispone de un amplio período de siembra de 5 meses, en otoño e invierno.

En el país, las condiciones ecológicas de esta extensa región triguera, permite la siembra de trigos de distinto ciclo, adaptándose mejor a las condiciones del sur las siembras tempranas de variedades de ciclo intermedio a largo, mientras para la zona norte se adecuan mejor las de ciclo corto para siembras tardías.

En general debe aclararse que la elección del ciclo de la variedad a sembrarse y la oportunidad de la siembra, está muy ligada al manejo del suelo y rotación de cultivos.

Para poner en mejores condiciones ecológicas este ensayo en un principio se eligieron para su siembra las Est. Exp. de Pergamino y Bordenave. Pergamino está ubicada a 33°58' de latitud sur y 60°35' de longitud oeste con un clima templado suave, suelo franco-arcilloso y precipitaciones medias anuales de alrededor de 950 mm.

La Estación Experimental de Bordenave, ubicada a 37°50' de latitud sur y 63°01' de longitud oeste, tiene inviernos más rigurosos, suelo arenoso y un ambiente general más seco con precipitaciones medias de 600 mm anuales.

La Est. Exp. de Balcarce substituyó a la de Pergamino en la condición de este ensayo por su mejor ubicación. Balcarce está ubicada a 37°45' de latitud sur e 58°14' de longitud oeste, con clima templado y primaveras e veranos más frescos que Pergamino. La lluvia media anual promedia 800 mm.

El ensayo se sembró en Pergamino los años 1968 y 1969; en Balcarce desde 1970 a 1974 y en Bordenave desde 1968 a 1974.

Los resultados de estos años de ensayo han sido incluidos en los informes de la Universidad de Nebraska.

En las Estaciones Experimentales de Balcarce y Bordenave, cuando el ensayo se siembra en el mes de Mayo, todas las variedades incluídas cumplen su ciclo vegetativo. Esto indica que dichas estaciones son las más adecuadas para continuar colaborando en la conducción del Ensayo Internacional de Trigos de Invierno en la Argentina.

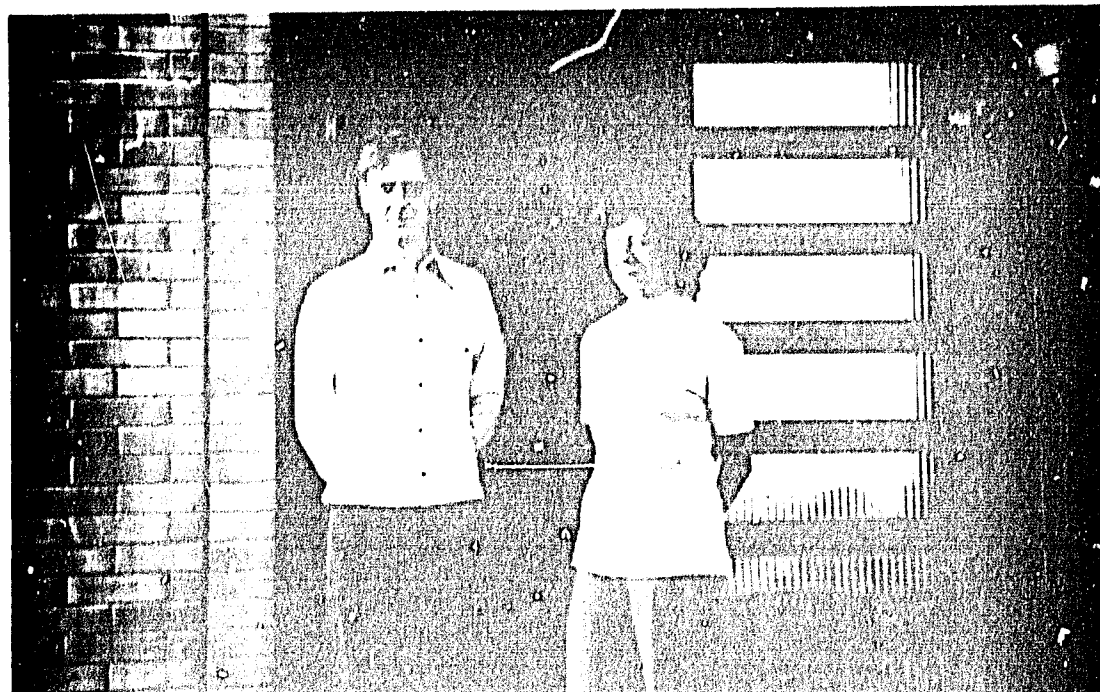
Al informar anualmente los resultados de los ensayos se ha registrado la adaptación de las distintas variedades, su ciclo y sanidad.

En términos generales deben destacarse algunas variedades por su alto rendimiento. Por ejemplo en Balcarce en 1973 Liliifen y Carifen rindieron más de 4.000 kg/ha, y Atlas 66 se destacó por su tolerancia a Septoria tritici.

En Bordenave se han destacado por su capacidad productiva Blueboy, Lilifen, Carifen, Dacia y Centurk. En materia de sanidad se ha visto tanto en Bordenave como en Balcarce la extrema susceptibilidad de los trigos CI.15074, Golden Valley y Tamwheat 102 a Puccinia striiformis y la de los trigos Diplomat, Maris Nimrod, Jyva, Starke y Kiraz 66 a Puccinia recondita.

Otra observación general que surge de estos ensayos en nuestro medio es la variabilidad del peso hectolítrico en relación al ciclo. Los trigos de ciclo muy largo maduran precipitadamente arrebatándose la semilla.

Debe señalarse que las Est. Exp. de Pergamino, Balcarce y Bordenave han efectuado cruzamientos aprovechando aquellas variedades destacadas por su rendimiento ciclo y sanidad. Atlas 66 ha sido muy usado en este sentido debido a su alto tenor proteico y a la estabilidad de este carácter en distintos medios ecológicos. También han sido usadas en cruzamientos las variedades Blueboy, Sturdy, Bezostaja y algunas otras que demostraron buen comportamiento en nuestro medio.



O ENSAIO INTERNACIONAL DE TRIGOS DE INVERNO NO  
BRASIL, 1970 a 1973

Milton Alberico Bianchi Rocha(1)  
Universidade Federal de Pelotas

Na 1.<sup>a</sup> Conferência Internacional de Trigos de Inverno, realizada em Ankara, Turquia, de 5 a 9 de junho de 1972, sob os auspícios do Governo da Turquia, da USAID e da Universidade de Nebraska, tivemos oportunidade de relatar (1) as razões que nos levaram a participar como cooperadores do Ensaio Internacional de Trigos de Inverno e os primeiros resultados obtidos.

Tendo em vista o fato de que a maioria dos participantes nesta Reunião Latino-americana de Trigo sabe que o Brasil somente cultivava trigos de primavera ou, no máximo, alguns tipos intermediários na região fronteira como o Uruguai (o cultivar Klein Impacto como exemplo), a idéia de testar trigos de inverno poderia parecer muito estranha para muitos.

A idéia que moveu ao Dr. A. M. Schlehber e a nós foi a de que os trigos de inverno poderiam ser úteis para resolver um problema muito específico de uma região bastante restrita. Visávamos tentar obter material genético que pudesse ser útil num programa de cruzamentos destinado a obter cultivares adaptados a uma exploração dupla : pastoreio e produção de grãos, a exemplo do que ocorre na zona de trigos de inverno do meio-oeste americano.

A região fronteira com o Uruguai, tradicionalmente voltada à pecuária, sofre de grande carência de pastos naturais durante os meses de julho, agosto e início de setembro devido ao grande número de geadas que ali ocorrerem e que secam os pastos nativos na sua maioria. Esta mesma região na qual se localiza a estação experimental de Bagé, onde o saudoso Dr. Ivar Beckman criou Frontana e inúmeras outras variedades, foi, no início da triticultura do Brasil, uma de suas áreas mais significativas. Posteriormente, com a criação de variedades sempre mais precoces, adaptadas ao sistema de rotação intensiva trigo-soja no planalto do noroeste do Rio Grande do Sul, os plantios de trigo deveriam, afim de não sofrerem em demasia com as geadas na floração, ser feitos a partir de fins de junho e julho. Neste período, no entanto, os solos negros, muito argilosos, desta região, tornam-se extremamente difíceis de serem trabalhados devido ao encharcamento que sofrem com as chuvas e os plantios quase sempre sofrem grandes atrasos que oneram muito os custos da exploração. Devido à colheita, nesta região normalmente em Dezembro, não é possível uma utilização econômica da rotação intensiva trigossoja. Estes fatores foram somando-se e a região foi decrescendo suas áreas utilizadas para a lavoura de trigo.

Ocorreu-nos, então, que, se pudessemos contar com cultivadores que possuíssem um ciclo muito longo e hábito de crescimento invernal, o seu plantio poderia ser feito em maio, quando as condições de solo normalmente são boas, e, como somente iriam encanar em fins de setembro, poderiam perfeitamente ser

(1) - Rocha, M.A.B. e A. M. Schlehber - Some problems of wheat production in Brazil and the role the International Winter Wheat Performance Nursery may play in their solution. In Proceeding of the First International Winter Wheat Conference. Ankara, Turkey, June 5-9, 1972. University of Nebraska Press.

pastoreados no período crítico de falta de pastagens e ainda seriam capazes de produzir uma colheita suficiente para pagar os custos totais da lavoura. Caso isso pudesse ocorrer, aquela região, com um potencial de 300 a 500 mil hectares (entre os paralelos 32 S e 31 S), poderia voltar a ser uma grande produtora de trigo e contribuir para diminuir as necessidades nacionais de importação ao mesmo tempo que aumentaria os lucros dos pecuaristas, cujos gados não mais sofreriam fome e consequente perda de peso no inverno.

A primeira experiência, com o plantio do Segundo Ensaio Internacional de Trigos de Inverno, foi feita com um plantio excessivamente atrasado para o que pretendíamos (foi plantado em 15 de julho) devido primeiro a uma forte seca em maio e, depois, a chuvas excessivas, quase ininterruptas. Com aquele plantio tardio e um forte ataque de ferrugem da folha em princípios de setembro, quando os cultivares ainda se encontravam no estado de perfilhamento, julgamos que o ensaio estaria perdido e praticamente o abandonamos. No entanto, em dezembro, verificamos que algumas variedades espigaram normalmente e, apesar das péssimas condições, ainda produziram razoavelmente. Isto forneceu-nos a primeira boa evidência de que os trigos de inverno poderiam ser cultivados na região e que a ideia original tinha bom andamento. Além do mais, alguns cultivares que haviam produzido razoável quantidade de grãos naquele plantio tardio eram originários de regiões exigentes em elevada resistência ao frio: Scout Gage, Bezostaya, IB 67730, Benhur e Arthur. Isso indicou-nos que algumas variedades resistentes ao frio não eram, necessariamente, muito exigentes em frio.

O Terceiro Ensaio Internacional de Trigo foi plantado em boas condições em 22 de maio de 1971 (os resultados já estão publicados) e usamos para comparação duas variedades locais: uma precoce, IAS 52, muito alta, que sofreu muito com acamamento, porém escapou dos danos das geadas tardias que ocorreram e prejudicaram a outra testemunha: Buck Manantial, uma variedade tardia importada da Argentina. IAS 52 rendeu 1910 kg/ha e Buck Manantial 1240 kg/ha. Os mais produtivos foram: Strampelli (2330 kg/ha), San Pastore (2160 kg/ha), Benhur (2040 kg/ha), Timwin (1960 kg/ha) e Arthur (1900 kg/ha), Centurk (IB 66425) produziu 1635 kg/ha e Blueboy 1528 kg/ha.

O Quarto Ensaio Internacional de Trigo foi plantado em duas épocas: 30 de abril e 8 de junho de 1972. Como o ano de 1972 foi, talvez, o pior ano da história da triticultura brasileira e a 1ª época de plantio sofreu muito mais de que a segunda época, resolvemos considerar apenas a 2ª época. A testemunha Buck Manantial produziu apenas 774 kg/ha, sofrendo com 'brown-necrosis' nas espigas, além de Septoria nodorum que ocorreu com bastante intensidade em todo o campo experimental. Os cultivares mais produtivos foram: Centurk (1845 kg/ha), Strampelli (1119 kg/ha) e Roussalka (816 kg/ha), Blueboy produziu apenas 256 kg/ha.

O Quinto Ensaio Internacional de Trigo foi plantado em 2 de julho de 1973, sofreu muito inicialmente com o excesso de chuvas e foram usadas quatro testemunhas: Cinquentenário (uma variedade tardia criada em Veranópolis, Rio Grande do Sul, sem exigência em frio, apenas exigente em reação fotoperiódica), que produziu 2046 kg/ha; Buck Manantial (1892 kg/ha), Arthur (1319 kg/ha) e Benhur (1393 kg/ha). Estas duas variedades foram colocadas como testemunhas devido ao seu bom comportamento em anos anteriores. O plantio tardio, no entanto, prejudicou as variedades típicas de inverno e favoreceu aos locais. O melhor rendimento foi, no entanto, de Blueboy

(2175 kg/ha), devendo-se ressaltar ainda os bons rendimentos de NE 701132 (1949 kg/ha) e de Centuck (1936 kg/ha), confirmando a menor exigência em frio destas três variedades. Blueboy foi favorecido neste ano com relação aos anos anteriores pela baixa incidência de ferrugem do colmo, à qual é extremamente suscetível. Strampelli produziu 1689 kg/ha, mostrando-se suscetível a uma doença não identificada que atacou a base das espiguetas.

Todos estes anos confirmam as boas possibilidades das idéias iniciais. A grande suscetibilidade e algumas doenças, particularmente Puccinia graminis tritici e às septoriosas, da maioria dos cultivares, é um dos grandes problemas. No entanto, a maior inadaptação de muitos cultivares do ensaio parece ser devida, principalmente, às suas exigências de fotoperíodos muito longos. Cremos que poderia ser planejado um ensaio menor, depois de passar por um ensaio preliminar, para regiões de menores latitudes.

O Sexto Ensaio Internacional de Trigos de Inverno foi plantado neste ano em 16 de junho na fazenda do autor, já descrita anteriormente (1), localizada em solos negros a 31 42' S de latitude, longitude de 53 40' W, altitude de 200 metros, que receberá com muita satisfação todos os interessados em visitá-lo.



LA I.W.W.P.N. Y 2A I.W.W. PRELIM N EN CHILE

I. Ramírez, J. Acevedo, L. Aguayo  
Instituto de Investigaciones Agropecuarias  
Chile

En Chile los trigos de invierno se cultivan entre los paralelos 36 y 43 de latitud Sur, aunque la principal zona se circunscribe entre los paralelos 37 y 40 Sur. En esta región la precipitación media anual varía desde 1.200 mm. en el límite Norte hasta 1.400 mm. y más en el Sur. Los tipos predominantes de suelo son de origen volcánico, "trumaos y rojo-arcillosos", derivados de cenizas volcánicas. Los elementos nutritivos limitantes son fósforo y nitrógeno, observándose deficiencias de potasio y azufre en algunos casos.

La temperatura media anual fluctúa entre 12 y 14° C. En esta región muy raras veces cae nieve, excepto en las primeras elevaciones de la Cordillera de Los Andes, sobre 1.000 m. de altura. Por consiguiente, los trigos invernales no necesitan aquí tener resistencia al frío. No se observan daños por frío invernal, aunque ocurren algunas heladas que causan descalce de las raíces en invierno.

La mayoría de los trigos invernales cultivados en Chile han sido introducidos del Norte y Centro-Norte de Europa. Han demostrado poseer excelente adaptación, alto potencial de rendimiento, y niveles adecuados de resistencia a Puccinia striiformis West, principal patógeno que ocurre en forma endémica en la región. Es así como hoy día se cultivan comercialmente variedades introducidas desde Francia, Bélgica, Alemania y Holanda: Cappelle Desprez, Vilmorin 29, Etoile de Choisy, Hesbignon, Heines VI, Manella. Además, variedades creadas en el país originadas en cruces con progenitores europeos, como Lilifén (Nord Desprez x W.W.-Lee/Fn), Melifén (Heine IV x Vg 8881), e Intermedio (Heine Peko x Ministré).

Mayores antecedentes sobre esta materia y los problemas en mejoramiento de trigos de invierno en Chile han sido publicados anteriormente.

El Ensayo Internacional de Trigos de Invierno

En la zona Sur del país, la I.W.W.P.N. ha sido sembrada en la Estación Experimental Carillanca, Temuco, desde 1968. Posteriormente, con semilla cosechada en esa Estación, se ha sembrado desde 1970 en la Estación Experimental Quilamapu, Chillán, en la zona Centro-Sur. Solamente la 4a. I.W.W.P.N. no pudo ser sembrada en 1972.

La 2a. y 3a. I.W.W. Preliminar N. fue sembrada en las dos Estaciones Experimentales mencionadas en 1973 y 1974 respectivamente. Con el objeto de investigar el comportamiento de este material invernal frente a la roya de la caña (Puccinia graminis f. sp. tritici, Ericks y Henn) se ha comenzado a sembrar en la presente temporada en la Estación Experimental La Platina de la zona Centro-Norte, región en que el citado patógeno es endémico.

En un Informe anterior (i) Acevedo et al presentaron datos sobre un período de 3 años de la I.W.W.P.N. en Temuco, concluyendo que esta localidad permitía una buena selección de trigos con alto potencial de rendimiento y resistencia a polvillo estriado, resistencia a tendidura y de floración relativamente tardía. Un estudio de correlaciones confirmó que P. striiformis West. era el principal factor limitante en la expresión varietal de rendimiento y la altura de planta adulta lo era en la expresión de susceptibilidad a la tendidura.



Los resultados de la 5a. I.W.W.P.N. confirman, en general, los resultados señalados anteriormente. Las variedades de origen europeo con características similares a las mencionadas se destacan en este ensayo, tanto en Carillanca como en Quilamapu. (Cuadro 1). De las 10 variedades con más alto rendimiento, 7 son de origen europeo occidental, 2 de Chile y 1 de U.S.A. Esta última (Blueboy) ha estado todas las temporadas entre las 5 variedades más rendidoras en Carillanca y en dos temporadas en Chillán. Asimismo, las variedades Caribe, Carifén 12, Maris Nimrod y Diplomat demostraron poseer alto rendimiento y adaptación en ambas localidades.

Una comparación de los datos en el Cuadro 1 parece indicar que aunque los grupos de variedades con mayor rendimiento son muy semejantes, el orden de rendimiento (ranking) es diferente. De la misma manera, (Cuadros 2 y 3) se observen diferencias en reacción a P. striiformis para una misma variedad entre Chillán y Temuco. Si estas tendencias se repiten en la temporada 1974, confirmarán la conveniencia de emplear ambas localidades para una evaluación más a fondo del material en estudio.

En la 5a. I.W.W.P.N. los más altos rendimientos se obtuvieron con Caribe y Maris Nimrod en Temuco y Carifén 12 y Roussalka en Chillán. En el mismo ensayo, las variedades con mejor resistencia a P. striiformis fueron, en Temuco, Vakka, Clarion, Roussalka, Dacia, Kirac 66 y los testigos locales Manella y Melifén. No se obtuvieron notas sobre esta roya en Chillán.

En la Tabla 1 se presenta parte de la información sobre la 2a. I.W.W. Preliminary Nursery obtenida en Chillán y Temuco durante 1973.

En la expresión de altura de planta adulta, ambas localidades son similares. En cuanto a P. striiformis se observan nuevamente diferencias en la reacción de una misma variedad comparando ambas localidades. Las variedades más resistentes fueron Kavkaz, Sort 315-16, Blueboy II, TR535, y los cultivares finlandeses Jo-03045 y Jo 03021. Las variedades cultivadas localmente, Manella y Melifén, fueron también inmunes a P. striiformis en ambos lugares.

En la Tabla 1 se incluye una estimación preliminar de rendimiento como información complementaria y, naturalmente, sin valor estadístico.

El comportamiento de las variedades de la 2a. I.W.W. Preliminary Nursery apoya algunos antecedentes analizados anteriormente. Nuestras observaciones indican que en nuestras condiciones las variedades de Alemania, Holanda y Finlandia, por ejemplo, son de período vegetativo más largo, similares al testigo local Melifén. Las variedades del Sur de Europa (Italia, Yugoslavia), Europa Oriental, Asia, U.S.A. y Australia aparecen como demasiado precoces para el Sur de Chile, con algunas excepciones.

El programa cooperativo internacional constituido por la I.W.W.P.N. tiene un alto valor para Chile como país participante. Permite a nuestros fitomejoradores disponer de germoplasma e información que sería muy difícil conseguir mediante esfuerzos aislados, de largo plazo y elevado costo. A la vez, procura la posibilidad de probar nuestro material en una diversidad de medios ambientes, estableciendo un mecanismo eficaz de selección de los diferentes caracteres que interesan a los mejoradores.

La determinación de nuevos genes de alta proteína y aminoácidos esenciales, como

resultado del Programa de Nebraska, y su inclusión y distribución en la I.W.W. P.N. y países colaboradores, representan contribuciones muy importantes a los programas nacionales en lo referente a mejoramiento de la calidad nutricional del germoplasma local.

#### Bibliografía

1. Acevedo A. I., Ramírez A. I., Barnier R., 1972. Winter Wheat improvement in Chile and Report on the International Winter Wheat Performance Nursery. In: Proceedings International Wheat Conference, Ankara, Turkey, June 1972. p. 279 - 288
2. Schenkel, G., Baherle, P., Floody, T., Garjardo, M. 1971. Exploración de deficiencias nutritivas en macetas. IV. Macronutrientes, prov. de Malleco, Agricultura Técnica 31 (3) : 129 - 135.
3. Schenkel, G., Baherle, P., Floody, T., Garjardo, M., 1971. Exploración de deficiencias nutritivas con suelos en macetas. VI, Macronutrientes, prov de Cautín, Agricultura Técnica 31 (4) : 160 - 181.



CUADRO 1 : Variedades de más alto rendimiento en la 2ª, 3ª, y 5ª IWWPN sembradas en dos localidades, CHILE 1970, 1971 y 1973.-

Variedad	País de origen	Temuco qqm/ha	Variedad	Chillan qqm/ha
<u>1970</u>			<u>1971</u>	
Heine VII	W. Germany	61.0	Gaines	48.2
Blueboy	USA-NC	57.9	Feliz	46.3
Bezostaja	USSR	51.9	Blueboy	45.5
Atlas 66	USA-NC	48.8	Fertodi 293	43.4
Felix	Netherlands	43.3	C. Desprez	40.3
Odin	Sweden	46.2	Sturdy	39.2
Fertodi 293	Hungary	45.7	Heines VII	38.9
Gaines	USA-WA	38.3	Scout 66	37.9
Lancer	USA-NE	38.1	Bezostaja	37.4
C. Desprez	France	37.8	Winalta	36.4
<u>1971</u>			<u>1972</u>	
Heine VII		54.2	Felix	46.3
Felix		50.3	Blueboy	45.5
Blueboy		46.4	Fertodi 293	43.4
Starke	Sweden	42.5	C. Desprez	40.3
Bezostaja 1	USSR	42.2	Sturdy	39.2
Vakka	Finland	40.4	Heine VII	38.7
Fertodi 293		37.3	Scout 66	37.9
Winter triticales	Canada	33.0	Bezostaja 1	37.4
Probstdorfer Ex.	Austria	30.2	Atlas 66	28.7
Backa	Yugoeslavia	29.0	Yorkstar	28.0
<u>1973</u>			<u>1973</u>	
Caribo	W. Germany	68.1	Carifen 12	54.1
M. Nimrod	England	65.0	Roussalka	52.6
Diplomat	W. Germany	61.3	Caribo	51.7
Carifen 12	Chile	59.4	M Nimrod	50.2
Blueboy		56.1	Diplomat	48.0
Clarion	Netherlands	53.1	Clarion	47.2
Starke		51.6	Zenith	40.8
Lilifén	Chile	50.2	Probstdorfer Ex.	39.9
Jiva	Finland	45.6	Starke	39.1
Zenith	Switzerland	45.3	Dacia	38.7

CUADRO 2 :

Características agronómicas y resistencia al Polvillo estriado (*Puccinia striiformis*, West) de las variedades de más alto rendimiento en la 2a, 3a, y 5a. IWWPN sembradas en Temuco Chile.

Variedad	País de origen	Floración días desde el 1 de Enero	Altura	Tendadura %	P.striiformis	
2a. IWWPN 1970	1 Heine VII	W. Germany	347	110	63	0
	2 Blue boy	USA-NC	340	108	30	10MS
	3 Bezostaja	USSR	325	105	45	40MS
	4 Atlas 66 U	USA-NC	340	141	58	60MS
	5 Felix	Netherlands	347	109	13	5MS
	6 Odin	Sweden	351	139	20	0
	7 Fertodi 293	Hungary	340	131	83	1R
	8 Caines	USA-WA	340	90	10	70MS
	9 Lancer	USA-NE	336	135	80	20MS
	10 Cappelle Deprez	France	344	109	40	50MS
3a. IWWPN 1971	1 Heine VII	W. Germany	333	116	20	1R
	2 Felix	Netherlands	336	116	10	5MS
	3 Blue boy	USA-NC	319	112	20	1MR
	4 Starke	Sweden	339	119	10	10MS
	5 Bezostaja I	USSR	319	108	40	30MS
	6 Vakka	Finland	335	128	60	0
	7 Fertodi 293	Hungary	325	142	50	1MR
	8 Winter Triticale	Canada	325	156	70	1MR
	9 Probstdosfer Ex.	Austria	329	124	40	30MS
	10 Backa	Yugoeslavia	311	98	20	70S
5a. IWWPN 1973	1 Caribo	W. Germany	338	120	20	30MS
	2 Maris Nimrod	England	337	125	25	40MS
	3 Diplomat	W. Germany	338	135	1	10MR
	4 Carifen 12	Chile	337	100	10	40MS
	5 Blue boy	USA	326	120	20	70MS
	6 Clarien	Netherlands	338	115	5	0
	7 Starke	Sweden	343	140	35	30MS
	8 Lilifen	Chile	329	120	0	30MS
	9 Jyva	Finland	339	135	1	60MS
	10 Zenith	Switzerland	338	120	25	50MS

CUADRO 3. - Reacción a P. striiformis de 26 variedades de la IWVPN en dos localidades, Temuco y Chillán, CHILE.

Variedad	<u>P. striiformis</u> <u>1/</u>	
	Temuco	Chillán
Odin	0	0
Vakka	0	0
Clarion	0	-
Heine VII	tR	0
Fertodi 293	tMR	0
Diplomat	10 MR	-
Felix	10 MS	0
Sturdy	10 MS	40 S
Lancer	20 MS	30 MS-MR
Starke	30 MS	0
Probstdorfer Ex.	30 MS	5MS
Caribo	30 MS	-
Lilifén	30 MS	90 S
Bezostaja	40 MS	20 MS-MR
M. Nimrod	40 MS	-
Carifen 12	40 MS	-
Zenith	50 MS	-
C. Desprez	50 MS	40 S
Jyva	60 MS	0
Atlas 66	60 MS	90 S
Scout 66	60 S	20 MS-MR
Blueboy	70 MS	30 S-MS
Gaines	70 MS	40 S
Backa	70 S	30 S-MS
Winalta	80 MS	20 MS
Yorkstar	100 VS	90 S

1/ Nota más alta en tres temporadas.

TABLA 1.- 2 IWW Preliminary Nursery 1972 - 73 : Observaciones en dos localidades, Temuco y Chillán, Chile 1973.-

VARIEDAD	T E M U C O			C H I L L A N		Rendimient qqm/ha.
	Altura cm	Tendidura %	<u>P.striiformis</u>	<u>P.striiformis</u>	Altura cm	
Kaukaz	115	30	0	0	120	61.8
Aurora	120	10	10 MR	0	120	51.8
Bezostaja 1	120	30	30 MS	tMS	105	51.2
NS 11 - 34	110	10	30 MS	20 MR	110	45.9
Galiafen	120	0	20 MR	30 S	110	45.9
Manella	115	10	0	0	110	42.6
NE 701152	135	90	50 MS	50 S	130	40.6
Excelsior	115	10	30 MR	30 S	120	39.2
Sort 12 - 13	100	0	10 MR	0	100	38.6
Jubilar	125	10	10 MS	tR	115	38.6
Sort 11 - 32-1145	115	30	10 MR	tMR	110	37.9
NE 701147	120	10	10 MR	0	125	36.6
Dwarf Bezostaja	80	0	20 MR	0	70	36.6
Likafen	110	0	0	60 S	100	35.9
NE 701154	120	60	30 MS	50 S	120	35.3
NE 68440	125	10	30 MS	40 S	110	35.3
NS 622	95	0	80 S	20 S	90	35.2
Mura	105	10	30 MS	5 MR	105	35.2
Oscar I	105	0	90 S	70 S	95	35.2
Sort 315 - 16	130	30	0	0	115	34.6
Windebri	145	60	70 MS	30 S	140	33.9
Bolal	120	60	70 MS	50 S	120	33.2
Oscar VI	100	0	10 OS	80 S	95	32.6
NB 68437	115	10	30 MR	40 S	120	32.6
Favorit	110	30	20 MR	40 S	105	31.3
NE 701139	135	60	20 MR	70 S	130	29.9
Blueboy II	125	30	tR	0	120	29.3
Demar 4	105	0	60 S	10 S	100	28.6
Atlas 66	150	30	80 S	80 S	120	27.9
Yektay 406	130	60	80 S	60 S	120	26.6
Zg 59.96/66	85	0	90 S	40 S	75	26.6
Rashid	120	60	70 S	50 S	125	25.3
SD 69103	130	90	30 MS	30 S	120	25.3
Tars 237	125	30	40 MS	40 S	130	24.6
Victor III	90	0	70 S	70 S	80	23.3
NE 701136	115	30	20 MR	70 S	110	22.6
NE 701137	115	0	20 MR	70 S	120	21.9
Nisu	125	10	30 MS	0	125	19.9
NE 68719	95	0	70 MS	10 S	85	19.9
TR 535	70	0	tMR	0	55	19.9
Nap Hal	135	10	80 S	30 S	125	18.0
NS 732	70	0	80 S	50 S	50	16.0
Jo - 03057	110	10	20 MR	tMR	125	14.6
NE 701134	135	10	30 MR	80 S	125	14.6

Tabla 1.- CONTINUACION

VARIEDAD	T E M U C O			C H I L L A N		Rendimiento qqm/ha.
	Altura cm	Tendadura %	<u>P.striiformis</u>	<u>P.striiformis</u>	Altura cm	
NE 701124	125	60	90 S	80 S	110	11.3
Jo - 03045	135	10	0	0	130	11.3
Jo - 03021	130	10	0	0	130	10.0
Melifen (testigo local)	100	0	0	-	-	-

(.) Rendimiento preliminar base 1 surco x 2 m.-



## USE OF SOILS DATA FOR IMPROVED INTERPRETATION OF IWFPN DATA

R. A. Olson

University of Nebraska; presently Acting Director,  
Joint FAO/IAEA Division of Atomic Energy in Food  
and Agriculture, Vienna, Austria

### Introduction

The soil was long discounted as a significant factor in the efficient production of grain crops like wheat. There was rather a general acceptance through the first decade of the 20th century that climatic environment exerted primary control on the yield and quality that could be expected with a given wheat variety (9). The literature of the time implied that the soil's role was little more than that of a physical medium for holding water and for providing root anchorage since nutrient supplying capacity was presumed to be nonlimiting. It was not until the 1940's that world-wide attention began to focus on the fact that soil fertility was very commonly a foremost limiting factor in the production of wheat and other food crops. Recognition of this fact has been responsible for the development of a burgeoning chemical fertilizer industry, the products from which are estimated to account presently for upwards of 40 percent of the world's food crop production.

Mutual understanding of the crop's genetic capacity to utilize nutrients and the soil's capacity to supply them has brought plant breeders and soil specialists together from their prior isolated domains in a common search for ever higher crop production capabilities. The results have been quite spectacular, as exemplified especially by the successes registered in the past decade by CIMMYT and IRRI. The soil contribution is not only in respect of essential nutrients supplied the crop, but as well in soil-water relations influencing water use efficiency by the crop, in recognition of differential varietal response to growth inhibiting chemical properties of soils like salinity and excess exchangeable aluminium, in the understanding that such soil physical properties as texture and structure can have on varietal performance, etc. A good start has been made toward cooperative endeavor by the two groups but much remains to be accomplished as new horizons unfold.

Recently much emphasis has been placed on the food crisis facing the international community and the means for supplying the needs of a rapidly expanding population. The inextricable character of protein/caloric malnutrition being generally recognized now, improvements in protein production of the cereals, including wheat, would seem to offer the most promise for satisfying world needs since almost two-thirds of mankind's protein nutrition is presently provided by cereals. It will be the objective of this paper to elaborate in-how-far basic soils information might be used in assisting varietal development work as conducted in the International Winter Wheat Performance Nurseries.

### Role of Soil Reaction (pH) in Wheat Production

The wheat crop has a wide adaptation in respect of pH range in which effective production is accomplished. Major wheat producing regions of the world possess soils with a mean solum pH ranging from 5 to 8.5. Below pH 5 serious problems are encountered with Fe, Mn and Al toxicity, and above 8.5 the alkali ions of



Na and K begin to have deleterious effects on soil physical properties of detriment to the water, air and nutrient needs of the crop as accommodated through its root system. The effectiveness of Mexican wheats across the range of soil pH in which they are now produced has been surprising to all concerned since specific genotypes normally do not have such wide adaptability.

There is not much that can be done from a practical standpoint in reducing the high pH associated with excess free lime in soil. Acidification agents such as various S products accomplish the objective but the cost is excessive. It is much more economic to compensate with the rather small amounts of extra P and some micronutrients needed by fertilizer application under these calcareous conditions. On the acid side of pH it has been the common practice in temperate regions to apply lime for effecting pH increase up to approximate neutrality. This practice developed during the time that crop N needs were being satisfied partially by the inclusion of a N-fixing legume crop in a rotation sequence. With the advent of commercial N fertilizer for satisfying this requirement, however, the use of legumes for accumulating N has lost favor thereby lowering the soil pH level required for meeting the needs of only cereal production. Liming never received equal acceptance in subtropical and tropical regions, both due to poor results recorded in a number of studies and because of the relative scarcity of limestone formations at the land surface in most tropical regions. Not to be overlooked is the acidification induced by N fertilizers for which compensation must eventually be given, especially in those regions of inherently acid soils.

The primary benefit that accrues from liming acid soils is the enhancement in availability of several soil-derived nutrients including P, N, Mg, Ca and Mo. With many soils of the more humid and warm regions, however, the major benefit may be an alleviation in the toxicity of Al, Mn and Fe. In fact, recent evidence suggests that the primary purpose for liming in subtropical areas is to accomplish the neutralization of exchangeable Al in soil, and amounts applied beyond that required for such purpose will likely have no useful effects and may well be detrimental due to flushing of other essential nutrients (8). In this respect, differential varietal response to Al toxicity has been observed with wheat grown on acid soils of the southeastern U.S. Differences are large enough that wheat breeders have been encouraged to concentrate on genetic selections resistant to the toxicity since soil correction, especially in the subsoil, would likely be more difficult and costly than the development of a tolerant variety (3). It is my understanding that work of this kind is underway in southern Brazil which already evidences good promise. It seems equally probable that P and trace element fertilizer requirements of wheat grown in the calcareous soil regions could be reduced by genotype selections which possess stronger capacity for extracting these elements from the soil under alkaline, calcium carbonate saturated conditions. Both extremes cited here should be taken into account as interpretation is made of IWVPN wheat yield and quality data.

#### Soil Moisture Role in Wheat Production

With much of the world's wheat being grown in relatively dry regions, soil moisture availability assumes a predominant role in successful production of the crop. Moisture control as it can be effected through tillage practices, residue management, drainage, and irrigation practice becomes of the essence.

Less than humid conditions are desirable for wheat during the final maturation stages in obtaining optimum grain and protein yield of the crop. With excessively wet conditions during this period, continuation of vegetative growth is encouraged at the expense of grain yield and normal protein development. Also, sprouting of the kernels in the head may occur with associated high alpha-amylase activity in the grain depreciating its quality for flour production (2). Different wheat varieties are recognized as having varied resistance to such sprouting, thus necessitating consideration by breeders of this eventuality for regions where soil moisture is likely to remain high throughout the entire growing season.

The soil of limited water holding capacity with which drouthy conditions are to be expected requires a different strain of wheat than employed for the highly humid situation. Just as rye is notably better adapted by its internal water regime than wheat to the dry sandy soils, genotypes of wheat exist or can be found that are superior to other genotypes for this soil environment.

Much remains to be done in tailoring varieties to specified textural/structural properties of soils that control moisture regime. There is good reason to believe that significant differences in water use efficiency exist among genotypes of wheat and that major advances could be achieved in the development of varieties to match the anticipated soil moisture environment of the growing season.

A great deal has been achieved in the recent past in providing the short, stiff-stemmed varieties capable of utilizing larger quantities of nutrients for greater yield in those regions of plentiful rainfall or where irrigation can be practiced. It remains now for the breeder-production team to implement programs that will select and improve cultivars with a high water use efficiency for the dry regions. After all, the major portion of the land area devoted to wheat production is to be found in the semiarid regions of the world. Such work will necessarily take into account all feasible moisture conservation measures with due consideration for a proper balance between likely moisture availability and fertility provided in alleviating the hazard of overstimulation (10).

IWWP nurseries might logically be instrumented where possible to measure consumptive water use and thereby derive information on relative water use efficiency (WUE) of varieties investigated. Such data could be expected to give clues on the route to be followed for the development of improved cultivars with high WUE for the dry regions.

#### Role of Soil Fertility in Wheat Production

The fact is now well recognized that the availability of soil and fertilizer nutrients has a preponderant effect on the obtainable yield and quality of wheat. Significance of fertilizers to world agriculture has been lucidly exposed in 1974 by the supply shortage imposed by the energy crisis and the expanded area devoted to food crop production in the developed countries. This shortage contributes significantly to the food crisis in the developing countries which now appears imminent.

It has become clear from the 1950's onwards in varietal improvement work that breeding efforts with wheat must be directed toward optimum fertility conditions in the environmental region of production. The significant achievements of the CIMMYT program exemplify this fact, and those responsible for the program's

direction stress the interdependence of high yielding cultivar, effective water management, appropriate fertility treatment, and control of pests and diseases for achieving optimum results(1).

#### Kind and Rate of Nutrient Application

Granting that at least 13 soil-derived nutrients are essential to the effective growth of wheat, the scope of this paper will allow limited coverage of only N, P and K which are most extensively deficient and constitute the larger portion of the world's fertilizer products. This does not mean to say that others are less important since S, Zn, Mg or other nutrient may be the primary limiting factor to economic production on a given soil. The principles established or implied here for the major nutrients will apply equally to those unnamed where they are deficient for the crop. Actually, secondary and micro-nutrients are assuming an increasingly important role in the fertilizer picture with recent introduction of higher yielding varieties and with the substitution of ever higher analysis inorganic fertilizers without impurities in place of the organic fertilizers of previous generations, supplies of the latter of which are totally inadequate for providing the quantities of nutrients required in modern agriculture.

Genotypic differences are known to exist in the facility with which specified nutrients are extracted at low equilibrium levels in the soil solution. Thus some varieties will give evidence of moderate to severe deficiency of Zn on a given calcareous soil where other varieties have little or no problem. Correct interpretation of variety trial results from such a location must give allowance for this nutritional feature, and subsequent breeding work for varieties compatible to that region should make use of genotypic facility recognized.

It perhaps goes without saying that kind and rate of fertilizer employed in variety performance trials must be adjusted to crop needs for optimum results. It is unfortunately true that the majority of such trials in the past have been conducted without benefit of a comprehensive evaluation of soil nutrient supply beforehand. Rather they have depended on the somewhat standard fertilizer application of adjacent production fields with some excess for insurance purposes. This procedure has resulted in either excess or inadequate nutrient being applied in many cases to the detriment of crop yield and quality. Too much of a given element can be damaging because of the direct physiological effects of its excessive absorption, in the case of N causing superfluous and extended vegetative growth in most varieties with resulting tall and weak-stemmed plants that lodge readily. The associated delay in maturity can be detrimental if the growth period extends into summer drouth conditions or if the growing season is shortened by early frost. Other deleterious interactions can occur between the one in excess and other essential nutrients, e.g. P on Zn, Zn on Fe, K on Mg, etc. Undoubtedly there is varietal interaction in these maladies that would make some varieties perform better than others which would not hold on soils where the imbalance did not exist. Just as continued fertilizer trials are useless unless fertility status of the soil at the site of the trial is precisely defined, variety testing requires similarly defined parameters in making final interpretations.

Various aspects of fertilizer management need be considered in the conduct of a wheat performance nursery beyond kind of nutrient and rate of its application. Time of N treatment has considerable to do with the physiological development of the wheat plant and its ultimate yield and composition. For example, plant utilization of fertilizer N is normally greater with application around the tillering stage than when applied at planting (5, 10), with maximum yield effects accompanying N applied rather early in growth and maximum protein percentage with later treatment. Nitrogen taken into the plant very late, as after the boot stage, does not equilibrate with N already in the plant and rather is preferentially absorbed in the grain (5). Phosphate fertilizer, on the other hand, because of immobility in soil, must be placed in the seedling root zone at or before planting for maximum benefit. Proper placement of fertilizer is essential for preventing harmful salt affects to the germinating seed and seedling and for assuring most efficient crop utilization of the applied nutrient, and there may be either beneficial or detrimental interactions between two nutrients applied simultaneously depending on their placement. Other considerations important to the variety plot's welfare include kind of chemical carrier in which the nutrient is contained and the physical state into which the carrier is formulated.

#### Native Fertility and Residual from Fertilizers

It is most important to realize that soils vary appreciably from region to region and within regions as wheat performance nurseries are being established, and knowledge of soil properties at the experimental location is essential to the subsequent interpretations. The apparent superior character of a certain variety at a given site may be an artefact of its stronger root activity than other varieties possess for utilizing a source of deep subsoil nutrient in that particular soil. The designated variety may not assert its supremacy in another soil area where the deep nutrient supply does not exist. The data of Fig. 1 from a small region in Nebraska exemplify the significant differences between soil series that may be encountered in inherent nutrient supplying capacity of the rooting profile. Note that the soil profile developed on glacial till is distinctly lower in P and K than the other soil series in this group and that the pH of the soil solution to which roots are exposed is radically different within the 45-135 cm zone.

The fertilizer N rate studies portrayed in Fig. 2 display the extreme importance of residual mineral N in the rooting profile at the time the crop is planted (11). These residuals are especially significant in non-humid regions where extensive leaching does not occur and where fertilizer N has been used at modest to heavy rates in prior years. It will be noted that with more than 90 kg  $\text{NO}_3\text{-N/ha}$  to 180 cm depth in continuously cropped land (58 to 84 cm annual rainfall) and 135 kg with fallow-wheat cropping (40-58 cm annual rainfall) there was no positive response to applied N and rather a negative response at the higher rates employed. With less than 45 kg residual N both cropping systems gave indication of continued yield increase beyond 67 kg applied N/ha. Otherwise, yield peaked with 45 kg N applied to fallow-wheat when residual ranged between 45 - 90 kg, and no more than 22 kg added N was required with 90 - 135 kg residual. Quite obviously it would be foolish indeed to advocate some uniform N rate across the 118 fields represented by these experiments, and the implications for the IWPN are clear.

### Impact on Grain Protein

Much of past research on breeding and production practices for wheat has concerned itself with yield of grain with little more than casual observation of incident effects on crude protein in the grain. Recent recognition of the lost capability of some regions of traditional high protein wheat to supply the expected product together with the realization of a developing world-wide protein shortage has revised perspectives of those concerned with wheat improvement.

Environmental factors of especially moisture and soil N supply have an effect on protein percentage of the harvested grain greatly exceeding varietal effects. Indicative of such impact are Nebraska data from seven field trials of 1971 where 19 commercial and experimental varieties ranged within only 1.6 per cent protein of each other, but when all varieties were averaged together at each location, there was a range from 9.1 to 13.4 per cent protein among locations. Thus, wheat protein varied more than 2 1/2 times as much from location effects as from varietal effects in that year. Among the elements of plant nutrition, N has by far the greatest influence on grain protein.

As a general rule, those environmental conditions with N constant that favor grain yield have a depressing effect on protein and conversely. Note in Fig. 3 that with a given location and N limiting, yield and protein content were inversely related due to dilution (12). Irrigation water was applied before planting in each of the 3 years of the experiment at rates of 0, 7, 15 and 21 cm, and this increasing moisture availability at a given level of N nutrition afforded the grain yield response and protein decline displayed. The figure also demonstrates that both grain yield and the protein component benefitted from increasing rate of N applied to this N deficient soil. The apparent inclination of the regression lines toward vertical with increasing N rate suggests that the inverse relationship could disappear at some undetermined very high level of N supply for the crop.

A quadratic relationship becomes apparent as grain yield and protein percentage of some of the cereal crops are compared over a wide range of environmental conditions in field trials. Both yield of grain and protein percentage increase simultaneously up to a point characteristic for a specified variety, beyond which any further protein increase coincides with a decline in grain yield, suggesting a protein-yield threshold for any variety (4). We may conjecture that the ascending portion of the curve results from increasing N availability and any other factors favourable to both yield and protein. The descending portion probably is accounted for by such things as excess moisture and lodging, high T<sup>0</sup> and deficient moisture during maturation, excessive N, or cool and cloudy weather during maturation.

With the recent attention that has been given to cereals as the predominant source of protein for humankind's nutrition, progress has been made in plant breeding toward building higher protein yield potential into wheat and other cereal crops. The data of Fig. 4 give evidence of this achievement with an experimental winter wheat variety and further express the role of N nutrition of the crop in making the higher protein yield possible (6). This summary of results from six field locations over a two-year period indicates that the CI 14016 exceeds the common commercial variety Lancer in protein potential by an average 2 per cent across all rates of fertilizer N employed. Furthermore,

the former has not reached a threshold in either grain or protein yield at the 135 kg/ha rate of N application on the soils involved, whereas the Lancer peaks in grain yield at 45 kg applied N and is levelling off in protein yield at the 135 kg rate. Not to be overlooked in these promising results is the fact that additional supplemental N is required, and it remains for nutritionists to say whether the 140 kg protein obtained for 90 kg N (difference in applied N between peak grain yields for each variety) is economic.

Fig. 5 depicting effects of residual mineral N in soil and rate of N applied shows a different type of response curve for protein than obtained for grain yield as portrayed in Fig. 2. These same 118 Nebraska field experiments indicate that the amount of residual N in soil from prior fertilizer treatment exerts a controlling influence on protein content that is not equalized by fertilizer treatment within the normal rate range employed by farmers. In fact, the protein differential in the grain produced with the different levels of soil N was maintained as a series of parallel lines across the 0 to 67 kg N rates of these experiments. This phenomenon is apparently explained by a declining root activity for nutrient uptake with seasonal moisture depletion from the soil surface downward which prevents full utilization of the heavier N treatments made to the surface soil. There must be some significant quantity of available N in lower soil horizons where roots become most active during the latter stages of grain formation and protein setting for maximum protein expression. It is quite clear that the residual mineral N of the soil is of utmost significance in wheat variety trials where comparison is to be made of protein potentials in the genotypes investigated.

Although fairly extensive investigations have been made on the impact of soil properties and fertilizers on quantity of crude protein produced in wheat, little is known of their influence on protein quality, especially in respect of amino acid distribution. It has been observed that although fertilizer N usually increases crude protein of common wheat varieties, the nutritional value of the grain may not prove proportional to the increased protein content because of lysine shortage. Wheat varieties of inherently higher protein capacity, however, have not demonstrated this inverse relationship between protein and lysine (7). Much remains to be learned concerning the results to be expected from judicious fertilization with the several essential nutrients on the ratios of essential amino acids in the protein of wheat.

#### Variability in Soil Nutrient Status

Agronomists conducting any kind of field plot work must recognize that it is characteristic of the soil landscape to be variable. Even those field sites with completely uniform appearance to the eye in such features as slope, color, texture, structure and depth of profile can vary tremendously within short distances in quantities of available nutrients contained. Figures 6 and 7 depict the variability in profile pH, total mineral N, available P and exchangeable K for one nursery plot that had been presumed to be uniform by its visible characteristics (11). The area had received uniform cropping and fertilization during the previous 10 years of record. The range of 0.6 unit in profile pH and the medium low to very high range in available P could be expected to influence appreciably the nutritional status of wheat grown on the area. The varied profile K levels would likely have limited effects on crop growth throughout the area since the isometric delineations are all within a very high calibration range. But the 2 : 1 range in mineral N could

be expected to have very marked effects, especially from the excess standpoint in the area with up to 400 kg residual. Lodging in fact was evident throughout this area at harvest time in 1972. The distorted impression for a given variety having most or all of its reps in this very high zone is readily visualized and the need for systematic sampling of the rooting profile with subsequent nutrient evaluation as here described is clearly evident.

There is no certain explanation for the variability in soil pH and nutrients expressed here. No doubt factors involved in pedogenesis are involved, likewise differential treatments made to the soil in long past soil/crop management. With N it seems most probable that varied vertical penetration and lateral movement of moisture and varied internal soil drainage have been largely responsible for the observed distribution pattern.

### Conclusions

Reliable soil tests have been conceived for most of the essential soil-derived nutrients. It is highly desirable that the soil of a proposed nursery site be carefully sampled and scrutinized for the chemical and nutrient status of the area before establishment of the nursery. This procedure will help to assure that no nutrient or toxin is limiting the growth of the several varieties (very possibly in a differential manner), further that excesses are not manifest. Either of these eventualities can occur by the acceptance of a treatment that has been standard for the locale because neighboring farmers use it or because some earlier fertilizer trial in the region had suggested it. Soils are variable inherently from pedogenic processes and as a result of previous farmer management practices and it is axiomatic that as much of this variability as possible be taken out in site selection. For this purpose a grid system of sampling the rooting profile is advocated with a subsequent plot of the nutrient data derived. The small amount of extra time so spent may well save endless hours in trying to interpret garbled yield and protein data caused by soil variability and not genotypic differences, or worse yet, in counteracting for misinterpretations made from the questionable results.



Literature Cited

1. Borlaug, Norman E. 1971. Mankind and civilization at another crossroad. McDougall Memorial Lecture, FAO General Conference, 16th Session, Rome.
2. Fajerson, F. 1974. Climate, fertilization, variety -- essential factors for wheat quality. *Phosphorus in Agr.* 62:49-59.
3. Foy, C. D., G. R. Burns, J. C. Brown, and A. L. Fleming. 1965. Differential aluminum tolerance of two wheat varieties associated with plant induced changes around their roots. *Soil Sci. Amer. Proc.* 29:65-67.
4. Haunold, A., V. A. Johnson, and J. W. Schmidt. 1962. Variation in protein content of the grain in four varieties of *Triticum aestivum* L. *Agron. J.* 54:121-125.
5. IAEA. 1975. Isotope studies on wheat fertilization. Techn. Rept. Ser.: In Press. IAEA, Vienna, Austria.
6. Johnson, V. A., A. F. Dreier, and P. H. Grabouski. 1973. Yield and protein responses to nitrogen fertilizer of two winter wheat varieties differing in inherent protein content of their grain. *Agron. J.* 65:259-263.
7. Johnson, V. A., P. J. Mattern, and J. W. Schmidt. 1972. Wheat protein improvement. Rice Breeding: 407-418. I.R.R.I., Los Banos, Philippines.
8. Kamprath, E. J. 1972. Soil acidity and liming. Soils of the Humid Tropics, N.R.C., N.A.S., Washington, D.C.
9. Le Clerc, J. A., and R. A. Yoder. 1912. Tri-local soil-exchange experiments with wheat. *8th Int. Cong. Appl. Chem.* 26:137-150.
10. Olson, R. A., A. F. Dreier, C. Thompson, K. Frank, and P. H. Grabouski. 1964. Using fertilizer nitrogen effectively on grain crops. *Nebr. Agr. Exp. Sta. SB* 479:10-14.
11. Olson, R. A., D. H. Sander, and A. F. Dreier. 1972. Soil analyses -- are they needed for nursery data interpretation? *Int. Wheat Conf. Proc.*, USDA, USAID, Uni. of Nebr., Ankara, Turkey.
12. Terman, G. L., R. E. Ramig, A. F. Dreier, and R. A. Olson. 1969. Yield-protein relationships in wheat grain as affected by nitrogen and water. *Agron. J.* 61:755-759.



EASTERN NEBRASKA

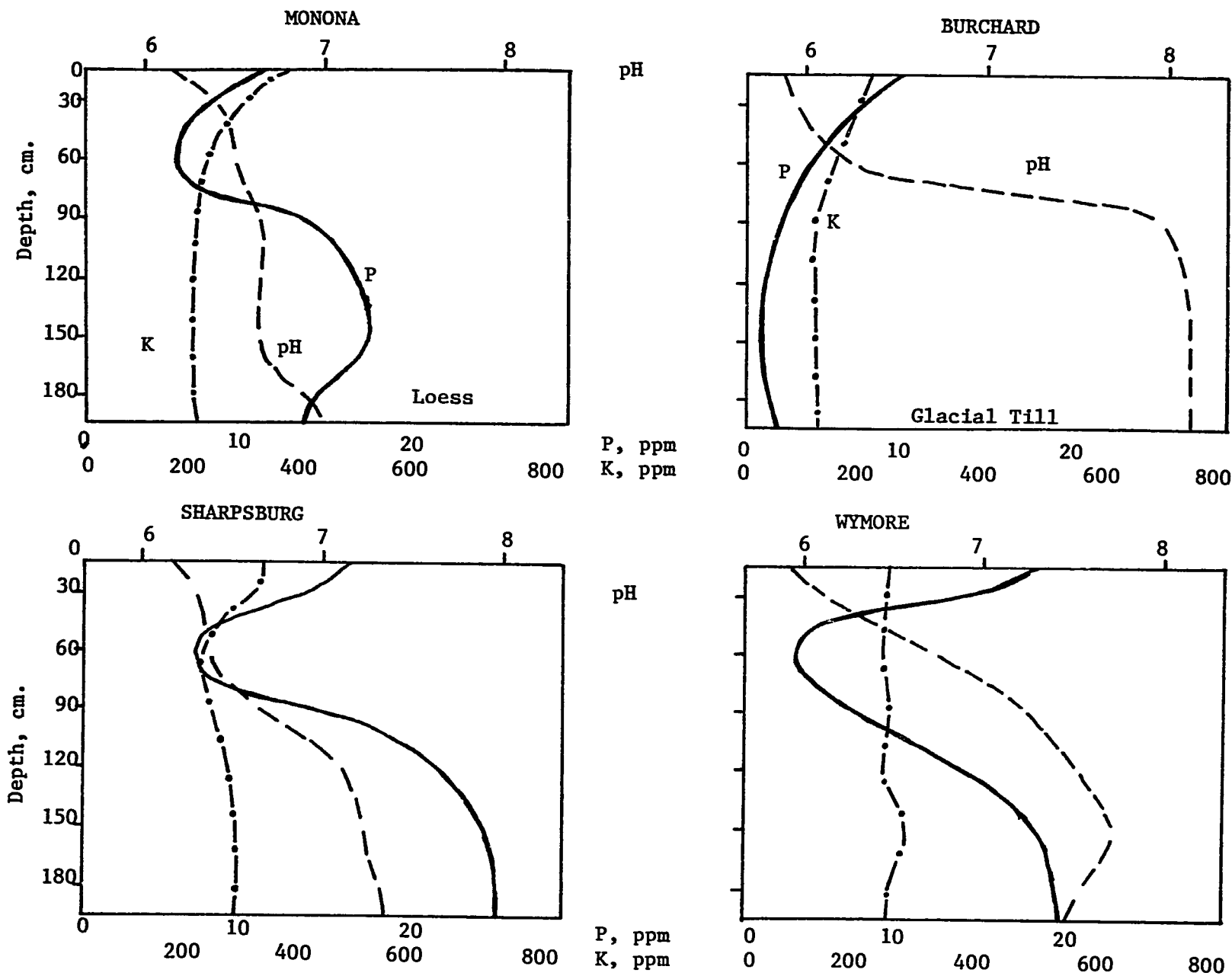


Figure 1. Soil phosphorus (P), potassium (K), and pH levels of the 180 cm profile of major soils in eastern Nebraska.

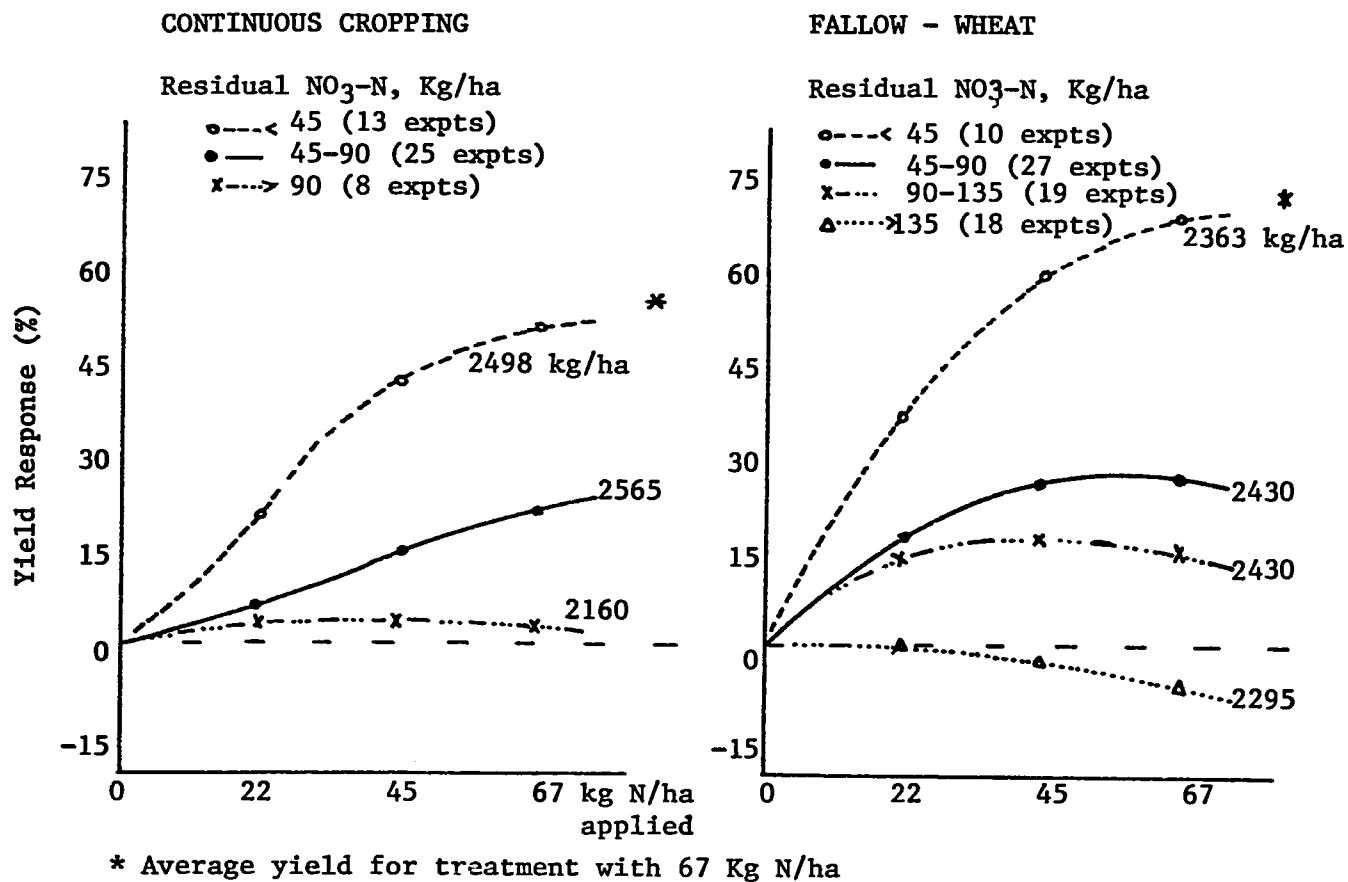


Fig. 2. Yield response of hard red winter wheat to increasing rate of applied N as influenced by residual mineral N in the 180 cm soil profile at planting time in 118 Nebraska field experiments of 1962-68.

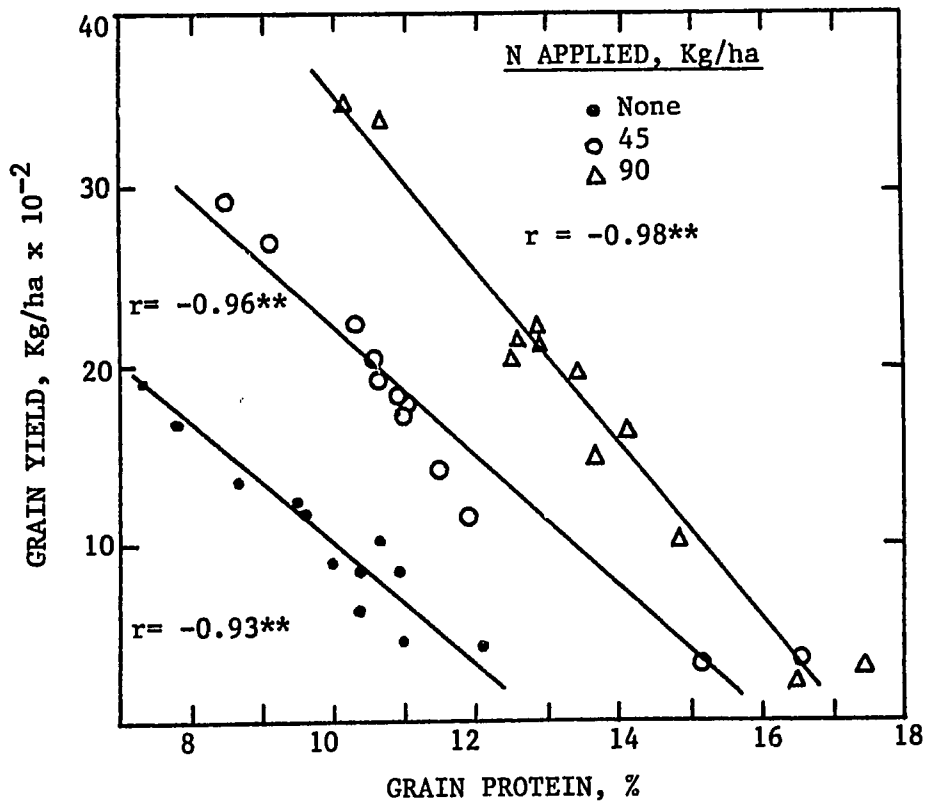


Fig. 3. Relation between grain yield and protein content of Cheyenne hard red winter wheat at North Platte, Nebraska, 1954-56 (9).

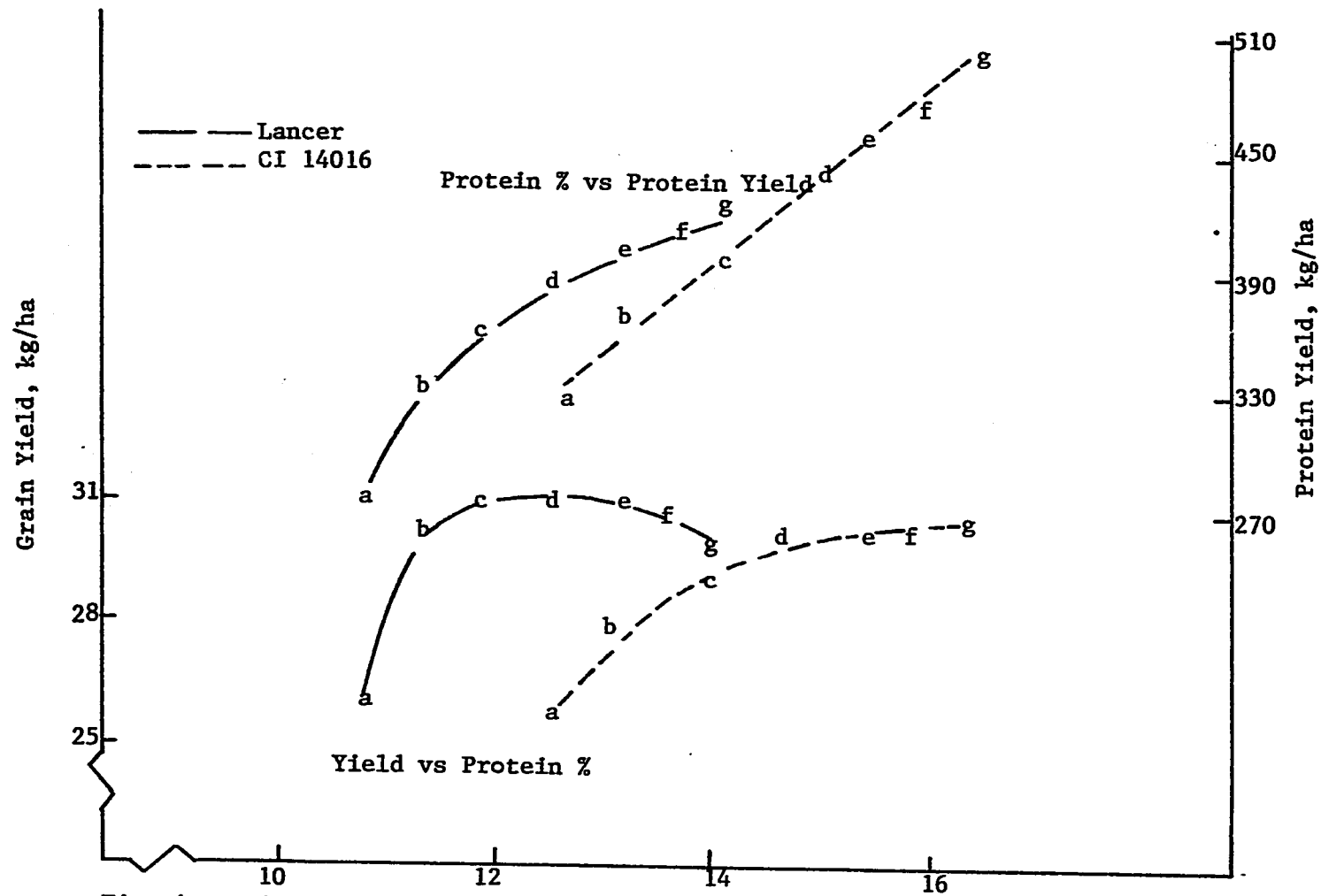


Fig. 4. Relations among rate of applied N for two winter wheat varieties, grain yield, protein percentage in grain, and total protein yield; average for 6 field experiments during 1969-70 in Nebraska (Johnson *et al.*)

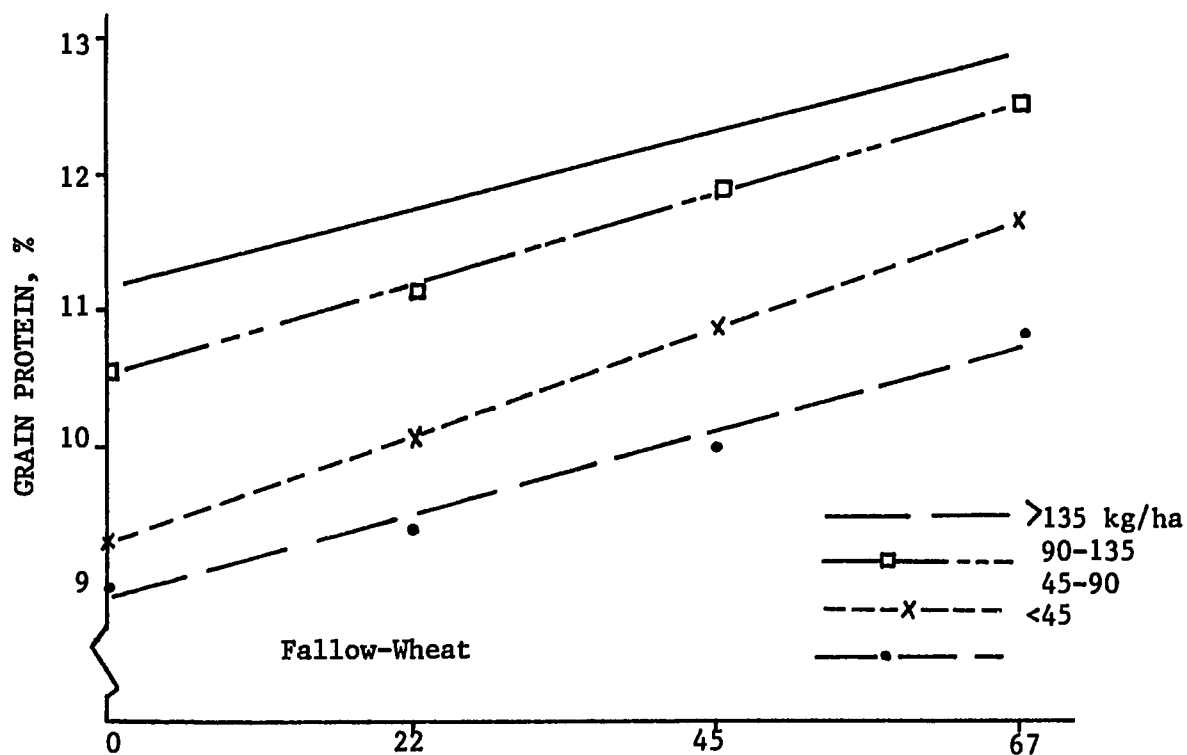
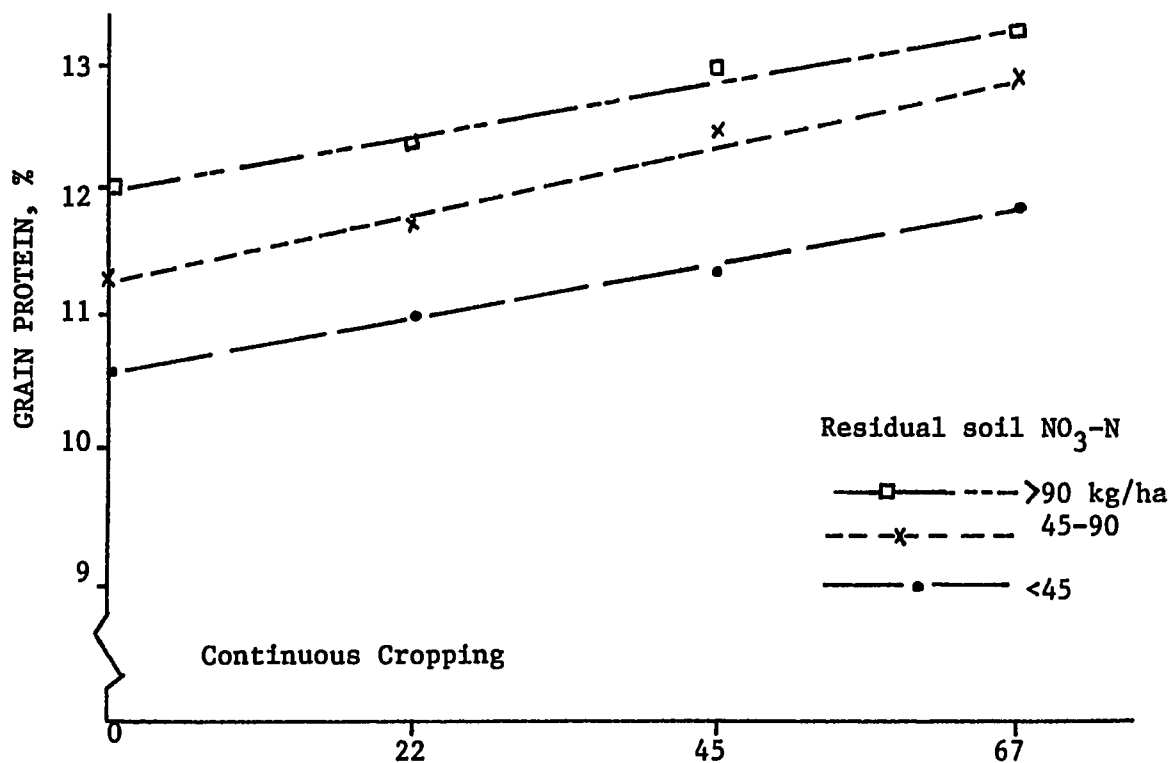


Fig. 5. Protein content of hard red winter wheat as influenced by soil residual NO<sub>3</sub>-N to 180 cm and applied fertilizer N in the same 118 Nebraska field experiments portrayed in Fig. 2.

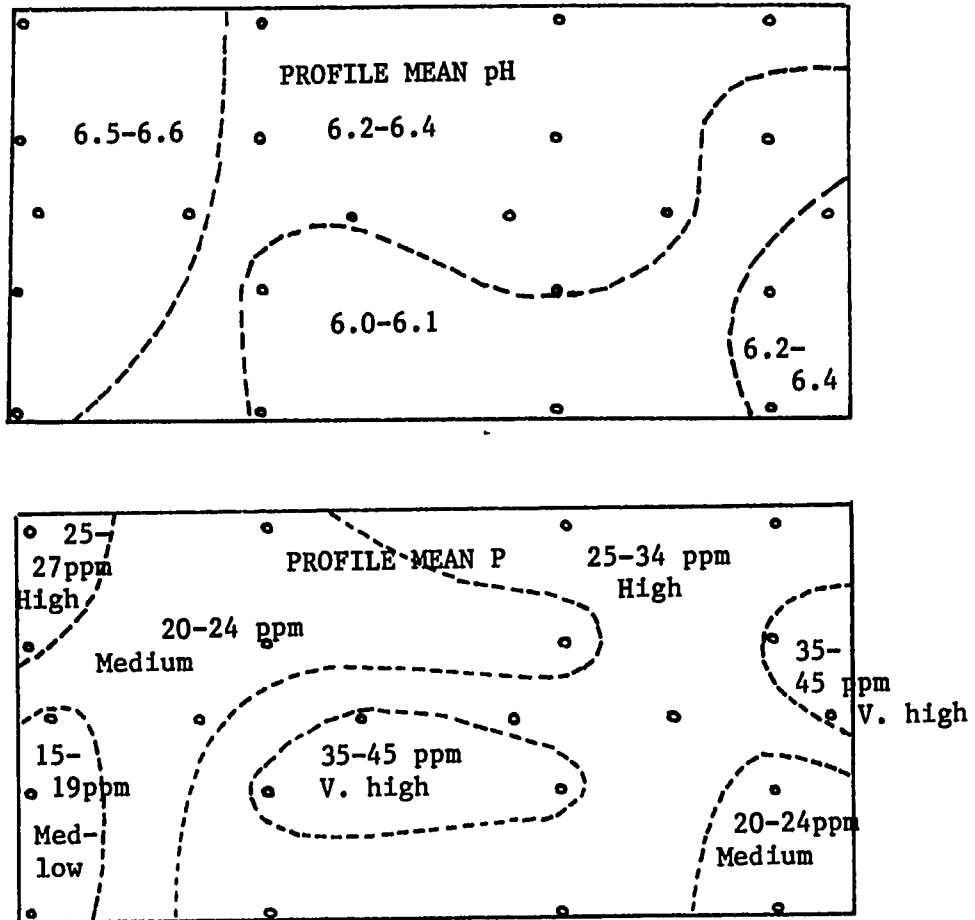


Fig. 6. Mean pH and available P (B & K no. 1) for the 180 cm soil profile of the winter wheat nursery at the Mead Field Laboratory, Nebraska, 1972.

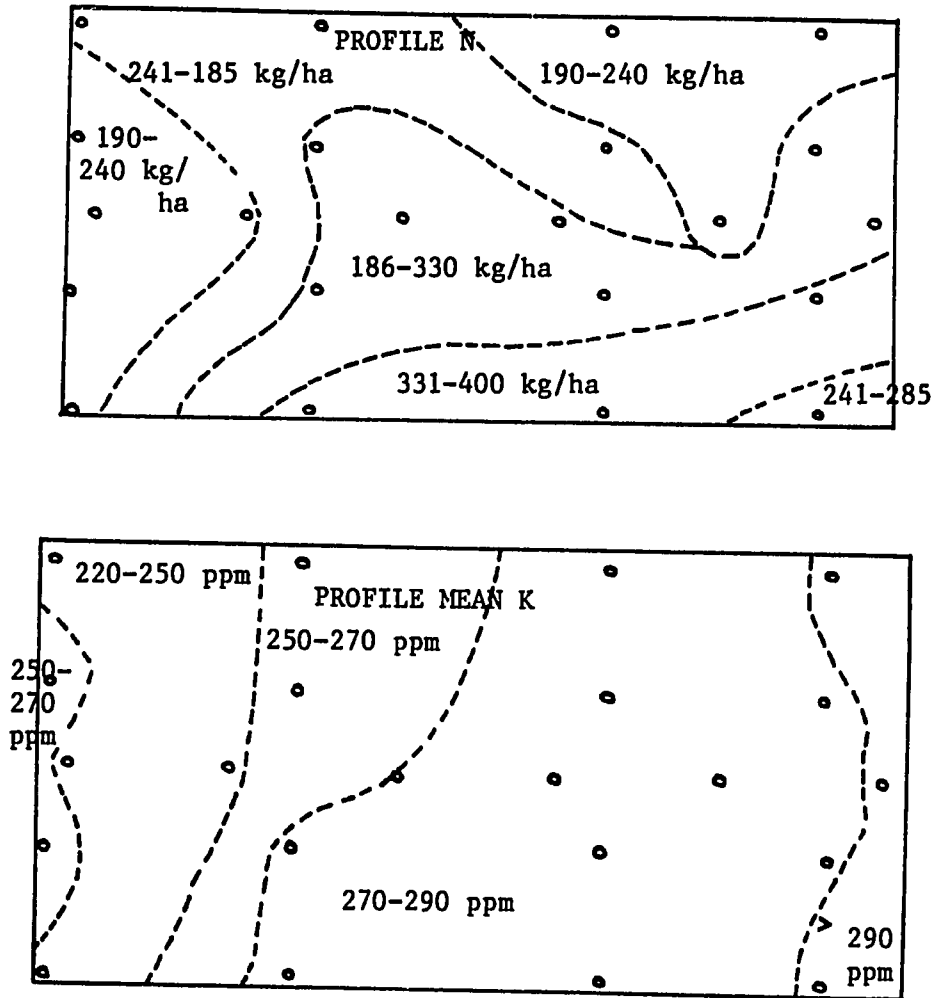


Fig. 7. Total mineral N ( $\text{NH}_4 + \text{NO}_3$ ) and mean exchangeable K for the 180 cm soil profile of the winter wheat nursery at the Mead Field Laboratory, Nebraska, 1972.

SESION VII

APRECIACION DE LOS PROBLEMAS DEL CULTIVO  
DEL TRIGO EN LA AMERICA LATINA

Presidente M. A. B. Rocha  
Brasil

M. Rocha: da cuenta de la reunión informal del día 23, sobre planificación de la sesión de clausura. Propone discutir:

- 1.- Una hora para examinar los proyectos de colaboración que ya existen, como los Ensayos Internacionales y ver que medidas se proponen para mejorarlos o adaptarlos mejor a la condición de los países de Latino-América.
- 2.- Como se podría intensificar la cooperación internacional en A. Latino; que posibilidades se brindan para ello. (1 hora)
- 3.- Discusión general sobre recomendaciones de orden general acerca de cómo los respectivos Gobiernos podrían recibir sugerencias para que se aumente el interés y se destaque la importancia concedida a la investigación, creando de tal modo las condiciones indispensables para la creación y difusión de mejores variedades que posibiliten el incremento de la producción hasta llegar a la autosuficiencia en el abastecimiento de este cereal.

Se designará un Comité Especial, al final de la reunión para que presente por escrito las resoluciones que serán sometidas al plenario.

Discusion

Punto 1º- opiniones sobre los Ensayos Internacionales de Trigos de Primavera

M. Quiñones (Mexico): Una forma de mejorar los ensayos que envía el CIMMYT sería de que los participantes enviaran los mejores materiales que tuviesen disponibles para ser incluidos en la prueba; una vez recibidos en Mexico, se los multiplicará para ser incorporados en los ensayos respectivos. Así se distribuirán sin trabas en A. Latina.

Punto 2- Ensayos Internacionales de Trigos de Invierno (IWWPN)

Schmidt, J. W. (Nebraska): Opina que sería tal vez conveniente diseñar un IWWPN, específico para el Hemisferio Sur.

Rocha, M.: Opina que podrían separarse las localidades en que este ensayo se colocaría por latitudes distintas. Considera que hay otros sitios adecuados donde este ensayo tendría posibilidades.

Ramírez I (Chile): Pide que todas las variedades incluidas en el IWWPN (hemisferio norte) y la IWW Preliminary N, sean enviadas a todos los colaradores del hemisferio Sur, aunque sea en forma de "jardín".



- Schmidt, J. W. (Nebraska): Estima que otros sitios deben ser incorporados para la prueba de los trigos de invierno. Algunas de estas variedades dan sorpresas en su comportamiento en el campo, pudiendo proporcionar material de sumo interés, particularmente en nuevas áreas donde nunca fueron cultivadas. Considera que otros países deben prestar especial consideración al asunto.
- Borlaug, N. (Mexico): Considera de interés agregar sitios en Asia (China) y Sud Africa. Propone contactos con Capetown, donde existen buenas posibilidades de selección con respecto a Septoria spp. En Africa, Argelia donde W. Nelson sería el contacto mas adecuado. En China habria dos sitios probables por lo menos. Hay que ampliar el numero de ambientes en que la IWWPN podrian ser sembrados.
- Rocha, M. (Brasil): Estima que sitios con latitud baja y bajas temperaturas podria ser útiles para ver si la temperatura o la vernalización con respecto al largo del día son factores de importancia en estos trigos.
- Aguayo, L. (Chile): Solicita un "set" de IWWPN para Chillan (Chile) localidad que poseeria condiciones para un buen "screening" de estos trigos. Ofrece 2 nuevos cultivares provenientes de cruza (invierno-primavera) Quilamapu 2 y Quilamapu 504.
- Rodriguez, C. (Uruguay): Solicita que la semilla enviada para los ensayos sea tratada (curada) adecuadamente, para evitar la diseminación de enfermedades que no existen en otros países, como T. controversa y otras.
- Rocha, M. (Brasil): Indica que la IWWPN viene tratada.
- Schmidt, J. (Nebraska): Toda la semilla del IWWPN es sembrada primeramente en aislamiento, examinada por el Servicio de Cuarentena y luego de cosechada es tratada.
- Caetano, V. (Brasil): Cita el caso de la semilla de una variedad introducida por IPEAS, que venia con una enfermedad virosa. Destaca que deben tomarse las debidas precauciones con semilla introducida de otros países.
- Rocha, M. (Brasil): Si hay sospecha de alguna enfermedad, debe emplearse la cuarentena.
- Johnson, V. (Nebraska): Pide que la semilla cosechada de los IWWPN enviada al Laboratorio de Calidad de Nebraska, en Lincoln, no sea tratada.
- Luzzardi, G. (Brasil): El ensayo internacional de Septoria del USDA venia con Gibberella spp. Algunas enfermedades vienen en la semilla. Propone que la semilla sea tratada con sistémicos para evitar de esa manera la entrada de ese tipo de enfermedades.

- Schmidt, J. (Nebraska): Insite sobre la necesidad de enviar los datos registrados en los IWWPN, lo antes posible, particularmente los colaboradores de S. America, astringidos 6 meses con respecto al hemisferio Norte.
- Punto 3- Ensayos Internacional de Septoria spp. (ISEPTON, CIMMYT) varios colaboradores en A. Latina reciben este ensayo.
- Astmon (Paraguay): Opina que este ensayo no contiene realmente fuentes nuevas de resistencia a Septoria; considera que debe incluirse germoplasma probado, como fuente de resistencia y mayor cantidad de material de este tipo.
- Borlaug, N. (Mexico): Indica que primero hay que aclarar que, en Septoria, se habla de un complejo de especies y aun de razas. Cree que una de las razones porque no se ha logrado éxito con Septoria es que falta una mejor organización: crear una buena red de ensayos en Brasil y Argentina y comparar con otros en Tunisia, Capetown; con la parte alta de Ecuador etc. Con los datos de pérdidas por Septoria, que en localidades como Pelotas (RS) son comparables a las royas año a año, debe prestarse mucha mayor atención a este patógeno.
- Godoy, E. F. (Argentina): El problema de evaluar Septoria, es complejo. Hay intensa interacción medio ambiente-planta-patógeno. Estima importante separar los viveros de prueba a Septoria por variedades de un mismo tipo de ciclo (no mezclar precoces, tardías, primaverales o invernales) Piensa que es conveniente incluir nuevas variedades que no tengan antecedentes como susceptibles. Propone también diferenciar claramente ensayos para *S. nodorum* y *S. tritici*.
- Luzzardi, G. (Brasil): La importancia de Septoria y Giberella en A. Latina, justifica la creación de ensayos uniformes en varias partes del continente para lograr mejores informaciones e intercambio de germoplasma, especialmente material segregante. Considera que se podría solicitar al BID colaboración en tal sentido.
- Godoy, E. F. (Argentina): Fusarium y Septoria, son enfermedades en que la elevada humedad es factor importante. No pueden ser evaluadas en un mismo ensayo. Pide se contemple la posibilidad de ensayos separados.
- Luiggi (Uruguay): El problema mayor en el Uruguay es Septoria tritici, algunos años provoca pérdidas de hasta 60%. Pide que esta colección (ensayos) sea evaluada allí también.
- Borlaug, N. (Mexico): Está de acuerdo con Godoy, desde el punto de vista teórico. Pero prácticamente, ya hay muchos viveros, los programas nacionales están recargados de trabajo y algunos tienen poco personal. En vez de aumentar los viveros, se podría subdividir estos en Secciones, que podrían ser enviadas en conjunto o separadamente a aquellos lugares donde tengan interés. Existe también la necesidad de evitar las duplicaciones en los SN y otros viveros y ensayos internacionales. Deberían tal vez reducirse pero hacerlos más eficientes.

Tavella, C. (Uruguay): Indica que no disponen de una escala adecuada para tomar notas en el E.I. de Septoria. Escalas distintas crean confusión.

Propone organizar un sistema común de notas.

Punto 4- Ensayos Internacionales (Jardines) de Prueba a Royas.

Borlaug, N. (Mexico): Informa que el Dr. Rodenheiser, quien organizó el primer vivero de este tipo, falleció hace tres días en las EEUU. Estima que todos los presentes se han beneficiado y reconocen la enorme trascendencia de aquella iniciativa, por lo que considera que estamos en deuda con el espíritu y la visión del Dr. Rodenheiser.

Rocha, M. (Brasil): Como presidente de la sesión propone un minuto de silencio en homenaje a la memoria del Dr. Rodenheiser, lo que así se cumple.

Schlehuber (Nebraska): Pide a Borlaug relate las circunstancias de como se organizo el primer IRN por Rodenheiser, quien accede.

Gibler, J. (Fecotrigo): Propone se envíe un mensaje de pésame, en nombre de todos los presentes a la viuda del Dr. Rodenheiser, exteriorizando el pesar y el reconocimiento de los presentes por la labor desarrollada por dicho investigador. Se aprueba

Punto 5- Viveros de Material Segregante-Screening Nurseries (particularmente del CIMMYT)

Schlehuber (Nebraska): Pide aclaración sobre número y tipo de SN existentes.

Quinones, M. (Mexico): Explica que los SN distribuyen material de interés para todos los programas con el propósito también de que en el CIMMYT se reciba información de los cooperadores. Existen los SN de trigos harineros, de "durum", triticales, cebada, las de trigos de invierno procedentes del programa de Turquía. No necesariamente el germoplasma que se incluye en los SN, es del CIMMYT, sino que podría incluirse material de programas nacionales que deseen probar su material más avanzado o promisorio. Se agrega también a la lista de los SN, los trigos (invierno x primavera) que está distribuyendo la Universidad de Oregon.

Rocha, M. (Brasil): Considera que también otros países deberían enviar material a los SN.

Otoni de Souza Rosa (Fecotrigo): Fecotrigo ha recibido la SN de IxP, por vez primera este año. Este tipo de cruces es difícil realizarlas bajo condiciones de campo; considera que se trata de material de mucho interés, por lo que pide se incluyan cruzamientos con progenitores resistentes a diversas enfermedades y con más adaptación a las condiciones de diversos países.

Godoy, E. F. (Argentina): Destaca la utilidad de los diversos SN para la selección de nuevos cultivares en Argentina: ha sido allí una herramienta de progreso. Después de esta primera etapa, los técnicos argentinos han comparado la eficiencia de los dos sistemas:

- a) Recibir material de las SN y estudiarlo bajo las condiciones locales y
- b) Que los técnicos locales puedan hacer selecciones en el campo de origen del material incluido en las SN. Cree en la conveniencia de dar la posibilidad a los técnicos de los países colaboradores, de efectuar la selección del material más conveniente a sus respectivos programas, en el lugar de origen del material. Existe preocupación sobre cómo poder llevar a cabo esto (financiamiento). Por ejemplo, en Argentina existe mucho material de interés para los países vecinos y que los técnicos de esos países podrían, con gran provecho, hacer las selecciones allí. Pide que examine dicha posibilidad.

Paraguay: Quiñones no ha mencionado la LADISN (Latin American Diseases and Insect Nurseries), por lo cual se pide aclaración en que se diferencia esta prueba de los Jardines Internacionales del USDA.

Quiñones: En la LADISN, cada país de A. Latina puede incluir líneas o variedades portadoras de las mejores fuentes de resistencia locales y determinar así los rangos de virulencia para cada patógeno en las diversas regiones trigueras de L. América. De esta manera se pondrían a disposición diversas fuentes de resistencia para todos los países latinoamericanos.

Rocha, M. (Brasil): Cierra el debate sobre estos aspectos y pasa al 2º punto de la discusión general. Nuevas propuestas de colaboración, como financiarlas, como coordinar mejor las que ya existen por parte de las Instituciones Internacionales participantes.

Cabelleo, H. (IICA): Lo que está faltando son buenos programas (nuevos) bien coordinados y de verdadero impacto; con objetivos claros y metas precisas y enfocadas a un aumento rápido y efectivo de la producción agrícola. Informa sobre el proyecto de Programa Cooperativo de Investigaciones Agropecuarias de los países del CONO Sur del IICA-BID. Brinda amplios antecedentes sobre la materia como asimismo respecto a la reunión que tuvo lugar en Brasilia, detallando el estado actual de las gestiones. Informa asimismo sobre las finalidades del fondo Simón Bolívar aportado por Venezuela para investigaciones destinadas a estimular así investigaciones sobre producción de alimentos en A. Latina. Opina que se logrará una acción valerosa, solamente si las Instituciones Internacionales cooperan entre sí y trabajan en conjunto. Entrega a la mesa una propuesta concreta sobre la materia.

Rocha, M. (Brasil): La mesa estudiará la proposición.

- Da Silva (Brasil): Señala la importancia, no solo para Brasil, sino también para otros países de clima subtropical y tropical, de la necesidad de crear variedades tolerantes a la toxidez de aluminio y manganeso, factor limitante en muchas regiones. Pide que se hagan esfuerzos cooperativos internacionales en este aspecto. Indica la posibilidad de mejorar la producción de trigo en Brasil y otros países de Latino America con este tipo de material genético.
- Papadakis, J. (Argentina): Apoya la moción de Caballeo sobre necesidad de una mayor colaboración internacional.
- Rocha, M. (Brasil): Caballeo se ha referido a un proyecto de cooperación internacional vinculado específicamente a los países que integran el Cono Sur. Consideró que posiblemente el Fondo Simon Bolivar permitiría extender este tipo de proyecto a otros países americanos que están fuera del área mencionada.
- Caballero, H. (IICA): Lo propuesto para el Cono Sur es un primer ensayo. La intención es examinar como funciona allí, para extenderlo posteriormente a otras regiones del continente.
- Rocha, M. (Brasil): Expresa la conveniencia de que los representantes de los diversos organismos internacionales se reúnan y traten de coordinar sus esfuerzos.
- Cortazar, R. (Chile): Tal vez los organismos internacional es deberian designar o crear un Comité Especial entre ellos y este Comité estudiaría los programas que se propongan a las Instituciones para compatibilizarlos y coordinarlos.
- Rocha, M. (Brasil): Cree que el comité que se designará en esta Sesión podría estudiar esta proposición. Pide sugerencias específicas sobre cooperación internacional.
- Quinones, M. (Mexico): Comenta sobre los Centros Internacionales como CIMMYT; señalando que los C.I. no se proponen reemplazar la investigación agrícola de los programas nacionales. Su función en el caso del CIMMYT es:
1. mejoramiento del germoplasma
  2. centro de distribución de germoplasma mejorado
  3. entrenamiento y capacitación de técnicos.
- Rocha, M. (Brasil): Indica que nadie ha pensado que las sugerencias para fortalecer los programas nacionales sea una crítica a los Centros Internacionales, pues todos estamos bien informados y de acuerdo con sus objetivos.
- Pavoni (Argentina): En el material de CIMMYT se recibían 2 tipos de material:
- a) generaciones avanzadas y b) poblaciones F2. La diferencia estaba en que las SN los colaboradores recibían un informe con todos los datos colectados. Las F2, cada colaborador seleccionaba plantas de acuerdo con las características que deseaba local-

mente y no conocían el comportamiento de esas cruizas en otros lugares. Sugiere: incluir todas las F2 en un tipo de SN donde todos los colaboradores tomasen notas que pudiesen ser incluidas en un informe y aumentar así el conocimiento de su comportamiento en varios medio-ambientes. Es decir, cual F2 tiene mayor adaptación. Estima que hay falta de cooperación e intercambio, aun entre técnicos de un mismo país. Considera necesario organizar tipos de intercambio mas efectivos de material y de técnicos a nivel regional.

Da Silva (Brasil): Propone reunir grupos de técnicos que trabajan en problemas comunes; como Fitopatología, en el cono Sur, por ejemplo para:

- a) Tomar medidas técnicas en conjunto para lograr mayor y mejor información que sirva a, los programas de mejoramiento.
- b) Para trigo: proyecto de evaluación cooperativa de resistencia a la acidéz del suelo, de especies y cultivares que podria dar resultados concretos e inmediatos, dada la importancia de este problema para una gran region de Latino America.

Rocha, M. (Brasil): Solicita a los participantes que entreguen a la mesa proposiciones por escrito, con indicación, si es posible, de los organismos internacionales en condiciones de financiar las acciones.

Luzzardi, G. (Brasil): Propone: dada la importancia de las Septorias spp. y Giberella sp en A. Latina, realizar un ensayo internacional uniforme, para determinar fuentes de resistencia, a realizarse en distintos lugares del continente. Crear posiblemente, un mayor intercambio de material segregante entre nuestros países. En el supuesto de que el BID se interesará en el programa, sugiere se constituya una comisión para que elabore un anteproyecto para ser sometido a consideración de la institución para su estudio y financiación. Los ensayos deben ser específicos, de objetivos concretos, evitando la diseminación de enfermedades mediante el respectivo tratamiento de las semillas, sembrados bajo condiciones generales de campo y prácticas agronómicas, que eviten en los posible factores de distorsión en la toma de notas. Pide también, como sugerencia para el plenario, un reconocimiento a la trascendente labor científica desarrollada por el Dr. Iwar Beckman.

Westphalen, G. (Brasil): Propone realizar estudios sobre la eficiencia del uso de la radiación solar en cultivares de zonas de clima húmedo, para aumentar la eficiencia de selección de tipos primaverales de alto aprovechamiento de radiación solar y de mejor adaptabilidad a regiones húmedas.

Otoni de Souza Rosa (Becotrigo): Informa que los participantes que presentaron trabajos a la reunión deben enviarlos directamente al Dr. V. Johnson (Nebraska), antes del 1<sup>o</sup> de diciembre proximo. Antes del proximo lunes 28 de octubre deben entregar asimismo al Dr. Johnson, un resumen en ingles, no mayor de una pagina,

de cada trabajo. De no ser posible en ingles, en portugues o castellano.

Rocha, M. (Brasil): Pone a discusión el último punto general del temario que se refiere a las sugerencias para formular conclusiones generales de la conferencia. Sugiere que deberán ser discutidos puntos tales como:

- a) Utilidad de la reunion
- b) Si se desea continuar con este tipo de reuniones
- c) Periodicidad de las reuniones
- d) Países interesados en ser sede de la proxima conferencia
- e) Plantear ante los respectivos gobiernos la inquietud de los participantes a la conferencia respecto a la preocupación de procurar el autoabastecimiento en trigo y las maneras o medidas necesarias para conseguirlo.

Se sugieren los puntos anteriores, pero si hay otras ideas se pide que las mismas sean exteriorizadas.

Alarcon (Paraguay): Paraguay tiene problemas muy serios en produccion de trigo, por razones climáticas y falta de suficiente investigación. Propone en consecuencia: a) se constituya un Comité Latino americano para Investigacion en Trigo, que podría dar mas agilidad a las conclusiones de ésta y otras reuniones. b) Que la reunión sea periodica, cada dos años, dando así oportunidad para un mayor contacto entre técnicos. Considera que la reunión fue de suma utilidad. c) Crear un vivero latinoamericano del tipo IRN del USDA, mas ágil y de un mayor volumen, 600-700 variedades o líneas para a proporcionar una base genetica mas amplia de resistencia las enfermedades a los programas nacionales. Solicitar al CIMMYT la posibilidad de manejarlo. d) Personalmente estima que el Paraguay está interesado en ser sede de la proxima reunion latinoamericana de trigo, Es propósito interesar al gobierno de su país en la toma de decisiones y asignación de recursos en apoyo de la investigación y por ende de la producción triguera.

Godoy, E. F. (Argentina): Concreta algunos puntos en discusión:

- a) La reunion fue útil, contribuyó a los contactos personales entre técnicos e investigadores, aspecto sumamente importante
- b) Se debe proseguir con este tipo de reuniones y podrian estudiarse medidas para mejorarlas aún mas. Recomienda que la misma se repita en un plazo a ser determinado.
- c) Deben destacarse los resultados y las aspiraciones de todos los países interesados, respecto a la autosuficiencia en cuanto a la producción de trigo.
- d) Sobre que hacer: la base seria aumentar la investigación en trigo y proponer a los gobiernos que formulen políticas de estímulo para ello.
- e) Para que la investigacion sea mas efectiva y responda a objetivos mas concretos, deberá procurarse una vinculación mas estrecha entre los técnicos de Latino America; deberá darse a la reunión una organización y estructura que permita cumplir lo enunciado anteriormente.

f) Debe señalarse a la opinión pública y a los Gobiernos que los técnicos aquí reunidos estiman que el peso y la gravedad del problema triguero en L. America es agobiante, existiendo extrema urgencia para la adopción de medidas que conduzcan a rápidas soluciones.

Johnson, V. (Nebraska): En el caso de que estima necesario repetir esta Reunión considera importante que los participantes decidan la periodicidad de la misma y la sede de la misma. Esta resolución, surgida de esta Conferencia, sería de trascendencia para los Organismos Internacionales, interesados en patrocinarla.

Quiñones, M. (Mexico): Complemento y aprueba las recomendaciones de Godoy. Las mayores limitantes al estímulo de la producción agrícola y a la investigación proviene de la falta de reconocimiento de los Gobiernos acerca de la importancia de los problemas agrícolas. Considera necesario incluir recomendaciones dirigidas a las autoridades agrícolas, apoyadas por todos los técnicos participantes, destacando la urgencia en la adopción de medidas para fomentar todos los esfuerzos destinados a aumentar la producción de alimentos en general y de trigo en particular.

Pavoni (Argentina): Apoya la propuesta de Quiñones y de los demás participantes, como una forma de evitar la erosión de los esfuerzos de la investigación agrícola en L. America.

Rocha, M. (Brasil): Estima que las condiciones de precio y ciertas políticas agrícolas han dañado el trabajo de productores e investigadores. A veces condiciones internacionales de mercado, de ocurrencia ocasional y que no son posibles de controlar por los países individualmente deben ser tenidas igualmente en cuenta.

Kugler, W. F. (FAO): Recomienda analizar cuidadosamente todas las acciones por perfeccionar o emprender. Dadas las características de esta Reunión, auspiciada por diversas instituciones, la preocupación respecto a su continuidad, estima importante se plantee esta materia, de manera formal a las Instituciones Internacionales. De este modo, las inquietudes aquí expresadas, podrían ser consideradas por los mecanismos ya establecidos o aquellos que se proyecta establecer en el futuro inmediato, permitiendo una mejor canalización de los recursos disponibles y su utilización más efectiva.

Rocha, M. (Brasil): El Dr. Johnson, ha solicitado que haya unanimidad en las resoluciones, para que estén respaldadas por un apoyo más fuerte. Hay acuerdo en seguir con reuniones de este tipo? Se acepta unánimemente. Qué periodicidad o plazo se establecería?

Quiñones, M. (Mexico): Dos años es un plazo demasiado breve, 3 o 4 años sería un plazo más adecuado.



Santiago, J. (FAO): Es verdad que un plazo de 2 años, es demasiado breve, pero tambien es cierto que la urgencia de los problemas en algunos paises, exige mayor celeridad.

Cortazar, R. (Chile): La reunion debe hacer se en forma periodica. El plazo dependerà de factores economicos. Se podria aprobar la resoluciòn aceptando seguir con las reuniones, dejando para posterior estudio el plazo.

Rocha, M. (Brasil): Recomienda que esta materia, en general, sea consultado por los delegados con los respectivos gobiernos.

Alarcon (Paraguay): El señor Ministro de Agricultura del Paraguay manifesto gran interes en la materia. Existe clima propicio en el Ministerio oficialmente.

Rocha, M. (Brasil): Propone se esigne una Comision para la redaccion de las conclusiones; estima que los organismos internacionales deben estar representados en la misma. Las conclusiones deben ser presentadas al plenario en Passo Fundo.

Santiago, J. (FAO): Estima que los aspectos epidemiológicos no recibieron suficiente atención durante las sesiones. Deberia tomarse una resoluciòn al respecto. Una recomendaciòn surgida de esta reuniòn deberia destacar la necesidad de la realizaciòn de estudios cooperativos sobre epidemiologia en estos paises. Fue propuesto por uno de los participantes que al decidirse la sede de la proxima reunion se indicara simultaneamente otra sede alternativa. En el supuesto de que la sede elegida en primer término no cumpliera con los preparativos necesarios en el lapso del primer año, la sede alternativa podria solicitar oficialmente para sí la organizaciòn de la conferencia. Se pide tambien que todos los trabajos sean presentados en sesiones, plenarias, otorgándoseles el tiempo que fuese necesario para su exposiciòn.

Rocha, M. (Brasil): En nombre de la mesa sugiere que la comisiòn sea constituida por un representante de cada Organismo Internaonal presentes en la Conferencia y por un delegado de cada pais, elegido por las respectivas delegaciones. Propone al Dr. N. Borlaug, Dr. V. Johnson, Dr. W. F. Kugler, Dr. H. Caballero, sugiriendo como presidente al Dr. N. Borlaug. La sala acepta la proposiciòn de la mesa y se levanta la sesiòn.

PROPOSICIONES FORMULADAS; PARA SER PRESENTADAS  
AL COMITE DE REDACCION Y CONCLUSOIONES

- A) Acciones inmediatas
1. Trigos de Primavera - Ensayos Internacionales  
Los participantes envíen sus mejores materiales al CIMMYT para ser incluidos en los ensayos internacionales, como una forma de mejorar el intercambio.
  2. Trigos de Invierno - Ensayos Internacionales
    - a) Diseñar una IWWPN específico para el Hemisferio Sur
    - b) Todas las variedades incluidas en el IWWPN para el Hemisferio Norte sean también puestas a disposición de los cooperadores del Hemisferio Sur, aunque sea en forma de jardín.
    - c) Agregar dos sitios de prueba adicionales en China y uno en Africa del Sur, para aumentar la eficiencia con un mayor número de medio-ambientes y prospección de resistencia a enfermedades.
    - d) Se solicita un set para Chillan (chile)
  3. Septoria spp.
    - a) Organizar una red más eficiente de ensayos ampliándola a Sud Africa, Argelina, Tunez, parte alta de Ecuador, además de los trabajos que ya se realizan en Brasil y Argentina.
    - b) Se propone realizar un Ensayo Uniforme sobre Septoria spp. y Gibberella spp.; presentar un anteproyecto al BID-IICA, formulado por una comisión ad-hoc, si las instituciones mencionadas lo consideran de interés para ser financiado.
  4. Afidos y enfermedades virosas
    - a) Se propone realizar ensayos cooperativos de investigación sobre áfidos (pulgonos) para determinar sistemática de especies, migraciones, ciclo biológico y control como así también tipo de daño económico.
    - b) Conjuntamente con el problema de los pulgonos, se recomienda dar especial atención a los problemas concurrentes de enfermedades virosas (barley yellow dwarf virus) y la estimación de su importancia económica y mejoramiento genético respectivo.
  5. Viveros de Material Segregante (SN)
    - a) Se recomienda que los países participen en forma más intensa en estos viveros, enviando mayor cantidad de germoplasma para su estudio y distribución.
    - b) Se propone que se brinde a los técnicos de cada país participante en estos programas la oportunidad de seleccionar material segregante en su medio ambiente de origen.
    - c) Material segregante de trigos invierno x primavera (IxP) Se recomienda hacer uso más intensivo de este material, dadas las posibilidades que el mismo ofrece.
    - d) Frente al problema general de la producción de trigo, se recomienda intensificar los esfuerzos para la creación de variedades más eficientes de amplia base de adaptación ecológica.

B) Nuevas Propuestas de Colaboración- Financiamiento y Coordinación

1. Tolerancia a la acidez de los suelos, toxicidad del Al y Mn  
Se propone realizar investigaciones cooperativas sobre acidez de los suelos como asimismo con respecto a la toxicidad del aluminio y del manganeso, para orientar adecuadamente los trabajos de mejoramiento genético.
2. Investigaciones sobre fertilidad  
Se recomienda la intensificación de investigaciones destinadas a un aprovechamiento más eficiente de los fertilizantes, particularmente con relación al fósforo.
3. Ubicación ecológica de los ensayos cooperativos  
Se recomienda brindar información, en oportunidad de dar a conocer información de ensayos cooperativos, sobre el suelo, clima etc, que posibiliten una interpretación más adecuada de, los resultados y respectivas comparaciones.
4. Grupos de trabajo por especialidad  
Se propone dar oportunidad para que grupos más reducidos de especialistas, trabajando en problemas comunes puedan reunirse en sesiones de trabajo preparatorias a las Conferencias o Reuniones Plenarias sobre trigo.
5. Investigaciones fitopatológicas  
En vista de la trascendencia de los problemas que plantean las enfermedades del trigo, se recomienda intensificar el estudio epidemiológico de las enfermedades de mayor importancia económica, como así también una integración más íntima de esta especialidad con la labor del mejoramiento genético.
6. Investigaciones sobre eficiencia fotosintética  
Se propone realizar estudios sobre la eficiencia de variedades en el uso de la radiación solar en climas húmedos.
7. Investigaciones sobre resistencia a heladas o tolerancia a bajas temperaturas  
La expansión del área cultivada con trigo en Perú está condicionada al desarrollo de variedades tolerantes o resistentes a las heladas.  
Las investigaciones respectivas serían de suma utilidad general a muchos países. Perú ofrece en tal sentido, su colaboración para estudios cooperativos sobre el tema.
8. Capacitación entrenamiento en fitomejoramiento genético y técnicas de producción  
Se recomienda motivar y apoyar decididamente la formación, capacitación y perfeccionamiento de técnicos en las disciplinas indispensables al fitomejoramiento genético y técnicas de producción, por cuanto la formación de elencos técnicos altamente capacitados, resulta esencial para el eficiente desarrollo de programas de producción de trigo.

C) Propuestas Generales

1. El Plenario recomienda que se destaque ante la opinión pública y los Gobiernos e Instituciones correspondientes, la oportunidad de esta Reunión Latinoamericana de Trigo y las valiosas opiniones e informaciones intercambiadas.  
Se reconoció y se puso de manifiesto la gravedad del problema triguero latinoamericano, recomendándose con el respaldo unánime de todos los técnicos allí reunidos, representar esta situación

ante sus respectivos gobiernos, en el interes de que se concentren esfuerzos de estimulo a la produccion e investigacion, destinados a conseguir, lo antes posible, un abastecimiento adecuado a las necesidades de este cereal.

2. Se piensa que el estímulo al intercambio científico multiplicará la eficiencia de los esfuerzos de cada país en apoyo al esfuerzo general; por lo tanto se recomienda que la Reunion Latinoamericana se repita con cierta periodicidad. Al respecto se proponen Reuniones cada 2 o 3 años.
3. Paraguay propone extraoficialmente su candidatura como sede de la proxima Reunion, a 2 años de plazo.
4. Se propone que simultaneamente con la designación de la sede de la proxima Reunion, se proponga una sede alternativa y asi sucesivamente.
5. Dar a conocer y tomar resolución sobre el Proyecto Cooperativo de Investigación Agropecuaria de los Países del Cono Sur y del Fondo Simon Bolivar para investigaciones sobre produccion de alimentos en America Latina.
6. Se propone que el Plenario haga una declaración de reconocimiento de la labor científica del Dr. IWAR BECKMAN, por la contribución tan importante a la triticultura mundial del germoplasma creado por tan ilustre investigador.
7. Se propone que el Plenario formule una declaracion de reconocimiento al movimiento cooperativo del Brasil, que a traves de su dinamico accionar no solo ha contribuido al desarrollo de una solida infraestructura para la comercializacion, manejo y almacenaje de las cosechas, como asi tambien de servicios y asistencia a sus asociados, sino que ha fortalecido igualmente el desarrollo científico, al crear su propio centro de experimentacion e investigacion dedicado principalmente a la creacion de mejores variedades de trigo, soja y otras especies.

#### Recomendaciones al Plenario:

Los miembros de los diversos países representados en esta Conferencia desean expresar sus mas sinceros agradecimientos a las Instituciones y personas que patrocinaron y organizaron la Conferencia, como asimismo a todos aquellos que brindaron atenciones inolvidables de extrema cordialidad y afecto a todos y cada uno de los delegados a esta Primera Reunion Latinoamericana de Trigo.

Desean expresarles sus mas fervientes deseos de progreso y prosperidad, al mismo tiempo que les ofrecen en sus respectivos países, la seguridad de una amistad sin limitaciones y una acogida fraternal:

Ministerio de Agricultura

Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuarias - EMBRAPA

Secretaria de Agricultura y Ganaderia del Estado de Rio Grande do Sul  
Fecotrigo

Universidad de Nebraska

USAID

FAO

Prefectura Cooperativa Triticola de Julio de Castilhos

Cooperative Regional Castilhense de Carnes y Derivados

COTRIJUI - Cooperativa Triticola de Ijuí  
Cooperative de Produtores Cruzaltenses  
Asociación de Produtores de Semilla de Río Grande de Sul  
Cooperativa Triticola de Passo Fundo  
Sr. Joao Grazziotin

Deseamos muy especialmente agradecer a Brasil, que a través de una organización perfecta puso todos los medios necesarios para el desarrollo de esta reunión que estamos seguros será de importancia fundamental para el desarrollo del cultivo del trigo en todos los países americanos.

Queremos hacer especial mención de la interesantísima excursión que no nos dio a conocer el magnífico desarrollo de la investigación en Río Grande do Sul y su Agricultura y además permitió que con cariño de hermanos nuestros amigos brasileños nos dieran una visión de la vida, costumbres y folklore de este gran país demostrándonos de esta forma su inmensa hospitalidad.

Finalmente deseamos dejar constancia igualmente de nuestro agradecimiento, a todos los técnicos y personal de las Instituciones Nacionales y Estaduales que nos brindaron su amistad y conocimientos para el mejor desarrollo y éxito de esta Conferencia.

Dr. Hernan Caballero - IICA

Algunas consideraciones y recomendaciones sobre la colaboración internacional para la investigación en trigo.

**CONSIDERANDO:**

1. Que es de imprescindible necesidad aumentar la productividad agrícola en los rubros alimentarios.
2. Que en los países en desarrollo, los recursos son escasos, la investigación es relativamente cara o costosa y además inadecuadamente financiada y comprendida,
3. Que la investigación, sin por falta de intensidad o por carecer de vehículos eficientes de divulgación de la tecnología obtenida, no ha logrado aun producir un verdadero y perdurable impacto en el medio rural y en el desarrollo socio-económico de los países de América Latina,
4. Que en los países en desarrollo existe una capacidad instalada en recursos humanos para la investigación que hoy día no se aprovecha integralmente,
5. Que numerosos organismos internacionales y otras instituciones realizan muchas veces esfuerzos aislados y no debidamente coordinados en diversos aspectos que hacen a la investigación agrícola y la asistencia técnica,

**SE RECOMIENDA**

Realizar gestiones concretas ante los organismos internacionales y otras instituciones interesadas en investigación agrícola para aunar esfuerzos coordinando la acción dentro de los países y entre los países con miras a enfocar y desarrollar debidamente la investigación agrícola para obtener el máximo provecho de los medios disponibles y producir así un verdadero impacto en el medio rural y en el desarrollo socio-económico de los países de nuestra América.

Dr. Rene Cortazar - Chile

I Propuesta al Plenario

1. Obtener que todos los organismos internacionales y otras instituciones (CIMMYT) que trabajan en el area, creen un comite coordinador de la labor que desarrollan en relacion con trigo.
2. En este Comité debería estar representados por un delegado, cada Institucion Internacional y ademas estar representados por otros tres delegados elegidos por los paises interesados.
3. Este Comité coordinaría toda la labor en trigo. Podría solicitarse al IICA que diese apoyo tecnico-administrativo a dicho Comité.

II Considerando que al problema mas grave que tiene la investigacion en nuestros paises es la incomunicacion y aislamiento de sus profesionales es necesario proponer un sistema eficiente que termine con esta situacion se sugiere:

- a) Mantener esta reunion cada 3 anos
- b) Incrementar las posibilidades de intercambio entre los investigadores de paises cercanes, mediante un mecanismo que permita visitas en epocas oportunas por periodos de 15 dias a 3 semanas.
- c) Se podría solicitar al IICA (y/o demas Instituciones) que incrementen sus esfuerzos en este aspecto, actividad en el IICA desarrolla actualmente, pero con menor intensidad que lo deseable.

Dr. Gilberto C. Luzzardi (Brasil)

1. Voto de reconocimiento al Dr. Iwan Beckman, por su contribucion a la triticultura mundial por la importancia y consecuente difusion de germoplasma y material genetico sintetizado por tan ilustre investigador.
2. Atento a la importancia de los perjuicios ocasionados por la Septoria nodorum, Septoria tritici y Gibberella zeae  
Se sugiere la realizacion de ensayos uniformes para la determinación de fuentes de resistencia en distintos puntos del continente. Al margen de la obtencion de valiosa informacion respecto a la reaccion de los cultivares bajo diversas condiciones ambientales, la colaboracion establecida facilitará el intercambio de material segregante, cuando así fuese deseado.

En atención al interes exteriorizado por la Comision de Alto Nivel del Banco Interamericano de Desarrollo BID, se sugiere la constitucion de una comision integrada por representantes de los paises interesados para el estudio de la viabilidad de la realizacion de los ensayos uniformes y de la probable elaboracion de un anteproyecto a ser encaminado a traves del BID.

3. Se sugiere que las pruebas de resistencia de los cultivares de trigo a las enfermedades sean especificos para cada una de las mismas, procurando evitar la incidencia de otros factores, como el uso de fungicidas, insecticidas selectivos y de otras practicas culturales como la irrigación y la fertilización.







PARTICIPANTS

<u>Name</u>	<u>Country</u>	<u>Address</u>
ANTONELLI, Henrique Francisco	Argentina	Calle Rivadavia 1439 Buenos Aires
BUCK, Carlos G.	Argentina	La Dulce F.C.G.R. Buenos Aires
GABINI, Henrique	Argentina	INTA Bordenave
GARBINI, Santiago	Argentina	Estacion Experimental Agropecuaria INTA, Bordenave Buenos Aires
GLAVE, Adolfo Enrique	Argentina	Estacion Experimental Agropecuaria INTA, Bordenave
GODOY, Ernesto	Argentina	Estacion Experimental Regional Agropecuaria Casilla de Correo 21 Pergamino
ERNIE, Enrique Rene	Argentina	Estacion Experimental de Balcarce INTA Balcarce, Buenos Aires
KLEIN, Enrique Carlos	Argentina	Plá (Bs-As) FGB
KLEIN, Oscar Antonio	Argentina	Plá (Bs-As) FGB
MACHADO, Nelson G.	Argentina	Cargill S.A. Casilla de Correo 143 Necochea - Buenos Aires
MOLINA, Jorge	Argentina	Faculdade de Agronomia y Veterinaria Av. San Martin 4453 Buenos Aires
MONSALVO, Martin J.	Argentina	Estacion Experimental Regional Agropecuaria Anguil
NIJENSOHN, Leon	Argentina	Faculdade de Ciencias Agrarias Chacras de Coria (Prov. Mendoza)

<u>Name</u>	<u>Country</u>	<u>Address</u>
PAPADAKIS, Juan	Argentina	Cordoba 4564 Buenos Aires
PAVONI, Juan Carlos	Argentina	Criadero Cargill Necochea Prov. Buenos Aires
OLSON, Robert A.	Austria	International Atomic Energy Agency - FAO Karntner Ring 11 P.O. Box 645 A-1011 Vienna
LONG, Max G.	Bolivia	U.S. AID Mission to Bolivia Casilla 673 La Paz
VILLARROEL, Hugo	Bolivia	Estacion Experimental de Chinoli Potosi
ABRAO, José Joaquim	Brasil	FECOTRIGO Centro de Experimentação e Pesquisa Caixa Postal 10 98.100 - Cruz Alta Rio Grande do Sul
ALCOVER, Milton	Brasil	IAPAR Av. Rio de Janeiro, 675 Caixa Postal 3331 86.100 - Londrina Paraná
ASSIS, Alberto Manoel	Brasil	Cooperativa Agrícola Mista Maracajú Ltda Caixa Postal 96 79.150 - Mato Grosso
BAIER, Augusto Carlos	Brasil	Centro Nacional de Pesquisa de Trigo EMBRAPA - Caixa Postal 569 99.100 - Passo Fundo Rio Grande do Sul
BARCELLOS, Amarilis Labes	Brasil	IPEAS - EMBRAPA Caixa Postal "E" 96.100 - Pelotes Rio Grande do Sul

<u>Name</u>	<u>Country</u>	<u>Address</u>
BARKER, Mike	Brasil	Rua Nascimento Vargas, 164 99.100 - Passo Fundo Rio Grande do Sul
BARROS, Benedito de Camargo	Brasil	Instituto Biológico Fazenda Experimental Mato Dentro Caixa Postal 70 13.100 - Campinas Sao Paulo
BICCA, Luiz Ferreira H.	Brasil	IPEAS - EMBRAPA Caixa Postal "E" 96.100 - Pelotas Rio Grande do Sul
BLUMENSCHIN, Almiro	Brasil	Departamento Técnico Científico EMBRAPA - Caixa Postal 1316 70.000 - Brasília Distrito Federal
BODANESE, Maria Helena	Brasil	UFRGS - Instituto de Genética Rua Prof. Annes Dias, 112- 13 <sup>o</sup> A - Sala 7 Caixa Postal 1953 90.000 - Porto Alegre Rio Grande do Sul
BORKERT, Clovis Manoel	Brasil	Centro Nacional de Pesquisa de Trigo EMBRAPA - Caixa Postal 569 99.100 - Passo Fundo Rio Grande do Sul
BOUGLÊ, Bernard	Brasil	Centro Nacional de Pesquisa de Trigo F.A.O. - Caixa Postal 351 99.100 - Passo Fundo Rio Grande do Sul
BRESOLIN, Miguel	Brasil	Estação Experimental Secretaria da Agricultura Caixa Postal 44 95.710 - Veranópolis Rio Grande do Sul

<u>Name</u>	<u>Address</u>	<u>Country</u>
CABRAL, Irineu	Brasil	EMBRAPA Caixa Postal 1316 70.000 - Brasília - D.F.
CAETANO, Veslei da Rosa	Brasil	Centro Nacional de Pesquisa de Trigo EMBRAPA Caixa Postal 569 99.100 - Passo Fundo Rio Grande do Sul
CAMARGO, Carlos Eduardo de Oliveira	Brasil	Instituto Agronomico de Campinas Caixa Postal 28 13.100 - Campinas Sao Paulo
CAMPOS, Alfeu Euzébio	Brasil	Estação Experimental de Sao Borja Secretaria da Agricultura Caixa Postal 22 97.670 - Sao Borja Rio Grande do Sul
CARVALHO, Fernando Irajá F.	Brasil	UFERGS - Faculdade de Agronomia Caixa Postal 776 90.000 - Porto Alegre Rio Grande do Sul
COELHO, Elisa Thomaz	Brasil	IPEAS - EMBRAPA Caixa Postal "E" 96.100 - Pelotas Rio Grande do Sul
COPPOLA, Geraldo Caputo	Brasil	Estação Experimental de Rio Caçador - EMBRAPA Caixa Postal 1 89.500 - Caçador Santa Caterina
CORÁ, Ronald Joao	Brasil	UPF - Faculdade de Agronomia 99.100 - Passo Fundo Rio Grande do Sul
CORSEUIL, Elio	Brasil	UFRGS - Faculdade de Agronomia Caixa Postal 776 90.000 - Porto Alegre Rio Grande do Sul

<u>Name</u>	<u>Country</u>	<u>Address</u>
DA SILVA, Ady Raul	Brasil	EMBRAPA Rua Jardim Botânico, 1024 20.000 - Rio de Janeiro Guanabara
DA SILVA, Avahi Carlos	Brasil	Estação Experimental de Ponta Grossa EMBRAPA - Caixa Postal 129 84.100 - Ponta Grosse Paraná
DE BARROS, Omar Luiz	Brasil	90.000 - Porto Alegre Rio Grande do Sul
DEL DUCA, Leo de J.A.	Brasil	Rua Vicente da Fontoura 2371 Apto. 33 90.000 - Porto Alegre Rio Grande do Sul
DE SIQUEIRA, Otavio João	Brasil	Centro Nacional de Pesquisa de Trigo EMBRAPA - Caixa Postal 569 99.100 - Passo Fundo Rio Grande do Sul
DE SOUZA, Pedro Roberto	Brasil	IRGA Av. Julio de Castilhos n <sup>o</sup> 585 - 1 <sup>o</sup> andar 90.000 - Porto Alegre Rio Grande do Sul
DIAS, João Carlos Arruda	Brasil	IPEAS - EMBRAPA Caixa Postal "E" 96.100 - Pelotas Rio Grande do Sul
DIAZ, Estanislau	Brasil	IPEAS - EMBRAPA Caixa Postal "E" 96.100 - Pelotas Rio Grande do Sul
DIEHL, José Artur	Brasil	Centro Nacional de Pesquisa de Trigo EMBRAPA-Caixa Postal 569 99.100 - Passo Fundo Rio Grande do Sul

<u>Name</u>	<u>Country</u>	<u>Address</u>
DOBEREINER, Johanna	Brasil	IPEACS - EMBRAPA km 47 da antiga Rodovia Rio-Sao Paulo 20.000 - Campo Grande Guanabara
DOTTO, Sergio Roberto	Brasil	Centro Nacional de Pesquisa de Trigo EMBRAPA - Caixa Postal 569 99.100 - Passo Fundo Rio Grande do Sul
FAGUNDES, Antonio Carlos	Brasil	Instituto de Pesquisas Agronomicas Secretaria da Agricultura Rua Gonçaves Dias, 570 Menino Deus 90.000 - Porto Alegre Rio Grande do Sul
FAUCONNIER, Daniel	Brasil	Instituto Internacional de Potassa Rua Oscar Freire, 1406 Apto. 91 05.409 - Sao Paulo
FEHN, Licelma Martins	Brasil	IPEAS - EMBRAPA Caixa Postal "E" 96.100 - Pelotas Rio Grande do Sul
FELICIO, João Carlos	Brasil	Instituto Agronomico de Campinas Caixa Postal 28 13.100 - Campinas São Paulo
FERNANDES, Maria Irene B. Moraes	Brasil	Instituto de Genética Rua Prof. Annes Dias 112 13 <sup>o</sup> A - Sala 7 Caixa Postal 1953 90.000 - Porto Alegre Rio Grande do Sul
FILHO, José Maciel dos Santos	Brasil	Bahia
FILHO, Marcelo Guerra	Brasil	UFRGS - Faculdade de Agronomia Caixa Postal 776 90.000 Porto Alegre Rio Grande do Sul

<u>Name</u>	<u>Country</u>	<u>Address</u>
FONTOURA, José Ubirajara	Brasil	FECOTRIGO Centro de Experimentação e Pesquisa Caixa Postal 10 98.100 - Cruz Alta Rio Grande do Sul
GAUDÊNCIO, Celso de Almeida	Brasil	Instituto de Pesquisas Agropecuárias Meridional EMBRAPA-Caixa Postal 177 80.000 - Curitiba Paraná
GIBLER, John W.	Brasil	Caixa Postal 2679 90.000 - Porto Alegre Rio Grande do Sul
GILL, B. S.	Brasil	Centro Nacional de Pesquisa de Trigo F.A.O.-Caixa Postal 351 99.100 - Passo Fundo Rio Grande do Sul
GOEFFERT, Carlos Fernando	Brasil	Instituto de Pesquisas Agronomicas Secretaria da Agricultura Rua Gonçalves Dias, 570- Menino Deus 90.000 - Porto Alegre Rio Grande do Sul
IORCZESKI, Edson Jair	Brasil	Centro Nacional de Pesquisa de Trigo EMBRAPA-Caixa Postal 569 99.100 - Passo Fundo Rio Grande do Sul
ISSA, Eduardo	Brasil	Instituto Biológico Fazenda Experimental Mato Dentro Caixa Postal 70 13.100 - Campinas Sao Paulo
JAZAR, João Luiz	Brasil	IPEAME - EMBRAPA Caisa Postal 91 Londrina - Paraná

<u>Name</u>	<u>Country</u>	<u>Address</u>
KUGLER, Walter	Brasil	Centro Nacional de Pesquisa de Trigo FAO - Caixa Postal 351 99.100 - Passo Fundo Rio Grande do Sul
KURTZ, José Oscar	Brasil	Estação Experimental de Rio Caçador - EMBRAPA Caixa Postal 1 89.500 - Caçador Santa Catarina
LAGOS, Mario Bastos	Brasil	Universidade Federal Centro de Ciências Rurais Departamento de Fitotecnia 97.000 - Santa Maria
LANGER, Francisco A.	Brasil	Centro Nacional de Pesquisa de Trigo EMBRAPA - Caixa Postal 569 99.100 - Passo Fundo Rio Grande do Sul
LENA, João T. S.	Brasil	FECOTRIGO-Departamento Técnico Rua dos Andradas, 1234- 8º andar 90.000 - Porto Alegre Rio Grande do Sul
LHAMBY, Julio Cesar Barrenechi	Brasil	Estação Experimental de Rio Caçador - EMBRAPA Caixa Postal 1 89.500 - Caçador Santa Catarina
LINHARES, Aroldo Galion	Brasil	Centro Nacional de Pesquisa de Trigo EMBRAPA - Caixa Postal 569 99.100 - Passo Fundo Rio Grande do Sul
LINHARES, Walesca	Brasil	Centro Nacional de Pesquisa de Trigo EMBRAPA - Caixa Postal 569 99.100 - Passo Fundo Rio Grande do Sul
LUZ, Ney Kramer	Brasil	Estação Experimental de Julio de Castilhos Secretaria da Agricultura Caixa Postal 3 98.130 - Julio de Castilhos Rio Grande do Sul



<u>Name</u>	<u>Country</u>	<u>Address</u>
LUZZARDI, Gilberto Ceciliano	Brasil	Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel Caixa Postal 767 96.100 - Pelotas Rio Grande do Sul
MACHADO, Mauri Onofre	Brasil	IPEAS - EMBRAPA Caixa Postal "E" 96.100 - Pelotas Rio Grande do Sul
MAIRESSE, Luiz Alberto	Brasil	Estação Experimental Fitotécnica Secretaria da Agricultura Caixa Postal 3 98.130 - Julio de Castilhos Rio Grande do Sul
MASCARENHAS, Julio	Brasil	Instituto de Pesquisas Agronômicas Secretaria da Agricultura Rua Gonçalves Dias, 570 Menino Deus 90.000 - Porto Alegre Rio Grande do Sul
MATZENBACHER, Ricardo	Brasil	Centro de Experimentação e Pesquisa FECOTRIGO Caixa Postal 10 98.100 - Cruz Alta Rio Grande do Sul
MEHTA, Yeshwant R.	Brasil	IAPAR Caixa Postal 3331 86.100 - Londrina - Paraná
MIELNICZUK, João	Brasil	Faculdade de Agronomia-UFRGS Caixa Postal 776 90.000 - Porto Alegre Rio Grande do Sul
MIKAESEN, Knut	Brasil	CENA - ESALQ Caixa Postal 96 13.400 - Piracicaba - São Paulo
MIRANDA, Henrique Vela	Brasil	Estação Experimental Fito- técnica de Júlio de Castilhos Secretaria da Agricultura Caixa Postal 3 98.130 - Júlio de Castilhos Rio Grande do Sul

<u>Name</u>	<u>Country</u>	<u>Address</u>
MOR, Morel José	Brasil	FECOTRIGO Centro de Experimentação e Pesquisa Caixa Postal 10 98.100 - Cruz Alta Rio Grande do Sul
NEPTUNE, André M. Louis	Brasil	CENA - ESALQ Caixa Postal 96 13.400 - Piracicaba São Paulo
NETO, Nelson	Brasil	FECOTRIGO Centro de Experimentação e Pesquisa Caixa Postal 10 98.100 - Cruz Alta Rio Grande do Sul
OSÓRIO, Eduardo Allgayer	Brasil	Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel Caixa Postal 767 96.100 - Pelotas Rio Grande do Sul
PACHECO, Victor Alves	Brasil	Ação Moageira de Fomento ao Trigo Nacional Palacio do Comercio Rua Visconde de Cairú 90.000 - Porto Alegre Rio Grande do Sul
PAEZ, Gilberto	Brasil	EMBRAPA - Caixa Postal 1316 70.000 - Brasília - D.F.
PIEROBON, Carlos Roberto	Brasil	IPEAS - EMBRAPA Caixa Postal "E" 96.100 - Pelotas Rio Grande do Sul
PINHEIRO, Joice Marisa	Brasil	Instituto de Pesquisas Agronômicas Secretaria da Agricultura Rua Gonçalves Dias, 570 - Menino Deus 90.000 - Porto Alegre Rio Grande do Sul

<u>Name</u>	<u>Country</u>	<u>Address</u>
POMPEU, João Manoel	Brasil	Estação Experimental Secretaria da Agricultura Caixa Postal 44 95.710 - Veranópolis Rio Grande do Sul
RENTZSCH, Fernando N. T.	Brasil	Instituto de Pesquisas Agronomicas Secretaria da Agricultura Rua Gonçalves Dias, 570 - Menino Deus 90.000 - Porto Alegre Rio Grande do Sul
ROCHA, Milton A. Bianchi	Brasil	Rua Benjamin Constant, 4107 96.100 - Pelotas Rio Grande do Sul
ROSA, Ottoni de Souza	Brasil	FECOTRIGO Centro de Experimentação e Pesquisa Caixa Postal 10 98.100 - Cruz Alta Rio Grande do Sul
ROSITO, Carmine	Brasil	Centro de Experimentação e Pesquisa - FECOTRIGO Caixa Postal 10 98.100 - Cruz Alta Rio Grande do Sul
SANTIAGO, Joaquim Carvalho	Brasil	Centro Nacional de Pesquisa de Trigo FAO - Caixa Postal 351 99.100 - Passo Fundo Rio Grande do Sul
SCHRAM, Wilmar	Brasil	Instituto de Pesquisas Agronomicas Secretaria da Agricultura Rua Gonçalves Dias, 570 - Menino Deus 90.000 - Porto Alegre Rio Grande do Sul

<u>Name</u>	<u>Country</u>	<u>Address</u>
SCHROEDER, Leodonio Francisco	Brasil	FECOTRIGO Centro de Experimentação e Pesquisa Caixa Postal 10 98.100 - Cruz Alta Rio Grande do Sul
SMIDERLE, Plinio	Brasil	Secretaria da Agricultura Caixa Postal 96 79.150 - Maracajú - MT
SOUZA, Getulio	Brasil	Instituto de Pesquisas Agronomicas Secretaria da Agricultura Rua Gonçalves Dias, 570 - Menino Deus 90.000 - Porto Alegre Rio Grande do Sul
SVOBODA, Luiz Hermes	Brasil	FECOTRIGO Centro de Experimentação e Pesquisa Caixa Postal 10 98.100 - Cruz Alta Rio Grande do Sul
TEIXEIRA, José R. Junqueira	Brasil	Estação Experimental de Rio Caçador - EMBRAPA Caixa Postal 1 89.500 - Caçador Santa Catarina
TORRES, Luiz Afonso M.	Brasil	FECOTRIGO Centro de Experimentação e Pesquisa Caixa Postal 10 98.100 - Cruz Alta Rio Grande do Sul
VALLANDRO, Armando	Brasil	Universidade Federal Departamento de Fitotecnia 97.100 - Santa Maria Rio Grande do Sul
VIEGAS, Glauco P.	Brasil	Cargill Agrícola S.A. Sítio São João-Bairro Geraldo 13.100 - Campinas - Sao Paulo

<u>Name</u>	<u>Country</u>	<u>Address</u>
WALDMAN, Luiz	Brasil	Instituto de Pesquisas Agronômicas Secretaria da Agricultura Rua Gonçalves Dias, 570 Menino Deus 90.000 - Porto Alegre Rio Grande do Sul
WASTPHALEN, Sergio Luiz	Brasil	Instituto de Pesquisas Agronomicas Secretaria da Agricultura Rua Gonçalves Dias, 570 Menino Deus 90.000 - Porto Alegre Rio Grande do Sul
ZARETTINI, Tadeu S.	Brasil	URGS - Faculdade de Agronomia Caixa Postal 776 90.000 - Porto Alegre Rio Grande do Sul
ACEVEDO, Juan	Chile	Estacion Experimental Carillanca Casilla no. 58 - D Temuco
ARAOZ, José F.	Chile	Instituto de Investigaciones Agropecuárias La Platina C.C. 5427 - Santiago
ARAYA, Ignacio Ramirez	Chile	Estacion Experimental La Platina Casilla no. 5427 Santiago
CHAVEZ, Lilian Edith Aguayo	Chile	INIA Chillán
CORTÁZAR, René S.	Chile	Estacion Experimental La Platina Casilla no. 5427 Santiago
MARTINEZ, Cristian Hewstone	Chile	Estacion Experimental Carillanca Casilla, no. 58 - D Temuco

<u>Name</u>	<u>Country</u>	<u>Address</u>
PINEDO, Patricio C. Parodi	Chile	Universidade Católica de Chile Santiago
ZAMBRANO, Mario Mellado	Chile	Estacion Experimental Quilamapu Casilla 426 Chillán
LEON, Alfredo	Colombia	IICA Tibiatata
VARELA, Daniel	Colombia	Instituto Colombiano Agropecuário Apartado Aéreo 79-84 Bogotá (1-15)
HIDALGO, Mario Lalama	Ecuador	Estacion Experimental Santa Catalina INIAP - P.O. Box 2600 Quito
PADILLA, Raul Escobar	Ecuador	Estacion Exp. St. Catalina INIAP - Apartado 340 Quito
BORLAUG, Norman	México	CIMMYT Londres 40
QUIÑONES, Marco A.	México	CIMMYT Londres 40
VILLEGAS, Evangelina	México	CIMMYT Londres 40
ARTECONA, Milciades	Paraguay	Cerro Corá, 900 Serviço Nacional de Semillas Assuncion
ATSMON, Sem Y.	Paraguay	C.C. 1212 Assuncion
LOPEZ, Emiliano Alarcon	Paraguay	Ministério da Agricultura Assuncion
MARICEVICH, José	Paraguay	Cerro Corá, 900 Serviço Nacional de Semillas Assuncion
PANIÁGUA, Sinfiriano	Paraguay	Estacion Experimental de Cap. Miranda Encarnacion

<u>Name</u>	<u>Country</u>	<u>Address</u>
PEDRETTI, Ricardo	Paraguay	Ministério de Agricultura y Genederia Assuncion
BALUARTE, Carlos Llosa	Peru	Estacion Agrária de La Molina Lima
PANDO, Luz Gomes	Peru	Universidade Nacional Agrária Apartado, 456 La Molina Lima
PANIZO, José Mendoza	Peru	Estacion Experimental Agropecuaria La Molina Lima
ROMERO, Marino	Peru	Universidade Nacional Agrária La Molina Apartado 456 Lima
CABALLERO, Hernan	Uruguay	IICA - OEA C.C. 1217 - Montevideo
CASTRO, José L.	Uruguay	Instituto "Alberto Boerger" La Estanzuela Departamento de Colonia
LUZZI, Domingo	Uruguay	Instituto "Alberto Boerger" La Estanzuela Departamento de Colonia
PEREA, Carlos	Uruguay	Instituto "Alberto Boerger" La Estanzuela Departamento de Colonia
TAVELLA, Mario	Uruguay	Instituto "Alberto Boerger" La Estanzuela Departamento de Colonia
BALDWIN, A. R.	U.S.A.	Executive Director, Research Cargill, Inc. Cargill Building Minneapolis, Minnesota 55402

<u>Name</u>	<u>Country</u>	<u>Address</u>
DESROISIERS, Russell	U.S.A.	Crops Production Division Office of Agriculture Bureau for Technical Assistance Department of State, AID Washington, DC 20523
JOHNSON, Virgil A.	U.S.A.	338 Keim Hall Department of Agronomy University of Nebraska Lincoln, Nebraska 68503
KLEPPER, Lowell	U.S.A.	Wheat Quality Laboratory University of Nebraska Lincoln, Nebraska 68503
MATTERN, Paul J.	U.S.A.	Wheat Quality Laboratory University of Nebraska Lincoln, Nebraska 68503
SCHLEHUBER, Alva M.	U.S.A.	2007 W. Arrowhead Dr. Stillwater, Okla. 74074
SCHMIDT, John W.	U.S.A.	339 Keim Hall Department of Agronomy University of Nebraska Lincoln, Nebraska 68503
USHERWOOD, Noble	U.S.A.	Atlanta
WILHELMI, Kenneth D.	U.S.A.	Keim Hall Department of Agronomy University of Nebraska Lincoln, Nebraska 68503