

Informe
Programa de Arroz

CIAT 1981

El CIAT es una institución sin ánimo de lucro, dedicada al desarrollo agrícola y económico de las zonas tropicales bajas. Su sede principal se encuentra en un terreno de 522 hectáreas, cercano a Cali. Dicho terreno es propiedad del gobierno colombiano, el cual, en su calidad de anfitrión, brinda apoyo a las actividades del CIAT. Este dispone igualmente de dos subestaciones propiedad de la Fundación para la Educación Superior (FES): Quilichao, con una extensión de 184 hectáreas, y Popayán, con 73 hectáreas, ambas en Cauca. Junto con el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), el CIAT administra el Centro de Investigaciones Agropecuarias Carimagua, de 22,000 hectáreas, en los Llanos Orientales, y colabora con el mismo ICA en varias de sus estaciones experimentales en Colombia, así como con instituciones agrícolas nacionales en otros países de América Latina. Varios miembros del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR) financian los programas del CIAT. Durante 1981 tales donantes son: la Fundación Rockefeller, la Fundación Ford, el Banco Internacional para Reconstrucción y Fomento (BIRF) por intermedio de la Asociación Internacional de Desarrollo (IDA), el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), la Comunidad Económica Europea (CEE), el Fondo Internacional para el Desarrollo Agrícola (IFAD), el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID), y las agencias de cooperación internacional de los gobiernos de Australia, Bélgica, Canadá, España, Estados Unidos, Holanda, Japón, México, Noruega, el Reino Unido, la República Federal de Alemania y Suiza. Además, varios proyectos especiales son financiados por algunas de tales entidades y por la Fundación Kellogg y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

La información y las conclusiones contenidas en esta publicación no reflejan necesariamente la posición de ninguna de las instituciones, fundaciones o gobiernos mencionados.

Serie CIAT 02SR(2)82
Septiembre, 1982

Informe Anual del Programa de Arroz 1981

Contenido

Introducción.....	5
Mejoramiento varietal.....	7
Arroz con Riego.....	7
Resistencia a piricularia.....	7
Otros proyectos de mejoramiento.....	11
Líneas del Programa ICA-CIAT nombradas en otros países.....	14
Arroz de Secano.....	16
Clases de cultivos de arroz de secano.....	16
Evaluación de Materiales.....	18
Patología.....	21
Resistencia a Enfermedades.....	21
Piricularia.....	21
Escaldado de la Hoja.....	30
Pudrición del Tallo.....	32
Añublo Bacterial.....	33
Manejo y Control de Enfermedades.....	33
Información sobre Enfermedades.....	39
Agronomía.....	43
Control de Malezas.....	43
Suelos.....	46
Líneas y Variedades.....	50

Sistemas de Siembra.....	59
Entomología.....	61
Cultivos de Tejidos.....	62
Pruebas Internacionales de Arroz para América Latina.....	63
Resultados de los Viveros Distribuidos en 1979.....	63
Resultados de los Viveros Distribuidos en 1980.....	64
Evaluación de Germoplasma, Selección y Distribución.....	67
Viajes de Observación y Visitas Individuales.....	68
Cuarta Conferencia del IRTP en América Latina.....	72
Distribución de Semilla Básica.....	79
Economía.....	81
Tendencias de la Producción y Consumo de Arroz.....	81
Proyecciones sobre Consumo y Oferta de Arroz.....	88
Estudio de un Caso: Distrito de Riego "La Doctrina".....	92
Capacitación Científica.....	101
Publicaciones del Programa y del Personal Científico.....	103
Personal (a diciembre 31, 1981).....	105

Introducción

El objetivo del Programa de Arroz continúa siendo aumentar la producción mediante el aumento de los rendimientos del cultivo, para suplir en forma abundante y con un producto de alta calidad los requerimientos arroceros de la creciente población de América Latina. Las estrategias son: a) Dar énfasis al mejoramiento varietal para producir materiales con mayor capacidad de rendimiento y mejor calidad, resistentes a los problemas frecuentes de la producción, adaptados a las condiciones de suelos, medio ambiente, agricultor, beneficio y mercado; b) investigar en técnicas agronómicas adaptadas y apropiadas a las condiciones de los países del área; c) transferir a los países los logros de la investigación por medio de los profesionales que trabajan en los programas nacionales.

Las variedades mejoradas se entregan a los programas de arroz de los países por medio de los viveros internacionales de variedades, para que las utilicen a su conveniencia en la mejor forma posible, sea multiplicando su semilla y entregándola directamente a los agricultores como variedades nuevas mejoradas, o usándolas como progenitores en los programas de mejoramiento.

Las técnicas agronómicas apropiadas para las variedades de alta capacidad de rendimiento y adaptadas a las zonas y países se transfieren a los arroceros del área por medio de la capacitación que a través de los programas multidisciplinarios intensivos, especializados o individuales se ofrecen en el CIAT. Los cursos en los países constituyen otro sistema con adecuado efecto multiplicador de los conocimientos adaptados a la región.

Un logro del Programa de Arroz del CIAT en 1981 fue su ampliación para trabajar en arroz de secano, al obtener la financiación requerida. La ampliación había sido aprobada desde 1979 por la Junta Directiva.

Las labores en arroz de secano se iniciaron en marzo, y el Programa cuenta ahora con un mejorador para riego y otro para secano quienes trabajan en diferentes zonas pero en forma coordinada para lograr los objetivos para cada sistema de cultivo; los científicos en patología y agronomía que venían trabajando en arroz de riego deben distribuir ahora su tiempo en ambos sistemas. Así se ha formado un equipo multidisciplinario para investigar y transferir materiales y tecnología sin aumentar en gran número el personal científico del Programa de Arroz.

Mejoramiento Varietal

Arroz con Riego

La estabilidad de los rendimientos y de la producción, mediante el desarrollo de variedades mejoradas que combinen grano de buena calidad con resistencia o tolerancia a los problemas biológicos que más limitan la producción, continúa siendo el objetivo del programa cooperativo ICA-CIAT para el mejoramiento del arroz con riego. La enfermedad fungosa Piricularia oryzae y la virosa hoja blanca, así como el insecto Sogatodes oryzicola se consideran como los problemas predominantes en la mayoría de los países de América Latina. El escaldado de la hoja causado por Rhynchosporium oryzae y el anublo de la vaina causado por Thanatephorus cucumeris son problemas de menor importancia que reciben atención durante la selección y la evaluación de poblaciones segregantes y líneas avanzadas.

Resistencia a piricularia

La obtención de resistencia durable a piricularia continúa siendo la principal meta del programa de mejoramiento, aunque ha sido difícil de obtener hasta ahora. Para explorar las posibilidades de obtener resistencia durable, se están empleando diversas estrategias genéticas como la inclusión piramidal de genes, la concentración de componentes de desarrollo lento de la enfermedad y la combinación de genes.

Poblaciones segregantes de generaciones tempranas (F_2 , F_3 , F_4) se alternan entre CIAT-Palmira e ICA La Libertad (Villavicencio, Colombia); en este último sitio las condiciones ambientales aseguran un método razonable de preselección, no solamente contra la infección de piricularia en la hoja y el cuello, sino también contra el escaldado de la hoja, deficiencia de P, toxicidad de Fe y decoloración del grano. Además, un componente indeseable en la calidad del grano como es el centro blanco se expresa mejor bajo las altas temperaturas de La Libertad, lo que facilita su determinación en los materiales estudiados y su fácil eliminación.

Inclusión piramidal de genes mayores. En el Informe Anual 1980 se presentó información experimental de cuatro líneas piramidales ampliamente probadas, candidatas para ser nombradas como variedades. De estas líneas, el ICA está considerando nombrar la 5738 para el Tolima y la Costa Atlántica.

Además de las anteriores, hay 16 nuevas líneas piramidales avanzadas, evaluadas en ensayos replicados en CIAT-Palmira y en La Libertad, Villavicencio. Siete de estas líneas rindieron tanto como CICA 8 (Cuadro 1) y están siendo purificadas para futuros ensayos regionales.

Por otra parte, se evaluaron en ensayos de rendimiento en el CIAT 73 líneas avanzadas, originadas en 11 combinaciones de diferentes cruces, cada combinación con dos fuentes de resistencia a piricularia

(4440, CICA 7). De estas líneas se seleccionaron 20 por su potencial de rendimiento, tipo y calidad de grano y resistencia al vuelco, a piricularia y a Sogatodes así como por su tipo de planta, para incluirlas en pruebas regionales; además se han incluido en los viveros del IRTP para que sean probadas más ampliamente en los países de América Latina. Uno de los padres de las líneas seleccionadas es Bg 90-2. El Cuadro 2 presenta información sobre ocho de las 20 líneas seleccionadas.

Cuadro 1. Rendimiento de siete líneas piramidales nuevas probadas en CIAT-Palmira.

Línea No.	Centro blanco*	Rendimiento (kg/ha)
6017	0.4	8388
5907	0.2	7826
5964	0.4	7730
5883	0.4	7550
5981	0.4	7552
6015	0.8	7470
5944	0.4	7404
CICA 8	0.8	7706

* Muestras procedentes de La Libertad; calificación en escala 0-5 en donde 0 = ausencia de centro blanco y 5 = grano completamente "yesado".

Resistencia durable mediante combinación de caracteres. Aspectos como períodos largos de latencia entre la inoculación y la infección y entre la infección y la esporulación, bajo número de lesiones, lesiones pequeñas y esporulación reducida son indicativos de la característica conocida como infección lenta o desarrollo lento de piricularia (resistencia horizontal).

En 1979 se cruzaron 12 variedades con características de desarrollo lento de piricularia con variedades susceptibles (CIAT, Informe Anual de 1979). La mayoría de los progenitores con desarrollo lento de piricularia son variedades altas de secano que no se combinan bien con las variedades semienanas de arroz de riego; Camponi/IRAT 8, IR 11-452/IRAT 8 combinan bien en algunos cruces. Setenta poblaciones F_2 que se habían seleccionado masalmente en La Libertad durante 1980, se avanzaron a las generaciones F_3 y F_4 en 1981. Las poblaciones F_4 se sembraron en La Libertad, y de las más promisorias se seleccionaron cerca de 3500 plantas que están siendo evaluadas por calidad y avanzadas a la generación F_5 .

En la Libertad se sembraron otras 90 poblaciones F_2 con fuentes de resistencia del tipo de desarrollo lento de piricularia, la mayoría de las cuales fue afectada severamente por la mancha parda

(Helminthosporium oryzae); también se observó escaldado de la hoja (Rhynchosporium oryzae) en forma severa durante este período; pocas poblaciones escaparon a las manchas de las hojas. De las poblaciones F₂ sembradas, sólo se seleccionó el 40% en forma masal para avanzar a la generación F₃.

Cuadro 2. Rendimiento, calidad del grano y comportamiento molinero de ocho líneas avanzadas, seleccionadas para pruebas regionales en Colombia y para IRTP en América Latina.

Línea No.*	Progenitores	Centro blanco**	Molinería (%)		Rendimiento (kg/ha)
			Grano entero	Total	
11377	4440//Bg 90-2/CICA 7	0.2	60	67	8499
11373	4440//Bg 90-2/CICA 7	0.4	55	64	8364
11292	4440//Bg 90-2/CICA 7	0.8	54	70	8288
11295	4440//Bg 90-2/CICA 7	0.8	59	69	8060
11589	4440//Bg 90-2/Tetep	0.6	54	65	8196
11587	4440//Bg 90-2/Tetep	1.0	54	67	8013
11219	CICA 4//Bg 90-2/Tetep	0.8	54	70	8012
7677	4440//Bg 90-2/CICA 7	1.2	60	70	7902
CICA 8	Testigo	1.0	53	64	8163
Metica 1	Testigo	0.8	56	64	7034

* Todas las líneas son resistentes a piricularia y Sogatodes.

** Muestras de La Libertad; calificación 0-5.

Combinación de genes mayores y menores. Se cree que la combinación de genes verticales con los componentes de desarrollo lento de piricularia pueden proveer mayor estabilidad y duración en la resistencia a la enfermedad.

En el CIAT se sembraron 138 combinaciones de cruces que incluían progenitores con la característica de desarrollo lento de piricularia y progenitores con resistencia vertical, y se cosecharon para ser evaluadas como poblaciones F₂ en La Libertad. Por otra parte, en CIAT-Palmira se avanzó hasta la progenie F₅ un total de 905 selecciones F₄ provenientes de cruzamientos en los cuales se incluyeron progenitores del tipo de desarrollo lento de piricularia (variedad Camponi, de Surinam) y progenitores de tipo de resistencia vertical (el mutante natural K 8 de Sri Lanka); la mayoría de las selecciones se caracterizan por un buen tipo de planta, grano largo, y tallos fuertes. Las combinaciones son:

Bg 90-2	//	Camponi	/	K 8
1170	//	Camponi	/	K 8
3210	//	Camponi	/	K 8
5209	//	Camponi	/	K 8

5745	//	Camponi	/	K 8
CICA 4	//	Camponi	/	K 8
4468	//	Camponi	/	K 8

Concentración y conservación de componentes de infección lenta. La quiebra de la resistencia varietal del arroz a piricularia se ha atribuido generalmente a la falla de las variedades para recapturar, de sus respectivas fuentes progenitoras, el complemento genético de factores en forma completa. La progenie de un cruce que involucre fuentes para un amplio espectro de resistencia rara vez hereda todos los factores de resistencia de sus padres, debido a que el complemento genético se diluye a través de la segregación. Retrocruzar hacia los donantes altos puede conducir a un tipo de planta improductivo aun cuando haya una adecuada protección contra la dilución.

Se está explorando la posibilidad de transferir adecuadamente el complemento genético de donantes altos de amplio espectro por medio de retrocruces simples con el donante alto, en un proyecto que inició el CIAT en 1980 (Programa de Arroz, Informe Anual 1980). Se sembraron poblaciones B₁ F₁ de 24 retrocruzamientos que involucraban tres variedades de Surinam y una de Brasil como padres recurrentes, y se cosecharon para ser avanzados hasta la generación B₁ F₂.

El mismo proyecto fue modificado para involucrar dos fuentes progenitoras diferentes. Se sembraron 21 cruces simples entre variedades enanas y altas con una segunda fuente progenitora diferente a la involucrada en el cruce simple. La población F₁ de los 21 cruces se sembró y cosechó para ser avanzada hasta la generación F₂.

En el Cuadro 3 se presentan cinco combinaciones de cruces del programa de retrocruzamiento y del proyecto modificado para mostrar la diferencia entre los dos proyectos.

Cuadro 3. Cinco combinaciones de cruzamientos en el proyecto de retrocruzamiento y en el proyecto modificado.

Proyecto de retrocruzamiento	Proyecto modificado
Tapuripa ² /5863	IAC 25//5863/Tapuripa
IAC 25 ² /CICA 4	Camponi//IAC 25/CICA 4
Costa Rica ² /Bg 90-2	Camponi//Costa Rica/Bg 90-2
IAC 25 ² /IR 1529	Camponi//IAC 25/IR 1529
Costa Rica ² /2940	IAC 25//Costa Rica/2940

Otros proyectos de mejoramiento

Precocidad. La maduración temprana (105-115 días) es deseable porque permite reducir los costos del riego y los riesgos de daño por temperaturas bajas, a la vez que facilita los cultivos múltiples. La demanda por variedades precoces o tempranas es importante en algunas zonas productoras de arroz en Colombia, como son Tolima y la costa norte, en Panamá, Brasil y Venezuela.

En CIAT-Palmira se evaluaron 58 líneas avanzadas derivadas de siete cruces entre cuatro fuentes de maduración temprana (IR 36, 5461, IR 22, CICA 7) y tres diferentes fuentes de resistencia a piricularia y se compararon con los testigos IR 22 y CICA 7 en dos ensayos de rendimiento. Veinticinco de estas líneas están incluidas en los ensayos IRTP y en las pruebas en Colombia.

Las líneas seleccionadas se caracterizan por su excelente calidad de grano, tipo de planta y resistencia a piricularia, hoja blanca y Sogatodes. La variedad IR 22 continúa siendo popular principalmente por su excelente calidad de grano, pero es afectada severamente por el virus de la hoja blanca y es moderadamente susceptible al insecto Sogatodes; también tiene problemas con su vigor en las etapas tempranas de crecimiento, lo cual no le permite competir favorablemente contra las malezas particularmente cuando se siembra en seco. El Cuadro 4 presenta información sobre calidad de grano, reacción a piricularia, hoja blanca y Sogatodes y rendimiento de las mejores líneas.

En el CIAT-Palmira, bajo condiciones de transplante y de manejo ideal, IR 22 rindió 7000 kg/ha. Sin embargo, se debe tener en cuenta que este alto rendimiento se obtuvo en ausencia de los problemas que más limitan la producción como son hoja blanca, Sogatodes y competencia de malezas. Rendimientos de IR 22 superiores a 4500-5000 kg/ha rara vez se encuentran en condiciones comerciales, donde la variedad es afectada severamente por hoja blanca, por Sogatodes y por la competencia de malezas.

Tolerancia a salinidad. En varios países de América Latina los problemas de producción causados por la salinidad prevalecen en los cultivos de riego. Aquí las variedades mejoradas que combinen tolerancia a salinidad y buena calidad de grano serían útiles para aumentar los rendimientos en los campos afectados por salinidad.

Una variedad de Indonesia llamada Pelita 1/1 ha presentado alta tolerancia a salinidad; la variedad se caracteriza además por un buen potencial de rendimiento y un tipo de planta intermedia. Pelita 1/1 fue cruzada en un cruzamiento triple con CICA 8 usada como donante de resistencia a piricularia y con CICA 7 como donante con resistencia a piricularia y buena calidad de grano.

En CIAT-Palmira se evaluaron 26 líneas avanzadas derivadas de las combinaciones CICA 7//4440/Pelita 1/1 por su potencial de rendimiento; se han identificado 16 que combinan buen potencial de rendimiento, tipo

Cuadro 4. Rendimiento, calidad del grano, reacción a piricularia, Sogatodes y hoja blanca en las 10 mejores líneas de maduración temprana.

Línea No.	Calidad del grano		Molinería		Hoja blanca (%)	Reacción a		Rendimiento (kg/ha)
	Centro blanco*		Grano entero (%)	Total (%)		Piricularia**	Sogata**	
	Nataima	Palмира						
15563	0.4	0.2	59	67	2	R	R	8064
15568	0.8	0.8	61	68	4	R	R	7225
14881	0.2	0.0	61	67	0	MR	R	6977
15511	0.4	0.8	58	68	0	R	R	6928
14819	0.2	0.2	63	67	0	R	R	5526
IR 22	0.4	0.2	63	68	40	S	MS	6119
CICA 7	0.6	0.4	57	66	8	R	MR	5427
14516	0.4	0.4	54	64	4	R	R	7885
14587	0.2	0.2	58	66	12	R	R	7487
14614	0.4	0.4	53	62	4	R	R	7487
14781	0.4	0.6	61	67	0	R	R	7319
14564	0.6	0.4	58	64	5	R	R	7214
IR 22	0.4	0.2	63	68	40	S	MS	7300
CICA 7	0.6	0.4	57	66	8	R	MR	5850

* Calificado en escala 0-5.

** R = resistente; MR = moderadamente resistente; S = susceptible; MS = moderadamente susceptible.

Cuadro 5. Rendimiento, calidad de grano, reacción a piricularia y a Sogatodes de seis líneas provenientes de cruzamientos que incluyen a Pelita 1/1 como progenitor tolerante a salinidad.

Línea No.	Centro blanco*	Molinería		Reacción a**		Rendimiento (kg/ha)
		Grano entero (%)	Total (%)	Piricularia	Sogatodes	
15352	0.4	57	66	R	R	7300
15350	0.4	54	65	R	MR	6996
15373	0.4	56	65	R	MR	6702
15426	0.6	54	65	R	MR	6666
15375	0.4	54	64	R	MR	6573
15363	0.6	54	64	R	MR	6446
CICA 8	0.8	54	65	R	R	5812

* Calificado en escala 0-5.

** R = resistente; MR = moderadamente resistente.

de planta, resistencia al vuelco y calidad del grano, para incluirlas en los viveros del IRTP para observación de tolerancia a salinidad. El Cuadro 5 presenta un resumen del rendimiento en grano, calidad molinera, reacción a piricularia y a Sogatodes de seis de estas líneas seleccionadas.

Mejoramiento de Bg 90-2. La pobre calidad de grano y la susceptibilidad a piricularia, los defectos mayores de Bg 90-2, reducen su uso comercial. Se intentó la incorporación de resistencia a piricularia en la Bg 90-2 cruzándola y retrocruzándola con Tetep. Se identificó un retrocruce (línea Bg 90-2³/Tetep) por su resistencia a piricularia y mejor calidad del grano; la línea 7152 ha sido incluida para evaluación en los viveros de IRTP para América Latina; su calidad de grano, rendimiento y calidad molinera se presentan en el Cuadro 6.

Mejoramiento por mutaciones. Plantas de tipo alto con tallos débiles son características de los donantes de amplio espectro que los hacen indeseables como padres recurrentes en retrocruces. El enanismo inducido en esos donantes altos por medio de la irradiación debe eliminar su limitación (Programa de Arroz, Informe Anual 1979). Las variedades Tetep, Tadukan, Moroberekan, O.S. 6, IAC 25 y Tapuripa fueron irradiadas y de ellas se seleccionaron 83 líneas cuya altura variaba de la típica enana hasta la de tipo intermedio. Las enanas seleccionadas han sido evaluadas con sus respectivos padres para resistencia a piricularia bajo las condiciones de La Libertad.

Durante el año se evaluó un conjunto adicional de 112 mutantes enanas de M.I. 48, Colombia 1, P.I. 184675, Carreon, Bahagia y una variedad de aguas profundas; entre ellas se hicieron selecciones por altura, esterilidad y características de grano, así:

M.I. 48	9 selecciones
Colombia 1	1 selección
P.I. 184675	3 selecciones
Carreon	2 selecciones
Bahagia	7 selecciones
Flotante No. 36	4 selecciones

Adicionalmente se intentó un mejoramiento en la calidad de grano y tipo de la Bg 90-2 por medio de irradiación. Se identificaron dos líneas con mayor longitud de grano y reducción del centro blanco (Cuadro 7).

Líneas del programa ICA-CIAT nombradas en otros países

La línea 6850 (Bg 90-2⁴/Tetep) enviada al IITA Ibadan ha sido nombrada como la ITA 212 y recomendada para pantanos mejorados en Africa Occidental.

La línea piramidal 5738 está bajo multiplicación en Guatemala y va a ser nombrada.

Cuadro 6. Rendimiento, calidad de grano y reacción a piricularia y Sogatodes de una línea retrocruzada de Bg 90-2.

Línea No.	Centro blanco*	Calidad molinera		Reacción a**		Rendimiento (kg/ha)
		Grano entero (%)	Total (%)	Piricularia	<u>Sogatodes</u>	
7152	0.8	56	64	R	R	7211
Bg 90-2	2.5	51	64	S	R	7600

* Calificado en escala 0-5.

** R = resistente; S = susceptible.

Cuadro 7. Calificación de centro blanco en dos líneas irradiadas de Bg 90-2.

Línea No.	Centro blanco*
17517	0.4-0.5
17518	0.2-0.8
Bg 90-2 (no irradiada)	2.0-2.5

* Calificado en escala de 0-5.

Arroz de Secano

El arroz de secano ocupa en América Latina la mayor proporción (75%) del área total sembrada en arroz; el 96.5% de esa extensión corresponde a Brasil. Casi toda la producción de América Central, exceptuando Nicaragua, así como la de Bolivia, proviene del sector secano; en México y Perú están haciendo énfasis en ese sistema de cultivo, y en Colombia, Venezuela y Ecuador es parte significativa del área arrocería total. En vista de la importancia de este sistema de cultivo, el CIAT inició en 1981 un programa para el mejoramiento de arroz de secano.

Clases de cultivos de arroz de secano

El arroz de secano en América Latina no constituye un sistema uniforme en el cual las prácticas de cultivo y las limitaciones de la producción son similares; por el contrario, se presenta en una variedad de ecosistemas, con suelos, precipitación pluvial y distribución de lluvias muy variables, y con niveles de productividad que van desde los más bajos hasta los más altos.

En esta sucesión de ecosistemas es difícil subdividir el sistema de cultivo en varias clases que se puedan definir claramente; sin embargo, se ha intentado su clasificación en los subsistemas cultivo de subsistencia, secano mecanizado de moderadamente a muy favorecido, y secano mecanizado no favorecido, con el fin de analizarlos en términos de sus limitaciones tecnológicas, potencialidad, productividad, prioridades y objetivos.

Cultivo de subsistencia. Es común en áreas remotas de colonización o en los alrededores de las fronteras agrícolas. No existen datos sobre el área y producción total.

Este sistema se caracteriza por la falta de mecanización y aplicación de insumos agrícolas y porque la mano de obra es familiar exclusivamente, lo que constituye el principal problema ya que restringe el tamaño de la explotación, impide reducir las distancias de siembra

por falta de mecanización y limita el uso de insumos agrícolas; las variedades altas y de panículas largas son preferibles ya que facilitan la cosecha, la cual es manual.

Dadas las características de este subsistema y su poca contribución a la producción regional total, el Programa de Arroz del CIAT no lo ha considerado para las actividades de mejoramiento.

Secano mecanizado no favorecido. Este subsistema se presenta en condiciones de precipitación total baja e irregular con períodos secos o "veranicos", que pueden ocurrir en cualquier momento y repetirse varias veces y cuya duración es variable, en ocasiones hasta de 20 a 30 días; los suelos retienen muy poca agua, y es común la presencia de suelos muy ácidos, infértiles con problemas de toxicidad de aluminio y/o deficiencias de fósforo y zinc. En este subsistema se usan variedades altas, susceptibles al vuelvo y a varias enfermedades y se siembran a una densidad baja, con poca aplicación de insumos. El rendimiento es de aproximadamente 1 ton/ha en promedio, pero la variación es grande.

Por el momento el CIAT no trabajará en este ecosistema.

Secano mecanizado moderadamente a muy favorecido. El secano mecanizado muy favorecido está confinado a áreas relativamente planas de América Central y de Colombia, donde la precipitación total sobrepasa los 2000 mm durante un período de 6 a 8 meses sin períodos secos marcados. Los suelos generalmente son aluviales, fértiles, ligeramente ácidos y bien drenados. Se siembran variedades enanas y se aplican insumos, y se obtienen rendimientos de 2.5 ton/ha en promedio, aunque en Colombia son comunes rendimientos de 4 a 5 ton/ha. Los factores que más limitan la producción son: malezas, enfermedades como pircularia y escaldado de la hoja, y volcamiento.

El secano moderadamente favorecido se diferencia del secano muy favorecido por tener una estación lluviosa más corta y menor precipitación total, normalmente con un período seco durante el desarrollo del cultivo; a veces el suelo no es tan fértil. Es característico de la mayor parte de América Central y de una porción grande de la región subamazónica de Brasil.

En América Central se siembran variedades de porte bajo, y en Brasil, donde los problemas de sequía y de deficiencias nutricionales son más severos, se siembran variedades altas. Los promedios de rendimiento en estas dos zonas son de 2.0 y 1.5 ton/ha, respectivamente; sin embargo, las fluctuaciones son grandes debido a la irregularidad de las lluvias. En general, las limitaciones están representadas por sequías moderadas, problemas nutricionales (deficiencias), enfermedades, insectos y malezas.

En el mejoramiento de variedades para las condiciones de secano favorecido en general se tienen objetivos similares a los del sistema de riego: a) porte enano o intermedio, buen vigor, resistencia al volcamiento; b) ciclo vegetativo de 110 a 120 días; c) resistencia estable a pircularia; d) tolerancia a otras enfermedades foliares y de

la panícula tales como Rynchosporium, Helminthosporium, Thanatephorus, etc.; e) resistencia a Sogatodes y a la hoja blanca; f) tolerancia a deficiencias y toxicidades del suelo; g) buen sistema radical; h) grano largo, pesado (26-30 g/1000 granos) con muy poco centro blanco y con contenido de amilosa y temperatura de gelatinización intermedios.

Las sabanas de Colombia y Venezuela, la selva de Perú y talvez la parte norte de Brasil presentan abundante precipitación combinada con suelos ácidos infértiles, pero disponen de variedades altas tradicionales que toleran la toxicidad del aluminio, la deficiencia de fósforo y ciertas enfermedades. Estas regiones representan un ecosistema de gran potencialidad para el arroz y, por consiguiente, se adelantarán allí programas de mejoramiento de variedades con los siguientes objetivos: a) Un potencial de rendimiento moderado (3 a 4 ton/ha); b) tolerancia a piricularia, escaldado de la hoja, Sogatodes, hoja blanca y toxicidad de aluminio; c) altura y macollamiento intermedios, y un buen sistema radical; d) precocidad; e) buena calidad de grano y de cocina.

Evaluación de materiales

Material segregante. El programa de mejoramiento de arroz ejecutado en forma cooperativa por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y el CIAT ha efectuado en los últimos años (CIAT, Informes Anuales 1979 y 1980) un gran número de cruzamientos triples entre variedades de riego y variedades de secano como IRAT 3, IRAT 10, IRAT 13, 63-83, Moroberekan, O.S. 6, Azucena, Lac 23, IAC 25, etc. En Pompeya (Villavicencio, Meta), bajo condiciones de secano favorecido y en un suelo de tipo aluvial con pH de 5.9, 28 ppm de P, 0.21 meq/100 g de K y 2.4 de materia orgánica se evaluaron poblaciones F_2 , F_3 y F_4 en las cuales al menos uno de los progenitores involucrados correspondía a una de las variedades de secano mencionadas. Hubo una alta incidencia de piricularia, escaldado de la hoja, Helminthosporium y hoja blanca.

De las 52 poblaciones F_2 evaluadas se seleccionaron 22 por el sistema masal modificado; las combinaciones Camponi/IAC 25, Camponi/Azucena, Ceysvoni/IAC 25 y Camponi/IP 11-452 lucieron bastante promisorias; de las 17 poblaciones F_3 sembradas, solamente cuatro fueron seleccionadas; en cambio de las 42 poblaciones F_4 evaluadas, 27 aparecieron promisorias y de ellas se cosecharon⁴ unas 700 plantas individuales que serán evaluadas de nuevo bajo condiciones de secano en 1982.

Líneas avanzadas de riego. Alrededor de 150 líneas avanzadas (F_5 , F_6 , F_7) del proyecto de mejoramiento de riego fueron evaluadas en ensayos de rendimiento bajo condiciones de secano favorecido en Pompeya (Villavicencio, Meta) y Urabá (costa atlántica). Hubo una alta incidencia de piricularia, escaldado de la hoja y hoja blanca, pero los datos de los rendimientos obtenidos no son confiables, debido a las lluvias intensas y continuas y a la mala preparación del suelo que incidieron en una mala germinación. Sin embargo, se han identificado 32 líneas interesantes (Cuadro 8) de acuerdo con los datos sobre incidencia de enfermedades, calidad del grano, tipo y vigor de la planta.

Cuadro 8. Algunas líneas mejoradas para condiciones de riego que parecen ser promisorias para secano favorecido.

Línea No.	Progenitores
5959	P 1790-5-5M-6-5M-1B-1B
6017	P 1832-2-2M-2-3M-1B-1B
M-10447	4440 ² /Bg 90-2
M-10468	4440 ² /Bg 90-2
7510	CICA 4//Bg 90-2/Tetep
14557	CICA 7// 5461/CICA 4
14670	CICA 7//5461/4440
14697	CICA 7//5461/4440
14904	CICA 7//IR 36/CICA 9
14906	CICA 7//IR 36/CICA 9
14919	CICA 7//IR 36/CICA 9

Patología

La principal actividad de la sección de Patología del Programa de Arroz en 1981 fue la evaluación extensiva de las líneas de mejoramiento y de nuevos donantes de resistencia a piricularia del tipo desarrollo lento y del tipo no-infección. La evaluación detallada de las líneas promisorias se hizo usando la técnica de microparcels desarrollada en el CIAT.

Se dio énfasis especial a la evaluación de la infección de piricularia en el cuello de la panícula, usando una escala y un método de cuantificación mejorados. Se analizó la reacción a la enfermedad en los estados de plántula en los viveros así como la severidad de la infección bajo las condiciones de campo, para interpretar mejor la reacción en los viveros. Se obtuvo mayor información sobre el desarrollo de la piricularia en los diferentes ambientes de la planta de arroz, incluyendo condiciones de riego y secano, con diferentes niveles de nitrógeno. Se continúa la investigación sobre la eficiencia del control químico en la enfermedad.

Dentro de un convenio de investigación ICA-CIAT se llevaron a cabo experimentos de campo para mejoramiento de arroz en ICA La Libertad.

Resistencia a Enfermedades

Piricularia

Nueva escala para evaluar piricularia en la panícula. Se desarrolló la nueva escala que presenta el Cuadro 1, la cual permite medir la incidencia y la intensidad de la enfermedad para estimar la severidad de piricularia en la panícula, así:

$$\text{Severidad} = \frac{\sum (f \times v)}{p} \quad \text{en donde:}$$

f = frecuencia de panículas afectadas en cada grado
v = valor ponderado correspondiente
p = total de panículas observadas

Este método parece mejor que un simple porcentaje de infección en el cuello, el cual solamente es válido cuando la severidad de la enfermedad es baja (Figura 1). La evaluación de piricularia en la panícula se puede hacer al principio de la etapa pastosa, alrededor de los 20 a 25 días después de la floración. Este período permite una mejor distinción entre los síntomas de piricularia en las infecciones tardías y los de otros hongos como Bipolaris sp. (Helminthosporium sp.).

Evaluación de líneas promisorias en microparcels. Se hizo una detallada evaluación de las líneas promisorias sobre sus propiedades de desarrollo lento de piricularia (Cuadro 2), usando el método de

evaluación de microparcels (2 x 4 m); éstas se manejaron bajo condiciones de secano, con aspersión sobre la planta, cubriendo con plásticos durante la noche para prolongar el período de rocío. Se introdujeron a las microparcels varias clases de aislamientos especialmente patógenos para algunas líneas individuales; esto se hizo tanto por medio del trasplante de plantas infectadas con piricularia a partir de las camas de infección, como también por inoculación artificial.

Debido a infección natural muy baja y a la baja humedad durante el día en el CIAI, la interferencia de inóculo fuera del lote se redujo al mínimo; de otra manera ella hubiera incidido grandemente sobre el comportamiento de las variedades en una evaluación cerrada. Este sistema simula la situación que se presenta cuando una variedad predomina en la región.

Cuadro 1. Escala para la evaluación de piricularia en la panícula.

Escala*	Descripción	Grano afectado** (%)	Valor ponderado
0	Sin lesiones	0	0
1	Lesión solamente en una rama secundaria o en pocos pedicelos	1	1
2	Lesión en pocos pedicelos y ramas secundarias	1-3	2
3	Lesión en algunas ramas secundarias o en las ramas primarias	4-10	5
4	Infección en las ramas primarias	11-20	10
5	Infección parcial en la base o el eje de la panícula	21-30	20
6	Infección total o parcial en la base de la panícula o en el eje	31-50	40
7	Infección parcial o total en la base de la panícula o en el eje	51-75	60
8	Infección parcial en la base de la panícula o el eje	76-95	80
9	Infección total en la base de la panícula o en el entrenudo superior. La panícula frecuentemente se parte en el punto de la infección	95	100

* Para la evaluación de campo se puede usar la escala 0, 1, 3, 5, 7 y 9.

** Granos vanos por la infección de piricularia.

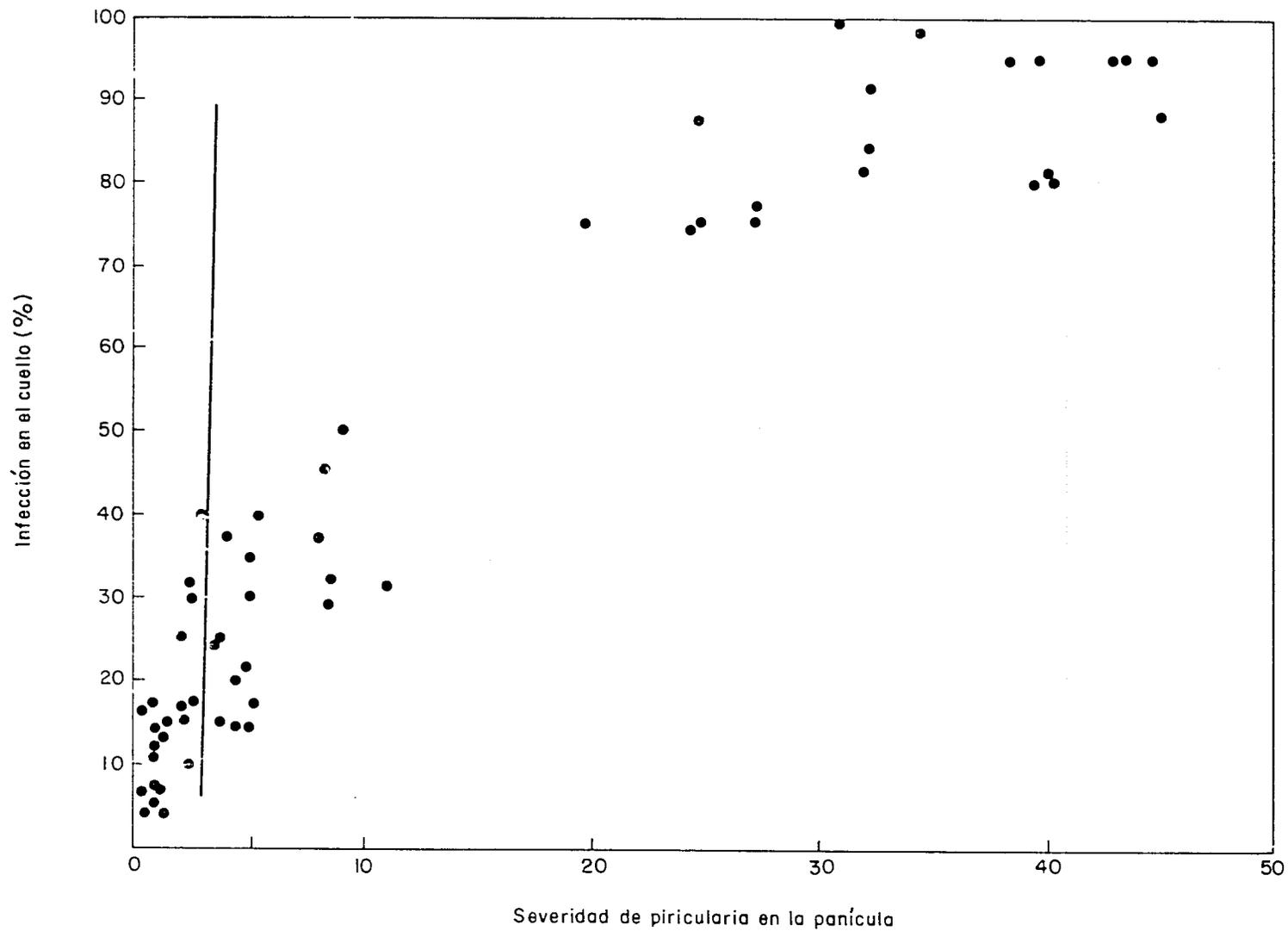


Figura 1. Relaciones entre la severidad de piricularia en la panícula y la infección en el cuello.

Cuadro 2. Evaluación de líneas promisorias para resistencia a piricularia usando el método CIAT para la inoculación de micro-parcelas.

Líneas/cultivares	Area foliar afectada* (%)	Severidad de piricularia en panícula**	Incremento diario*** (k)
5738	0.1 a****	0.6 a	0.006 a
5685	0.1 a	1.4 a	0.007 a
5006 (Metica 1)	0.1 a	0.5 a	0.009 a
5029 (Metica 2)	1.5 a	5.4 a	0.004 a
5709	4.5 b	30.8 b	0.056 b
5715	14.7 c	55.9 c	0.101 c
CICA 8	10.3 b	32.4 b	0.059 b
IR 22	9.1 b	49.8 c	0.060 b
CICA 4	18.0 c	61.0 c	0.091 c
Moroberekan	0.0	0.4 a	0.000

* Promedio de cinco lecturas hechas entre 30 y 70 días después de la siembra, a intervalos de 10 días.

** Promedio de cinco lecturas.

*** La tasa k se calculó usando la transformación "gompit".

**** Los promedios seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes.

Las líneas 5685, 5738, 5006 y 5029 parecen tener resistencia a piricularia del tipo de desarrollo lento. Aunque las tasas de infección de piricularia en la hoja de CICA 8 fueron similares a las de IR 22, la infección en la panícula en CICA 8 fue significativamente más baja.

Evaluaciones de piricularia en la panícula en condiciones de campo.
En La Libertad se evaluó un total de 191 materiales incluyendo líneas de mejoramiento, variedades con desarrollo lento de piricularia y donantes resistentes (Cuadro 3). El desarrollo de piricularia en la hoja no fue severo, pero hubo bastante infección en la panícula.

Cerca del 33% de las líneas en proceso de mejoramiento probadas mostró una baja infección en la panícula. Varias líneas derivadas de cruces incluyendo CICA 8 (4440) y Tetep fueron susceptibles, mientras que muchas líneas que tenían a CICA 7 como progenitor fueron resistentes (Cuadro 4). Se asume que la inoculación natural proviene de los campos comerciales de CICA 8.

Para ampliar y diversificar las fuentes de resistencia se evaluaron nuevos donantes, muchos de los cuales parecen ser promisorios (Cuadro 5). Estos materiales serán probados repetidamente para confirmar su resistencia.

Cuadro 3. Resumen de la evaluación de piricularia en la panícula, en La Libertad*.

Grupo	Número de entradas					Total
	0-5**	6-15	16-30	31-40	40	
Líneas mejoradas	14	9	11	12	34	80
Donantes resistentes	17	5	2	0	5	29
Cultivares con infección lenta	40	4	1	2	3	50
Variedades comerciales***	2	2	2	1	6	13
Líneas con escala 0-5 en el vivero de piricularia****	3	4	6	1	14	28

* Las plantas se cultivaron bajo condiciones de secano.

** Severidad de piricularia en la panícula 0-100.

*** Variedades comerciales en América Latina.

**** Evaluada en el vivero de piricularia en el CIAT, 1981.

Cuadro 4. Evaluación de piricularia en la panícula y de escaldado en la hoja, en líneas mejoradas en La Libertad, bajo condiciones de secano.

Línea No.	Cruces	Piricularia en la panícula*	Escaldado en la hoja**	Rendimiento (kg/2 m ²)
11219	CICA 4//Bg 90-2/Tetep	0.2	5	1.07
11308	4440//Bg 90-2/CICA 7	0.7	5	1.23
11353	4440// Bg 90-2/CICA 7	5.6	5	1.47
11435	CICA 9//Bg 90-2/CICA 7	0	5	1.17
11568	4440//Bg 90-2/Tetep	39.2	3	0.91
11587	4440//Bg 90-2/Tetep	39.1	3	0.74
11589	4440//Bg 90-2/Tetep	41.2	5	0.48
11606	4440//Bg 90-2/Tetep	41.2	5	0.50
11716	Bg 90-2//4440/CICA 7	1.2	5	1.43
11744	Bg 90-2//4440/CICA 7	1.1	5	0.92
11791	Bg 90-2//CICA 9/CICA 7	0.3	5	0.81
11871	CICA 4//4440/CICA 7	4.0	5	1.17
11972	Bg 90-2//CICA 9/CICA 7	36.7	5	0.98
11974	Bg 90-2//CICA 9/CICA 7	13.5	5	1.02
11988	Bg 90-2//CICA 9/CICA 7	17.9	5	1.12
11994	Bg 90-2//CICA 9/CICA 7	16.5	5	1.30
8702	CICA 4//4440/CICA 7	5.2	5	1.06
12021	4422//Bg 90-2/CICA 4	64.1	5	0.78

* Severidad: 0 = sin enfermedad; 100 = máxima.

** Escala estándar de evaluación.

Cuadro 5. Evaluación de nuevos donantes para resistencia a piricularia, en La Libertad.

Cultivares	Piricularia en la hoja*	Piricularia en la panícula**
Ram Tulasi	0	0
W.R.C. No. 4	2	0
Sornavari	0.4	0
NP-97	1.6	0.3
El Golper	0	0.1
Huan-Sen-Goo	0	0.2
DL 12	0	0.3
Thava Lakkanan	0	8.2
Ram Tulasi (Sel)	0	9.5
Intan	0.1	15.4

- * Area foliar afectada (%) evaluada 60 días después de la siembra.
 ** Severidad de piricularia en la panícula: 0 = sin enfermedad; 100 = máxima.

Entre las variedades comerciales en Colombia, CICA 4, CICA 9 y Bluebonnet 50 han sido altamente susceptibles a piricularia durante varios años. En las primeras parcelas de observación estas variedades habían sido mucho menos infectadas que CICA 8 (Cuadro 6), pero en las siembras siguientes, cuando las mismas variedades se sembraron continuamente con intervalos de 40 días se mostraron susceptibles; esto indica que de las razas patogénicas en inoculación natural para estas variedades han sido drásticamente reducidas y reemplazadas por una raza patogénica a CICA 8, variedad que representa el 80% del arroz comercial en la región.

Pruebas del vivero para piricularia. Las pruebas del vivero para piricularia en el CIAT proveen a los mejoradores una información preliminar sobre la reacción a la enfermedad, que les permite reducir el número de materiales en generaciones subsecuentes; generalmente se recomienda desechar los materiales que muestren una reacción de 6-9.

De 2467 líneas en proceso de mejoramiento evaluadas en La Libertad y CIAT-Palmira (Cuadro 7), cerca del 13% calificaron como altamente susceptibles en el estado de plántula.

Comparación de la reacción a piricularia en la hoja y en la panícula. Ha sido una práctica común clasificar como altamente resistentes los materiales que en los viveros muestran la reacción 0-2, como moderadamente resistentes los que muestran una reacción 3 y como moderadamente susceptibles los que muestran una reacción 4-5, y asumir que estas reacciones en la hoja correlacionan bien con la reacción en la panícula.

Cuadro 6. Evaluación de piricularia del arroz en variedades comerciales en parcelas de observación, en La Libertad.

Variedades	Piricularia de la hoja*	Piricularia de la panícula**
CICA 4	2.8	19.8
CICA 7	10.3	13.2
CICA 8	2.1	56.8
CICA 9	11.1	40.8
IR 22	5.0	48.8
Bluebonnet 50	2.1	9.3
CR 1113	0.2	41.3
Anayansi	2.8	31.4
Tikal 2	0.5	91.6
Carolina Rosado	0.0	4.0
Perú 65	1.4	26.3
IR 29	0.3	3.4
IR 42	0.1	45.4

* Área foliar afectada (%) evaluada 45 días después de la emergencia.
 ** Severidad de la enfermedad: 0 = sin enfermedad; 100 = máximo.

Cuadro 7. Evaluaciones en el vivero de piricularia, 1981.

Grupo	Número de entradas			Total
	0-2*	3-5	6-9	
CIAT-Palmira				
Líneas mejoradas	1025	1049	315	2389
Entradas de patología	186	381	42	609
Líneas de E.U.	67	128	5	200
La Libertad				
Líneas mejoradas	36	41	1	78
Entradas de patología	258	230	37	525
Entradas de IRTP	189	115	35	339
Líneas de E.U.	161	32	4	197
Total				4337

* Escala de evaluación estándar 0-9.

Para comprobar este supuesto, en 1979 se seleccionaron en el CIAT varias líneas en proceso de mejoramiento con diferentes reacciones (0-7), y se probaron repetidamente en los viveros de piricularia y también bajo condiciones de campo para observar la infección en el cuello de la panícula (Cuadro 8). Las líneas que mostraron una calificación de 5 o más en las camas de infección tendieron a ser también susceptibles en la panícula en el campo, pero líneas con reacción menor de 5 exhibieron un rango muy amplio de reacción a piricularia en la panícula, variando desde altamente resistentes hasta altamente susceptibles.

De acuerdo con esta observación, es difícil predecir la infección de piricularia en la panícula solamente sobre la base de los tipos de reacción o de las frecuencias de las lesiones en los viveros; además existe la probabilidad de descartar materiales buenos, especialmente los de tipo de reacción lenta a piricularia, cuando la reacción en el vivero excede de 5 en pruebas repetidas. Los cultivares conocidos como de reacción del tipo infección lenta rara vez exceden un grado 5 y típicamente varían desde 0 hasta 4 (Cuadro 8). Por otra parte, muchos donantes conocidos como resistentes, en su mayoría del tipo de no-infección, mostraron una reacción de susceptibilidad altamente específica por región, ya que su resistencia no fue efectiva en ciertas regiones.

Factores que afectan la evaluación de la resistencia. El efecto ambiental en el desarrollo de la reacción tanto en la hoja como en la panícula es bien conocido, pero muchos investigadores frecuentemente descartan este efecto en los esquemas de evaluación de campo. Los cambios continuos en las condiciones del tiempo y las diferencias en el período de floración y en la altura de planta de los materiales probados requieren un manejo cuidadoso en los esquemas de evaluación y en la interpretación de la información.

Para observar la influencia del período de siembra en el desarrollo de la enfermedad, se sembraron en el campo varios cultivares a intervalos de 40 días (Cuadro 9). Los cultivares resistentes a las razas comunes de piricularia no mostraron una variación significativa en su reacción; sin embargo, se observó una variación muy grande en la piricularia de la hoja en CICA 8, CICA 4, Bluebonnet 50, IRAT 8 y Tetep, las cuales se consideran como variedades susceptibles en los Llanos Orientales de Colombia.

En el caso de Tetep, la infección en la panícula fue muy baja a pesar de una alta infección en la hoja, lo que será investigado en el futuro para conocer dónde están operando los mecanismos de resistencia para la hoja y para la panícula. Es muy posible que las condiciones no usuales de microclima que se presentaron como consecuencia de la alta pérdida que una temprana infección severa en la hoja ocasionó en los surcos, haya afectado la reacción en la panícula.

Cuadro 8. Comparación de la reacción en el vivero de piricularia y la piricularia de la panícula observada en condiciones de campo.

Grupo	Cultivares	Reacción en el vivero*					Piricularia en la panícula**	
		1979 C***	1980		1981		1980	1981
			C	L***	C	L		
Infección lenta	O.S. 6	3(4)	4	2(3)	3(4)	2	-----****	0.1
	IRAT 13	1(3)	2(3)	2(3)	0(2)	1	----	0
	Sensho	3(4)	2(3)	3(4)	2(3)	-	----	6.5
	IAC 25	3(4)	2(3)	2(3)	3(4)	2(4)	----	0.1
	Ceysvoni	2(3)	1	4	4	1	----	0
	Ciwini	3	1	2(3)	2(4)	2	----	0
	Kahei	3(4)	2(3)	4	3(4)	2(4)	----	0.2
	Tapuripa	3(4)	1(4)	4	3(4)	2(4)	----	0
	IR 11-452-1-1	3(4)	3(4)	4	3(4)	4	----	38.2
	IRAT 128	---	---	---	4(5)	4	----	58.8
Donante resistente	Tetep	1(3)	1(3)	5	2(4)		28.9	0.9
	Dawn	0(3)	1(2)	2(3)	1(4)	5	33.1	72.3
	C 46-15	4	3	5	2(4)	1	34.4	3.1
	Dissi Hatif	3(4)	2(3)	4	4	1	11.6	7.2
	Ta-poo-cho-z	0	1	1	0	-	0.2	0
	Mamoriaka	2(3)	2	3(4)	4	4	4.6	0.2
	Ca 902/b/3/3	0(3)	1	4	3	1(4)	16.5	19.1
	Colombia 1	0(3)	2(3)	2(3)	1	2	0.6	0
	K 8	3(4)	1	---	1(3)	2(4)	----	10.8
	Tadukan	0(3)	1(3)	3(4)	0(3)	5	14.9	0.4
Variedades comerciales	CICA 8	0	2(4)	4(5)	1(3)	7	26.3	56.8
	CICA 4	8	4	5	6	7	53.1	51.1
	CICA 7	2(3)	2(3)	3(4)	3	1(3)	----	13.2
	CICA 9	5	4	6	4	2(4)	48.6	40.8
	Bluebonnet 50	1(4)	4	4	4	4	----	41.1
	Tika1 2	5	4	8	4	2(4)	----	91.6
	IR 22	6	4	5	6	4	41.0	48.8
	U 65*****	0(3)	----	2(4)	2(3)	1	----	13.5
	U 91	0(3)	----	2(3)	0	2(3)	----	18.9
	U 1	1(4)	----	3(4)	3(4)	1(4)	----	1.8
Líneas mejoradas	U 45	3(4)	----	5	3(4)	4	----	88.1
	U 89	4	----	2(4)	0(4)	2(4)	----	27.2
	U 9	5	----	4	----	1	----	0
	U 18	7	----	9	6	4	----	97.7
	7746	1(4)	----	1(4)	3(4)	2	----	6.5
	7377	4	----	4	3(4)	2	----	17.8
	7245	1(4)	----	3(4)	3(4)	2	----	23.8
	7386	1(4)	----	4	3(4)	2(4)	----	2.7
	7123	1(4)	----	1(4)	3(4)	2(4)	----	41.8
	7259	2(3)	----	4(5)	3(4)	2(4)	----	13.3
7769	2(4)	----	4	4	5	----	69.9	
7756	3(4)	----	6	5	5	----	83.6	
Testigo susceptible	Fainy	9	9	9	9	9	----	----

* Escala de evaluación estándar. La cifra entre paréntesis indica la presencia de unas pocas lesiones y hojas con diferentes reacciones.

** Severidad de piricularia en la panícula en La Libertad.

*** C = CIAT; L = La Libertad.

**** Información no disponible.

***** U = líneas de E.U.

Cuadro 9. Desarrollo de piricularia en la hoja y en la panícula según diferentes períodos de siembra, en La Libertad.

Cultivares	Vivero de piricularia*		Area foliar afectada** (%)			Piricularia en la panícula	
	a	b	I	II	III	I	II
5738	2	1 (3,4)***	0.2	0.3	0.2	0.2	2.2
5685	1	0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1
CICA 8	8	6	10.0	74.6	42.3	47.5	****
CICA 4	4	6	5.6	13.6	31.0	51.1	50.1
Bluebonnet 50	4	4	4.1	23.4	12.3	41.1	13.8
Dawn	5	4	0.0	10.0	4.0	38.2	7.2
IRAT 8	6	7	0.1	9.0	73.0	63.5	35.6
Tetep	8	6	2.7	54.7	60.8	0.9	0.4
158/54	4	1 (3,4)	0.0	2.2	0.6	26.1	40.4

- * Evaluada 35 días después de la siembra, según escala 0-9; a = sembrados el 20 de julio; b = sembrados el 18 de agosto.
 ** Evaluada 60 días después de la siembra; I = sembrados en mayo 20; II sembrados en julio 1; III = sembrados en agosto 20.
 *** Las cifras entre paréntesis indican otro tipo de reacción observada, pero en menor proporción.
 **** Información no disponible.

Un análisis preliminar indica que, en el caso de materiales susceptibles y moderadamente susceptibles, la cantidad de lluvia entre el quinto y noveno días después de la emergencia de la panícula puede influir mucho en la severidad de la infección de piricularia en ella (Figura 2). Por lo tanto, es mejor replicar las evaluaciones varias veces en el tiempo que hacerlo en el espacio, en una localidad dada.

Escaldado de la hoja

Resistencia en evaluaciones de campo. A pesar de un incremento gradual en el escaldado de la hoja durante los años recientes hay muy poca información disponible sobre su epidemiología. Hasta ahora no hay materiales que hayan demostrado una reacción de alta resistencia, pero las evaluaciones de campo permiten descartar unas líneas segregantes por ser altamente susceptibles. Varios cultivares de Surinam de hojas angostas y erectas que mantienen su color verde oscuro presentan menos enfermedad (Cuadro 10).

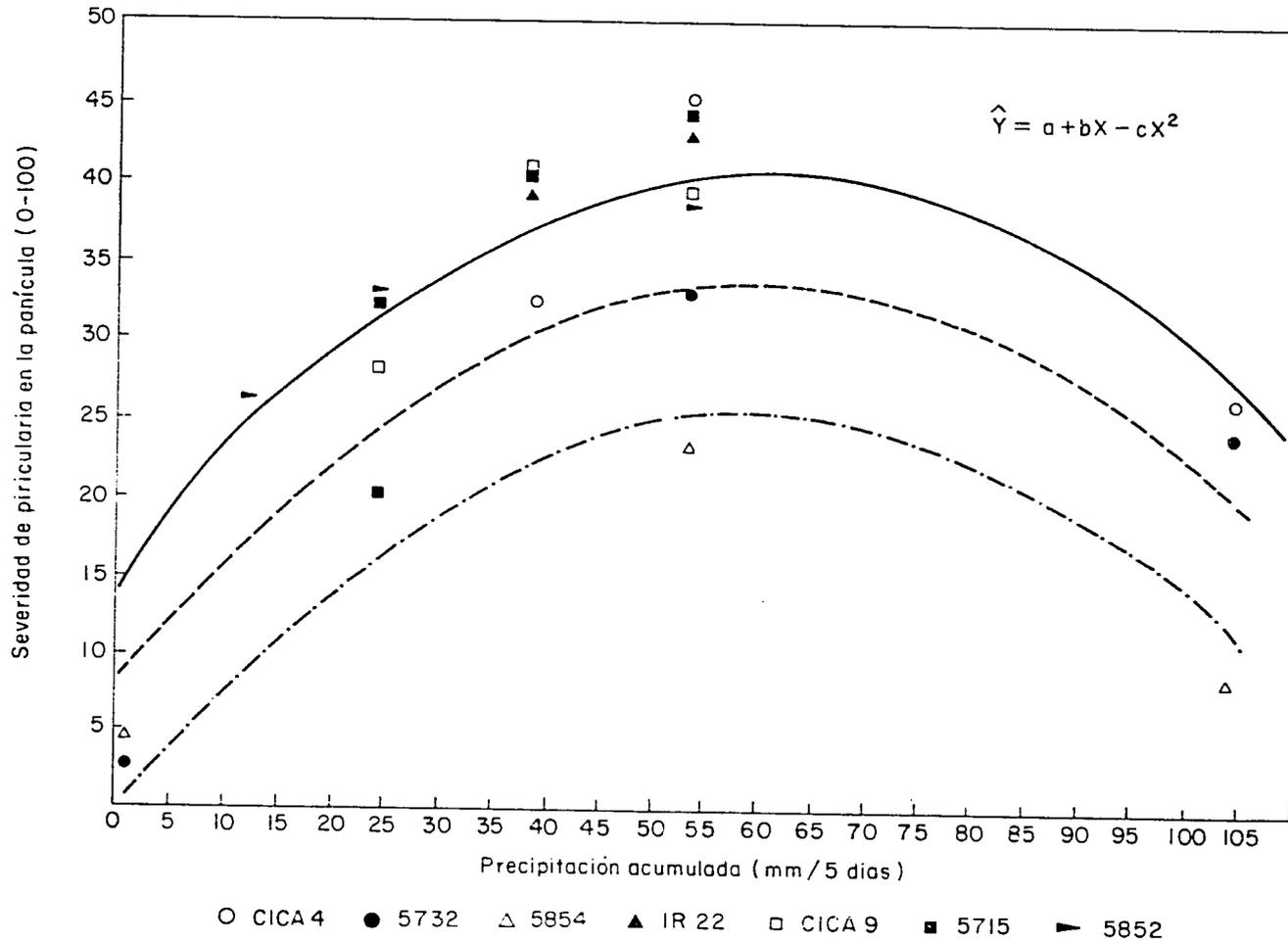


Figura 2. Influencia de la precipitación en la severidad de piricularia en la panícula. La precipitación es el valor acumulado entre el 5º y el 9º días después de la floración inicial. \hat{Y} = valor estimado para severidad; X = precipitación acumulada entre el 5º y 9º días después de la floración inicial; a , b , c = constantes.

Cuadro 10. Evaluación del escaldado de la hoja en La Libertad, 1981*.

Escala**	Cultivares
3	Colombia 1, Ceysvoni, Ciwini, K 8, Línea 8, Tadukan, C 46-15, Suakoko, IRAT 121, IRAT 122, IRAT 124, Intan
5	CICA 8, CICA 4, 5738, IR 22, O.S. 6, IR 11-452-1-1, IRAT 110, IRAT 120, IRAT 8, Ca 902/b/3/3, Dular, Carreon, Zenith
7	Dourado Precoco, IRAT 112, IRAT 146, IRAT 13, Kuorka

* A los 110 días después de la siembra.

** Sistema de evaluación estándar.

Pudrición del tallo

En 1979, diferentes variedades de las parcelas de multiplicación fueron altamente afectadas por la pudrición del tallo causada por Sclerotium oryzae; algunos cultivares en parcelas del IRTP también mostraron alta incidencia de la enfermedad. Al examinar 56 variedades se encontró en general una severidad muy baja a pesar de que la incidencia (porcentaje de tallos afectados) fue de 30-40% en algunas de ellas. Sin embargo, algunas variedades y/o líneas se mostraron altamente susceptibles, mientras que otras mostraron una reacción intermedia (Cuadro 11). Muy frecuentemente la pudrición del tallo ocurre simultáneamente con la podredumbre de la vaina causada por Ophiobolus oryzae; ésta rara vez infecta las macollas, mientras que la pudrición del tallo en variedades susceptibles infecta las macollas y produce esclerocios distintivos dentro de ellas. Se está preparando un vivero especial para la evaluación de la pudrición en los tallos.

Cuadro 11. Observación de campo sobre incidencia de la pudrición del tallo en algunas líneas seleccionadas. CIAT, 1981.

Grupo	Variedades y líneas
Susceptibles	IR 20, IR 36, IR 45, CR 261-7039-263, B 2360-6-7-1-4, IR 8608-134-1-2-2-2
Intermedias	IR 2793-97-3-2, IR-2-29-2-1-3, RP 919-24-7-1, IR 1487-194-5-3-2, Eloni

Añublo bacterial

Todas las líneas promisorias se evalúan rutinariamente contra el añublo bacterial causado en Colombia por las cepas de Xanthomonas campestris pv. oryzae, como quiera que la enfermedad es una amenaza potencial (Cuadro 12). La inoculación artificial de algunas variedades diferenciales (IR 8, IR 20, IR 1545-339 y DV 85) indica que la cepa 1185 tiene una patogenicidad diferencial no común en Filipinas y otros países de Asia; muy recientemente se observaron cepas similares en la India. Contra esta cepa solamente IR 20 e IR 22 son moderadamente resistentes.

Cuadro 12. Evaluación de la resistencia al añublo bacterial de la hoja en líneas mejoradas, por el método "leaf-clipping" del CIAT*.

Líneas	Longitud de la lesión (cm)	
	Cepa 1185	Cepa 1186
5738	8.6	8.3
5685	9.6	9.9
5006	11.8	13.6
5029	12.4	11.4
5709	11.1	12.5
5861	8.2	9.2
5865	9.1	10.2
5867	11.3	9.7
5868	11.1	9.3
5869	11.2	3.3
IR 8	10.6	9.2
IR 20	4.4	2.2
IR 22	6.0	1.8
IR 1545-339	12.2	2.2
DV 85	12.0	3.3

* La inoculación se hizo cuando la planta tenía 45 días y la evaluación se hizo 15 días después.

Manejo y Control de Enfermedades

Focos de piricularia y su control

En arroz de secano es común la aparición de parches donde la piricularia de la hoja se desarrolla más temprana y rápidamente. Estos parches comunmente llamados focos de piricularia, se expanden en forma gradual hasta cubrir uniformemente áreas más grandes, bajo condiciones favorables para la enfermedad. Como el foco juega un papel muy importante como provisión de inóculo en la epidemia de piricularia se diseñó un experimento para estudiar las causas de la formación del mismo y su control (Cuadro 13). En un tratamiento las parcelas de secano se prepararon para inducir alto estrés de agua levantándolas 25 cm sobre el nivel del suelo.

Cuadro 13. Iniciación y desarrollo de piricularia de la hoja bajo diferentes condiciones de cultivo y tratamiento de semillas con fungicidas.

Variedades	Condiciones	N (kg/ha)*	Observación de la primera lesión (días)**		Piricularia de la hoja*** (%)	
			Sin tratamiento	Con tratamiento****	Sin tratamiento	Con tratamiento****
CICA 4	Secano levantado*****	60	24	55	21.1	0.6
		120	21	43	28.4	0.8
	Secano a nivel	60	22	57	4.0	0.1
		120	23	43	4.5	0.3
	Con riego	60	29	39	0.5	0.1
		120	25	41	1.0	0.2
CICA 8	Secano levantado	60	24	55	3.5	0.1
		120	25	43	5.8	0.2
	Secano a nivel	60	35	51	1.2	0.0
		120	29	68	0.6	0.1
	Con riego	60	40	69	0.1	0
		120	39	52	0	0

* El 58% del N total se aplicó a los 24 días después de la emergencia y el resto 20 días después.

** Días después de la emergencia.

*** Evaluada a los 57 días después de la emergencia.

**** Tratamiento de la semilla con tricyclazole y una sola aplicación foliar a los 40 días después de la emergencia.

***** La parcela se levantó 25 cm por encima del nivel del piso.

Las lesiones aparecieron más temprano en las plantas sembradas en condiciones de secano que en las sembradas con riego. Las plantas en las parcelas elevadas mostraron lesiones cuatro a nueve días antes que en las sembradas a nivel del suelo; esto se demostró claramente en CICA 8 pero no en CICA 4. El aumento de las aplicaciones de nitrógeno también anticipó la aparición de la lesión dos días en relación con el promedio. La tasa de infección de piricularia en la hoja en CICA 4 fue rápida en las parcelas elevadas de secano, pero más lenta en las parcelas a nivel del suelo. Bajo condiciones de riego no hubo aumento de la enfermedad en CICA 4. En CICA 8 se observó un desarrollo moderado de piricularia en la hoja en las parcelas elevadas, pero poco desarrollo de la enfermedad en las parcelas a nivel del suelo o en las parcelas con riego.

El tratamiento de semillas, más la aplicación foliar de fungicida cuando la infección en la hoja alcanza 4%, previenen efectivamente la formación de focos.

Desarrollo de piricularia según diferentes niveles de N

Se obtuvo más información sobre el desarrollo de piricularia en arroz en diferentes condiciones de cultivo con diferentes niveles de aplicación de nitrógeno (Figura 3).

En condiciones de riego, al aumentar las cantidades de nitrógeno no se incrementó la severidad de piricularia en la panícula, pero sí se incrementaron los rendimientos. Bajo condiciones de secano, los aumentos en las aplicaciones de nitrógeno aumentaron la severidad de piricularia en la panícula y por lo tanto redujeron los rendimientos.

En general, la tasa de pérdida en el rendimiento por unidad de aumento en la severidad de piricularia en la panícula fue mayor a mayores niveles de nitrógeno; sin embargo, a una severidad dada de la enfermedad, especialmente cuando el nivel de infección de la panícula fue bajo o moderado, los rendimientos fueron mayores con niveles mayores de nitrógeno. De acuerdo con esto, el aumento en la aplicación de nitrógeno puede resultar en mayores rendimientos sólo cuando la variedad es alta o moderadamente resistente o cuando las condiciones de cultivo son desfavorables para el desarrollo de la enfermedad.

Sílice en los tejidos de la panícula y desarrollo de piricularia

Los diferentes grados de severidad de piricularia bajo diferentes condiciones de cultivo se han atribuido a varios factores: cantidad de carbohidratos, contenido de nitrógeno soluble, azúcar total, aminoácidos, contenido de fenoles y número de células epidermales con silicato, especialmente células motoras.

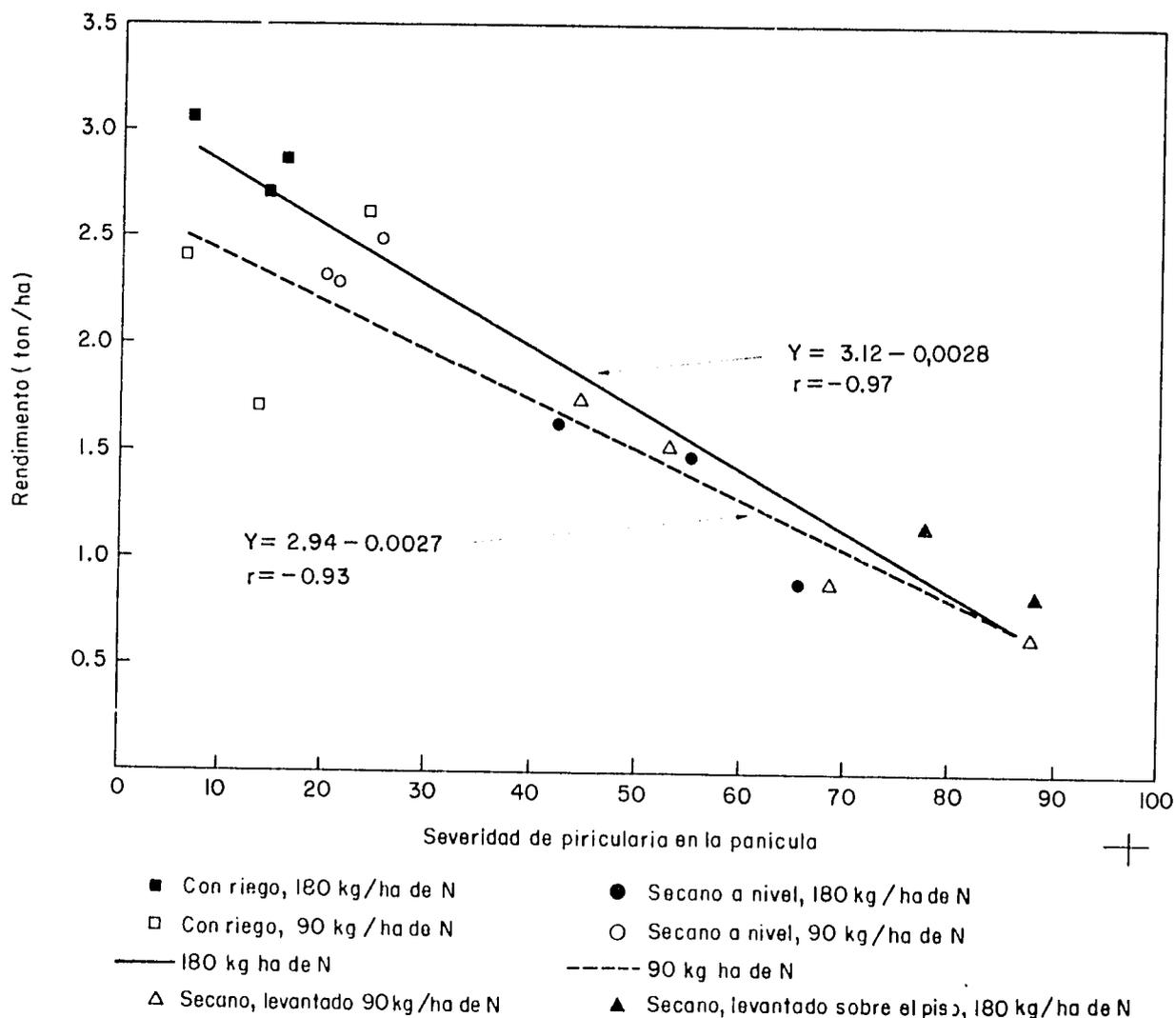


Figura 3. Desarrollo de piricularia en la panícula y pérdidas de rendimiento en CICA 4 bajo diferentes condiciones de cultivo, en La Libertad, 1981.

El análisis de la sílice cruda (SiO_2) en los tejidos de la panícula indica que el contenido de sílice (porcentaje) es mayor cuando las plantas se cultivan en condiciones de riego o con bajos niveles de nitrógeno (Cuadros 14 y 15); este porcentaje de sílice correlaciona bien con la severidad de piricularia en la panícula 10 días después de la floración. Esto puede explicar parcialmente las diferencias en el desarrollo de piricularia bajo diferentes condiciones de cultivo del arroz, aunque otros factores como son los diferentes microclimas también pueden influenciar el desarrollo de piricularia.

Cuadro 14. Contenido de sílice, relación SiO₂/N y severidad de piricularia en la panícula bajo diferentes condiciones de cultivo, en CICA 4*.

Condiciones de cultivo	Etapa de cultivo	SiO ₂ (%) ²	SiO ₂ /N	Severidad de piricularia**	
				I	II
Con riego	Inicio de floración	0.33	0.29		
	Floración	0.40	0.35	0.5	13.2
Secano	Inicio de floración	0.20	0.16		
	Floración	0.30	0.24	25.5	69.7

* Valor combinado para dos niveles de N: 90 y 180 kg/ha.

** La evaluación se hizo a los 10 días (I) y a los 20 días (II) después de la floración.

Cuadro 15. Contenido de sílice, relación SiO₂/N y severidad de piricularia en la panícula a diferentes niveles de aplicación de N, en CICA 4, La Libertad*.

Nivel de N (kg/ha)	Etapa de cultivo	SiO ₂ (%) ²	SiO ₂ /N	Severidad de piricularia**	
				I	II
90	Inicio de floración	0.31	0.27		
	Floración	0.43	0.37	0.81	11.9
180	Inicio de floración	0.18	0.14		
	Floración	0.26	0.22	17.07	48.1

* Valor combinado de plantas de arroz con riego y en secano.

** Evaluada a los 10 días (I) y a los 20 días (II) después de la floración.

Epoca de aplicación de fungicidas contra piricularia en la panícula

Se continuaron los estudios de eficiencia en el control químico de piricularia. Hay una información limitada de cómo influye la infección de piricularia en la hoja sobre la infección en el cuello, la cual está más asociada con los rendimientos. Generalmente, las variedades se recuperan bien de la infección de la hoja aún cuando ésta alcance un 50% del total de área foliar. Sólo infecciones muy severas en los estados tempranos del cultivo pueden resultar en pérdidas de plantas.

Para conocer el nivel máximo de la infección en la hoja que no resulte en infección en la panícula se llevó a cabo un experimento preliminar (Figura 4 y Cuadro 16). Para controlar piricularia en la hoja en CICA 4 se hizo una aplicación de fungicidas cuando las plantas tenían el 20% de infección en la hoja. Se observó una reducción significativa en la infección de la hoja en las parcelas tratadas; sin embargo, la infección en la panícula no se redujo en comparación con las parcelas sin tratamiento. Una aplicación simple durante el estado de embuchamiento dio la mejor protección contra piricularia en la panícula.

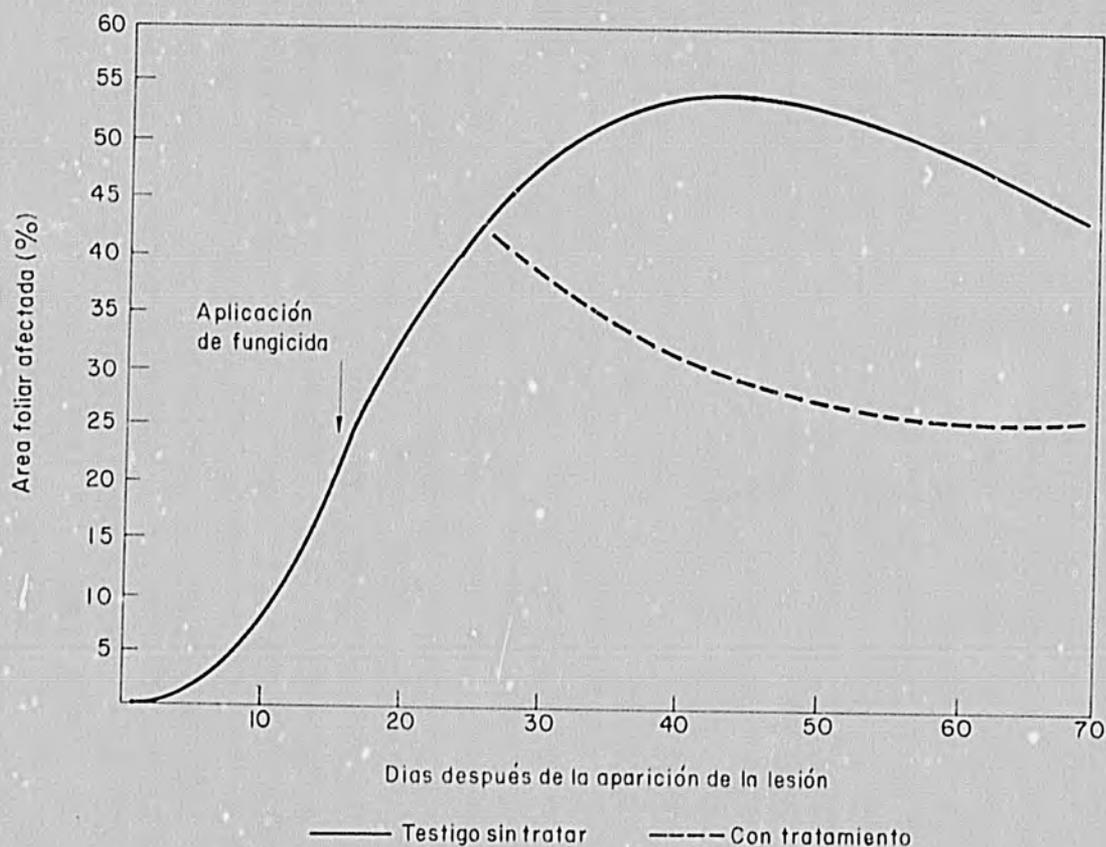


Figura 4. Curvas de desarrollo de piricularia en parcelas no tratadas y en parcelas tratadas con tricyclazole (75% de i.a., P.M.) a razón de 300 g/ha. Las lesiones aparecieron a los 19 días después de la siembra.

Cuadro 16. Efecto de la época de aplicación del fungicida sobre la piricularia en la panícula, en CICA 4, en CIAT*.

Epoca de aplicación	Piricularia en la hoja** (%)	Piricularia en la panícula***	
		17 mm****	68 mm
Con 20% de infección en la hoja	25.6	29.0	31.2
Estado de embuchamiento	46.5	12.5	10.8
Floración inicial	46.7	19.4	18.4
Testigo sin tratar	44.4	27.2	34.6

* Experimento efectuado en microparcels; se aplicó tricyclazole en dosis de 300 g/ha.

** Evaluada 85 días después de la siembra.

*** Severidad de piricularia en la panícula observada 20 días después de la floración.

**** Precipitación total entre cinco y nueve días después de la floración inicial.

Control integrado de piricularia

Uno de los componentes mayores en el control integrado de piricularia es el nivel de resistencia, especialmente la habilidad de infección lenta o de desarrollo lento de la infección, aun cuando la resistencia no protege el cultivo completamente. Estudios realizados muestran que la característica "desarrollo lento de la enfermedad" en CICA 8 se aumenta tratando la semilla con un fungicida (Figura 5).

Información sobre Enfermedades

Razas de *Pyricularia oryzae* en Colombia

Desde la ocurrencia de nuevas razas patogénicas a Tetep y CICA 8, en 1980, se ha vigilado la presencia de nuevas razas patogénicas en algunas líneas promisorias incluyendo las 5006 y 5029 nombradas como Metica 1 y Metica 2 por el ICA, así como las 5738 y 5685 (Cuadro 17). Hasta ahora no se han encontrado razas patogénicas para 5685 pero se encontraron varios aislamientos patogénicos para las líneas 5738, 5006 y 5029. Unos pocos aislamientos son patogénicos para Colombia 1 y

Ta-poo-cho-z, las cuales fueron resistentes a los aislamientos recolectados en 1980. Su virulencia será probada posteriormente tanto para la infección de la hoja como para la infección en el cuello de la panícula.

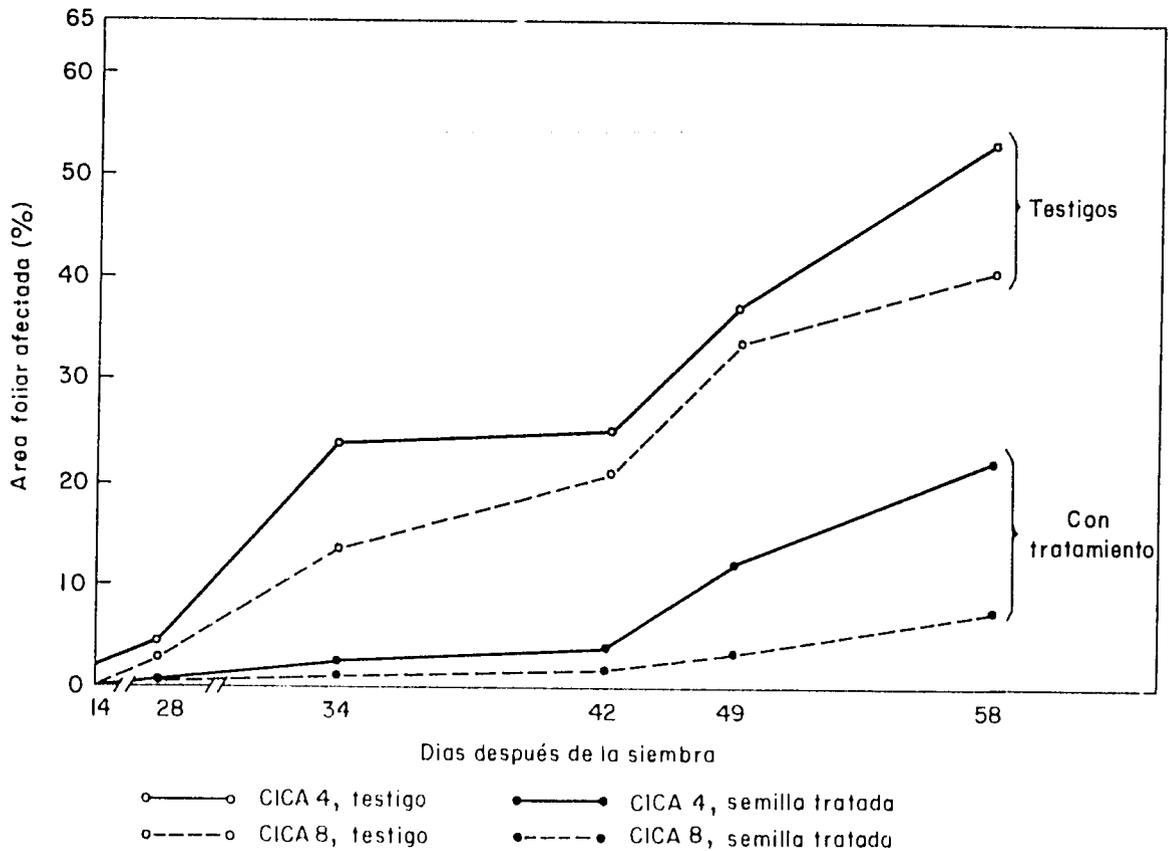


Figura 5. Efecto del tratamiento de la semilla con tricyclazole y de la habilidad de infección lenta, sobre el desarrollo de piricularia en la hoja bajo condiciones de secano y alto estrés de humedad en La Libertad. Se usó 1 g de tricyclazole (75% i.a. P.M.) por kg de semilla.

Decoloración de las glumas

En La Libertad se observó decoloración en las glumas. Cerca de 70% de 136 líneas avanzadas mostraron más del 25% de la superficie de las glumas decoloradas. En casos severos un alto porcentaje de los granos no estaba lleno.

La identificación de los hongos asociados indica que más del 50% de ellos corresponde a Bipolaris (Helminthosporium) sp. seguido por Rhynchosporium oryzae, Alternaria sp., Curvularia sp., Fusarium sp., Phyllosticta sp. y Pyricularia oryzae. Estos hongos fueron también frecuentemente aislados de los pedicelos necróticos de los ejes de la

panícula y de las vainas de la hoja bandera. Las pruebas de germinación de la semilla muestran que los granos afectados tienen menos de un 50% de germinación. Se asume que las condiciones ambientales y de alta infertilidad de los suelos y los períodos prolongados de sequía de La Libertad son factores que predisponen a la decoloración de las glumas.

Cuadro 17. Modelos de reacción a aislamientos monoconidiales de *Pyricularia oryzae* en variedades comerciales y donantes de resistencia en Colombia.

Variedades y líneas	Reacción* a grupos de razas				
	1	2	3	4	5
<u>Variedades comerciales</u>					
CICA 8	-	+	+	-	-
CICA 9	+	-	-	-	-
CICA 7	+	-	+	-	+
CICA 4	-	+	+	+	+
IR 22	+	+	+	+	+
Bluebonnet 50	+	+	+	+	+
<u>Donantes de resistencia</u>					
Ta-poo-cho-z	-	-	-	-	+
Colombia 1	-	+	+	-	+
Tetep	-	+	+	-	-
Ca 902/b/3/3	-	+	+	-	-
Carreon	-	-	+	+	-
C 46-15	+	-	-	-	+
Dissi Hatif	-	-	+	+	+
Mamoriaka	-	-	+	+	-
K 8	+	-	+	+	-
<u>Lineas mejoradas</u>					
5738	-	+	+	+	+
5685	-	-	-	-	-
5006 (Metica 1)	-	+	+	+	+
5029 (Metica 2)	-	+	+	+	+

* Modelos de reacción: - = resistente; + = susceptible; ± = reacción variable según el aislamiento.

Piricularia en la panícula de CICA 8

Desde 1980 CICA 8 ha mostrado frecuentemente infección en la hoja y panícula bajo condiciones de secano. Bajo condiciones de tiempo normal CICA 8 se recuperó y tuvo niveles moderados de infección en la panícula sin control químico; sin embargo, CICA 8 puede mostrar una alta infección en la hoja y en la panícula, especialmente bajo condiciones de sequía.

En David, Panamá, una fuerte infección en la hoja y en la panícula en los lotes de secano de CICA 8 causó en 1980 un 50% de pérdidas en el rendimiento; una reducción similar se observó en los lotes de La Libertad en 1981.

Hoja blanca en los Llanos Orientales de Colombia

En CICA 8, en los Llanos Orientales de Colombia, se observó una incidencia de 15 hasta 40% de hoja blanca, enfermedad viral que no había sido virulenta en los últimos años. La incidencia fue mayor en muchas variedades de secano introducidas. Se está haciendo la evaluación permanente de la población del vector del virus en los campos comerciales.

Agronomía

Control de Malezas

No todos los programas nacionales de los países de América Latina investigan en control de malezas, a pesar de que ellas son el factor biológico más deprimente de los rendimientos y uno de los que más incrementan los costos de producción.

En los mercados se consiguen variedades de herbicidas comerciales específicos para arroz. El CIAT busca variar la forma y la época de aplicación y efectuar mezclas de tales productos para mejorar el control de malezas, permitir la máxima expresión del rendimiento de las variedades o disminuir costos usando los herbicidas como un complemento de otras prácticas de cultivo.

Herbicidas posemergentes

Al comparar la eficiencia de productos comerciales y promisorios para el control de malezas en arrozales de la variedad CICA 8 en suelos del CIAT, los rendimientos obtenidos presentaron diferencias entre los tratamientos en el análisis estadístico. En el Cuadro 1 se observa el efecto de los tratamientos y sus dosis sobre los rendimientos calculados en toneladas de arroz cáscara seco por hectárea.

Cuadro 1. Efecto del control de malezas en arrozales con herbicidas posemergentes, sobre los rendimientos de arroz cáscara.

Herbicida	Dosis de i.a. (kg/ha)	Rendimiento (ton/ha)
Propanil/Molinate	2.50	7.64
Acifluorfen etil s.p.*/Propanil	0.26 s.p. 1.44	7.12
Propanil	1.80	7.12
Testigo manual		6.43
Propanil/Acifluorfen etil	1.20	6.50
Propanil s.p./Propanil	1.22 s.p. 1.22	5.77
Molinate	4.32	3.56
Testigo sin deshierbar	-	3.41

* s.p. = seguido por.

Todos los herbicidas usados y el testigo manual se diferenciaron en forma altamente significativa del tratamiento con Molinate solo y del testigo absoluto sin deshierbar, los cuales se comportaron en forma similar. Los resultados permiten concluir que los tratamientos que rindieron tanto o más que el testigo manual son recomendables para uso en los arrozales en las dosis, épocas y formas aquí usadas, como complemento de una buena preparación de suelo, riego, siembra adecuada y sin uso de fertilizantes nitrogenados.

Herbicidas preemergentes

Se compararon herbicidas comerciales y promisorios en cuanto a eficiencia en el control de malezas, costos bajos y máxima expresión de rendimiento; estos herbicidas se habían comparado usando dosis mayores que las actuales en un ensayo previo similar y habían resultado fitotóxicos para el cultivo. Los resultados obtenidos últimamente en cuanto a rendimientos en arroz cáscara seco se pueden observar en el Cuadro 2, donde se indican los tratamientos que se compararon, con sus respectivas dosis de ingrediente activo.

El análisis estadístico de los rendimientos indica diferencias altamente significativas. Oxyfluorfen, oxadiazon, oxyfluorfen + propanil y piperophox-dimethametrina presentan diferencias con los restantes.

Cuadro 2. Efecto del control de malezas en arrozales con herbicidas preemergentes, sobre los rendimientos de arroz cáscara seco.

Herbicida	Dosis de i.a. (kg/ha)	Rendimiento (ton/ha)
Oxyfluorfen	0.36	7.18
Oxadiazon	0.75	6.89
Oxyfluorfen etil s.p.*/Propanil	0.36 s.p. 3.24	6.39
Piperophox-dimethametrina	1.75	6.21
Acifluorfen etil s.p./Propanil	0.8 s.p. 3.24	5.98
Testigo manual		5.87
Acifluorfen-etil	0.8	5.76
Testigo sin deshierbar		3.43

* s.p. = seguido por.

De acuerdo con los resultados obtenidos, los cuatro tratamientos que más rindieron son recomendables en las dosis, épocas de aplicación y condiciones de cultivo en que se desarrolló el experimento.

Pruebas uniformes de control de malezas

Durante 1980 se planearon y discutieron los ensayos uniformes de control de malezas para América Latina, y durante 1981 se hicieron las primeras siembras en América Central. Se tienen como objetivos: investigar para generar tecnología y transferirla a los programas nacionales por medio de la misma investigación en los países y a la vez recopilar la dispersa información existente sin publicar, y que irá apareciendo al formarse la red latinoamericana de control de malezas.

Por razón de las épocas de siembra, las pruebas sembradas en Guatemala y Panamá no se habían cosechado al momento de elaborar este informe y por ello no se incluyen sus resultados.

Debido al sistema de siembra en seco y a la presencia de malezas de difícil control comunes en América Central, algunos de los tratamientos comparados en las pruebas uniformes incluyeron formas de control en preemergencia seguidos por el uso de herbicidas en posemergencia para complementar la acción inicial. Una de las pruebas uniformes se realizó dentro de los campos experimentales del CIAT, con preparación de suelos por fango y un buen riego por inundación; estos métodos no permitieron la nueva aparición de malezas en cantidad que justificara la aplicación de los posemergentes complementarios y por tanto no se aplicaron. Los tratamientos y resultados comparados se pueden ver en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Efecto sobre los rendimientos en arroz cáscara seco de diferentes tratamientos, dosis y época de aplicación en pruebas de control de malezas, CIAT, 1981.

Tratamiento	Dosis de i.a. (kg/ha)	Epoca aplicación*	Rendimiento (ton/ha)
Oxyfluorfen	0.36	Pre	7.02
Bifenox	1.25	Pre	6.98
Oxadiazon s.p.** Bentazon	1.25 s.p. 0.96	Pre y Pos	6.93
Molinate	3.60	Pre	6.83
Testigo deshierba manual			6.71
Piperophox-dimethametrina	1.75	Pre	6.36
Oxadiazon	0.87	Pre	6.27
Bifenox	2.50	Pre	6.24
Molinate	4.32	Pre	6.17
Oxadiazon	1.12	Pre	6.16
Bentocarbo + propanil	4.0 + 2.16	Pos	5.83
Bentocarbo	4.0	Pre	5.77
Butaclor	3.0	Pre	5.52
Testigo sin deshierbar			5.37

* Pre = preemergente; Pos = posemergente.

** s.p. = seguido por.

El análisis estadístico de los rendimientos indica que los tratamientos con oxyfluorfen, bifenox, oxadiazón, seguidos por bentazón, molinate y testigo manual se comportaron en forma similar y se diferenciaron en forma altamente significativa de los restantes.

De acuerdo con los resultados se puede concluir que los tratamientos que rindieron más que el testigo manual son recomendables para su uso en arrozales en las dosis, épocas y formas en que se realizó el experimento, como complemento de una buena preparación de suelos, y riego adecuado. En otras zonas, donde no sea posible hacer las buenas labores aquí indicadas y principalmente en secano, los preemergentes pueden ir seguidos por posemrgentes con un estudio previo de los costos para la zona.

Suelos

En la mayoría de los suelos de los países de América Latina, el arroz responde a las aplicaciones de fertilizantes nitrogenados aumentando sus rendimientos, pero son estos fertilizantes los que mayor incremento causan en los costos de producción.

Con el objetivo de disminuir los costos y permitir a la vez que las variedades mejoradas manifiesten su capacidad máxima de producción, el Programa de Arroz investiga con biofertilizantes naturales y con diferentes formas de fertilizantes.

Biofertilizante Azolla

En condiciones de invernadero y de campo en CIAT-Palmira y fuera de él, se efectúan experimentos para conocer la forma más eficiente de multiplicar el helecho Azolla en simbiosis con el alga Anabaena azolla como fijador de nitrógeno del aire y aportante al suelo.

En invernadero, utilizando suelo fértil, con pH de 7.3 y suelo de bajo nivel de fertilidad con pH 4.5, se agregaron diferentes fertilizantes comerciales para obtener varios niveles en el contenido de nutrimentos; se observó que al agregar urea proliferan otras algas diferentes a A. azolla que interfieren el normal desarrollo de ésta, demostrando que el contenido natural de nitrógeno en el suelo o en la solución es importante, pero que el adicionarlo en forma de urea es contraproducente.

La multiplicación de Azolla expresada en peso fresco de la asociación simbiótica, tiene un ascenso rápido durante las primeras cinco semanas pero es menor en suelos ácidos que en los alcalinos o normales, indicando una relación entre la fertilidad del suelo, el pH y el desarrollo del alga. El alga creció abundantemente expuesta a los rayos directos del sol y a la sombra, en donde mantuvo su coloración verde por mayor tiempo. Trabajando sin suelo, en soluciones nutritivas completas, y restando nutrimentos en forma individual se observó que Azolla no crece en ausencia absoluta de nitrógeno, ni de fósforo, ni de magnesio.

Conocidos los sistemas adecuados de multiplicación y la dosis de peso verde de la simbiosis (un promedio de 3500 kg/ha) que se requieren para que cubra 10,000 m² de superficie de suelo en 15 días, se están probando las épocas y sistemas de incorporación más apropiados para el sistema comercial en América Latina; éste consiste en distribuir la semilla seca sobre el suelo seco, muy diferente del sistema de los asiáticos cuyas fincas son pequeñas, la mayoría poco mecanizadas, con mucho uso de mano de obra y siembra por trasplante.

Eficiencia de cuatro formas de urea en arroz

El alto costo de los fertilizantes nitrogenados exige que se busque en qué forma son más eficientes y cómo se puede aprovechar mejor el nitrógeno que ellos aportan.

Se compararon tres formas de urea (granular, en supergránulo, y revestida con azufre, que suministró al CIAT el International Fertilizer Development Center) con sulfato de amonio y con urea de uso corriente en América Latina en cinco experimentos diferentes en el Valle del Cauca, Colombia, pero fuera del CIAT, para poder comparar suelos con diferentes gradientes de fertilidad y diferentes sistemas de cultivo.

En dos de los ensayos realizados, uno en la hacienda El Rosario y otro en la hacienda Marsella, el fertilizante se aplicó al voleo sobre el suelo seco y se incorporó antes de la siembra; ésta se hizo con semilla seca de la variedad CICA 8. Parte de los resultados de estos experimentos aparecen en la Figura 1. Un tercer ensayo se efectuó en la hacienda Marsella del Ingenio Providencia con las mismas formas del fertilizante y en las mismas dosis, pero aplicado al voleo sobre el suelo fangueado y luego incorporado al trasplante; también se usó la variedad CICA 8.

En las condiciones de siembra con semilla seca en suelo seco, la eficiencia de las formas es baja y sólo la urea granular (promedio de diámetro de la partícula: 1.25-3.33 mm) a 120 kg/ha de N difiere estadísticamente del testigo (al 5%) en las siembras directas.

El trasplante en suelos fangueados, aun cuando no mejora la eficiencia del nitrógeno aplicado, permite un mejor aprovechamiento del nitrógeno del suelo.

Se hicieron otros dos ensayos para conocer el efecto de 100 kg/ha de N al aplicar la dosis completa y la dosis dividida a la siembra y durante el ciclo del cultivo, y utilizando las formas de urea corriente, granular y revestida con azufre. En la forma fraccionada se aplicó 1/3 del N a la siembra y 2/3 a la iniciación de la panícula y viceversa; la aplicación antes de la siembra de la semilla se hizo al voleo e incorporando después, y la aplicación durante el ciclo se hizo al voleo sobre suelo húmedo.

En la Figura 2 se muestran los resultados de los dos experimentos. La urea revestida con azufre cuando se aplicaron e incorporaron 2/3 de la dosis antes de la siembra con semilla seca sobre suelo seco resultó

más eficiente que las otras formas; en uno de los experimentos el rendimiento fue similar al obtenido con la misma urea revestida con azufre cuando se aplicó 1/3 a la siembra y 2/3 al primordio floral.

Una característica importante de la urea revestida es que permite la liberación lenta del nitrógeno, haciendo posible su aplicación e incorporación al suelo antes de la siembra.

De los resultados de este grupo de experimentos sobre abonos nitrogenados se puede concluir que dentro de los sistemas de siembra más comunes en América Latina, donde el suelo sufre períodos de humedad y sequía, es aconsejable la urea con azufre aplicando parte a la siembra y parte en la época de iniciación del primordio.

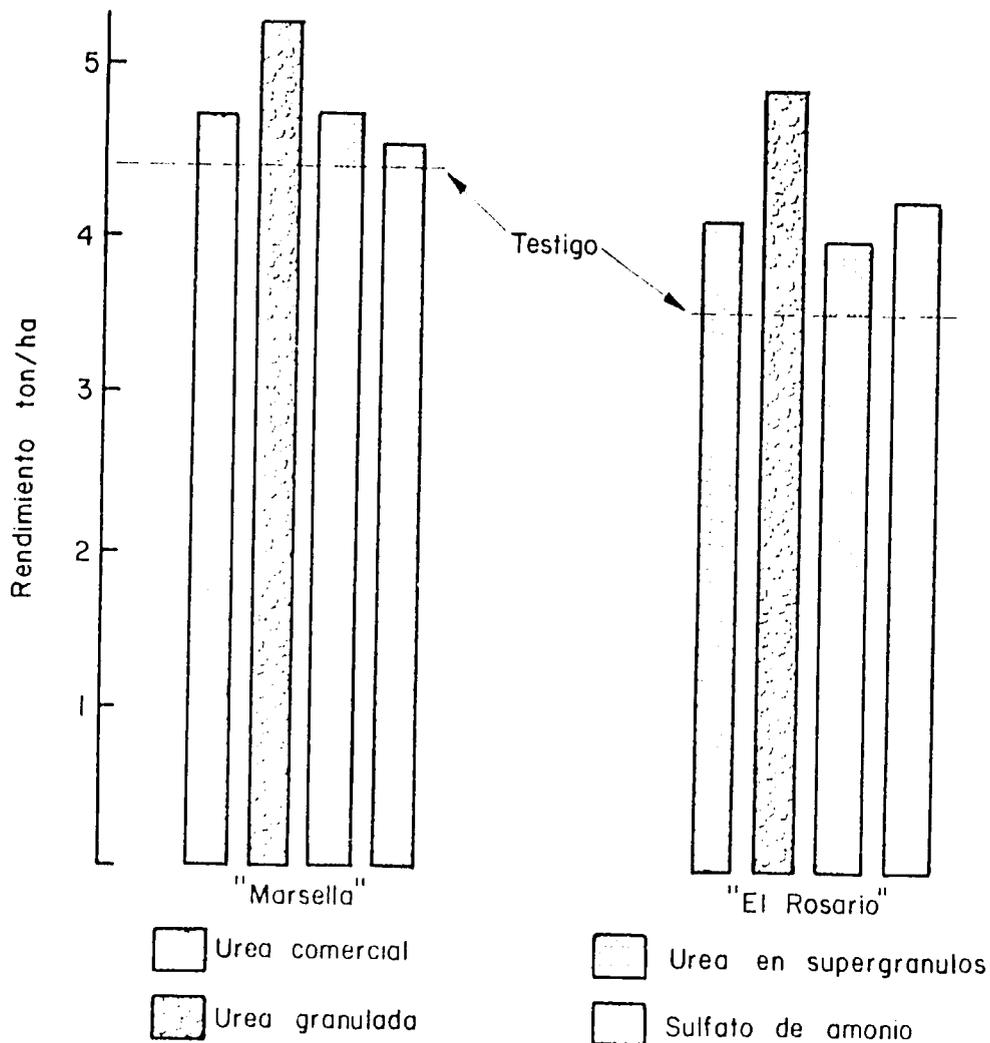


Figura 1. Efecto en el rendimiento de CICA 8 de tres formas de urea y una de sulfato de amonio, en dosis de 120 kg/ha de N, en las haciendas "Marsella" y "El Rosario", Valle del Cauca.

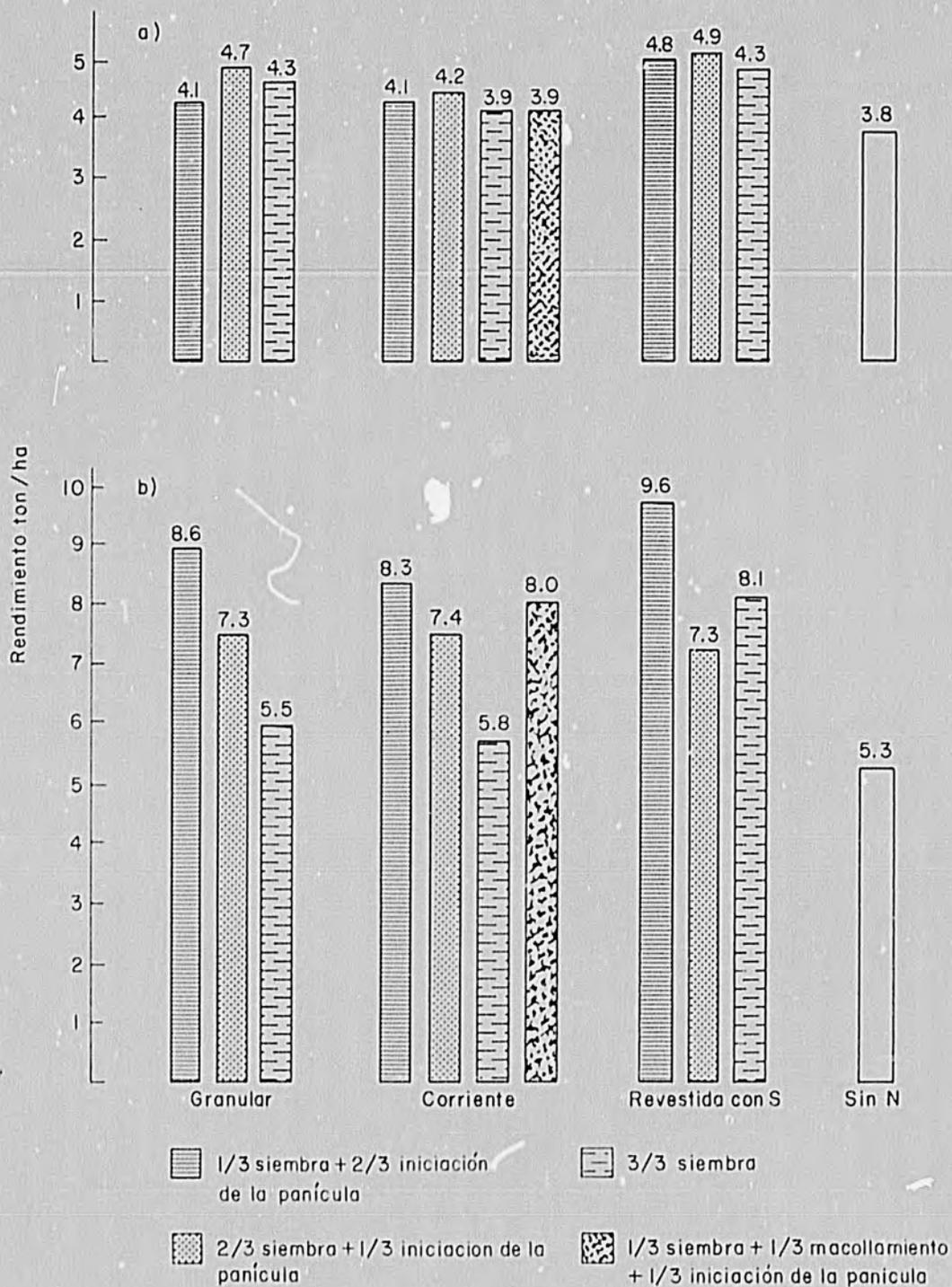


Figura 2. Efecto de la época de aplicación de 100 kg/ha de N en tres formas de urea sobre el rendimiento de la variedad CICA 8 en dos lugares del Valle del Cauca: a = hacienda "El Rosario" (con riego por aplicaciones) y b = hacienda "Marsella" (con inundación constante).

Líneas y Variedades

Nutrición mineral y respuesta a nitrógeno

Se estudió la influencia de dos dosis de nitrógeno, 0 y 200 kg/ha, sobre los requerimientos nutricionales de las cuatro variedades CICA 8, CICA 4, METICA 1, y METICA 2 y las cuatro líneas promisorias 5738, 5685, 5715 y 5709. En ambos casos se hizo una fertilización uniforme con 15 kg/ha de P, 25 kg/ha de K y 10 de Zn; el cultivo se hizo por el sistema de trasplante a una distancia de 20 cm entre sitios. No se observó volcamiento en las variedades y líneas para la dosis de nitrógeno comparadas.

El Cuadro 4 presenta los rendimientos obtenidos en este experimento. Se observaron líneas como la 5685 que tuvo producciones aceptables cuando no se aplicó nitrógeno adicional al que tenía el suelo, y además presentó una respuesta alta, de 5.2 kg de arroz por cada kg de N adicional; en contraste, la variedad CICA 8, que también dio producción aceptable sin N adicional, tuvo una respuesta baja al N adicional, tan sólo de 2.56 kg de arroz por kg de N, y la variedad CICA 4, con una cosecha muy pobre sin N adicional presentó muy alta respuesta, de 8.44 kg de arroz por cada kg de N agregado.

Se determinaron los requerimientos nutricionales para los elementos mayores N, P y K, así como los secundarios Ca, Mg y S y los micronutrientes Fe, Mn, Zn, Cu, B y el elemento útil Si. El orden de requerimiento de mayor a menor es Si, N, K, Ca, P, Mg, y S; Fe, Mn, Zn, B y Cu.

El Cuadro 5 presenta la relación N-P-K en la parte aérea de las plantas.

Nutrición mineral durante el período vegetativo

En la variedad CICA 8 se determinó la absorción de nutrientes durante su período vegetativo, así: los elementos mayores N, P y K, los secundarios Ca, Mg, S, los menores Fe, Mn, Zn, Cu, B, el elemento útil Si, además de Na y Al.

Las siembras se hicieron con semilla pregerminada, a una densidad de 60 kg/ha. Para la fertilización se usaron 60 kg/ha de N, 15 kg/ha de P, 25 kg/ha de K y 10 kg/ha de Zn, los cuales se aplicaron a la siembra a excepción del N que se aplicó en fracciones iguales a los 20, 40 y 60 días de edad del cultivo.

Los resultados señalan que la mayor producción y acumulación de materia seca se presenta a partir de la iniciación del primordio floral. En promedio, la tasa de producción de materia seca es de 3.5 kg/ha por día hasta el macollamiento, de 22.9 kg/ha por día a la iniciación del primordio floral, y de 41.8 kg/ha por día a la floración.

Cuadro 4. Producción de cuatro variedades y cuatro líneas de arroz en kg/ha de arroz cáscara, sin agregar fertilizantes nitrogenados y respuesta en rendimiento al agregar 200 kg/ha de N.

Dosis N (kg/ha)	Rendimiento kg/ha (14% humedad)							
	CICA 8	METICA 1	METICA 2	CICA 4	5715	5738	5685	5709
0	6800	6300	6280	4623	7583	7501	6450	6400
200	7313	6950	6827	6311	8203	8107	7500	6827
Rendimiento por kg de N aplicado	2.56	3.25	2.73	8.44	3.10	3.03	5.25	2.13

Cuadro 5. Relación N-P-K en la parte aérea de algunas variedades y líneas promisorias de arroz, al aplicar 0 y 200 kg/ha de N.

Variedades y líneas	Relación N-P-K	
	Para 0 kg/ha de N	Para 200 kg/ha de N
CICA 8	7:1:3	8:1:3
METICA 1	8:1:4	8:1:3
METICA 2	8:1:4	9:1:3
CICA 4	6:1:3	8:1:3
5715	8:1:3	6:1:2
5738	6:1:2	9:1:3
5685	7:1:3	10:1:4
5709	7:1:4	7:1:3

De acuerdo con los resultados obtenidos, se deduce que al macollamiento la variedad CICA 8 ha producido el 0.87% del total de la materia seca, a la iniciación del primordio floral ha producido el 14.42% del total y a la floración el 36.10% del total.

A la maduración, el 41.8% del total de la materia seca está representado por el grano y el 58.2% por la paja. El promedio de rendimiento de arroz cáscara fue 6000 kg/ha al 14% de humedad.

Hasta la iniciación del primordio floral el cultivo había absorbido el 24.62% del N total utilizado para la cosecha, el 17.13% del P y el 27.31% del K total (Figura 3). Se observa que a través de las diferentes etapas de desarrollo del cultivo hasta la maduración, los elementos mayores son empleados por el cultivo en el siguiente orden N, K y P. La relación N-P-K extraída por la parte aérea del cultivo fue 7-1-4.

Con respecto a los elementos secundarios, se observa que hasta la iniciación del primordio floral el cultivo había absorbido el 14.10% del total, el 12.71% del Mg y el 24.17% del S. El orden de requerimiento de mayor a menor cantidad es Ca, Mg, y S (Figura 4). Los elementos menores estudiados se necesitan en el siguiente orden de mayor a menor: Mn, Ge, Zn, Cu y B (Figura 5).

En cuanto al Si, la cantidad de este elemento útil aprovechado por el cultivo fue mayor que la de los elementos esenciales. Los elementos Na y Al presentaron problemas en algunas zonas arroceras, así: el Na en suelos alcalinos y el Al en suelos ácidos. En el Cuadro 6 se observa el comportamiento de estos elementos a través del ciclo vegetativo del cultivo.

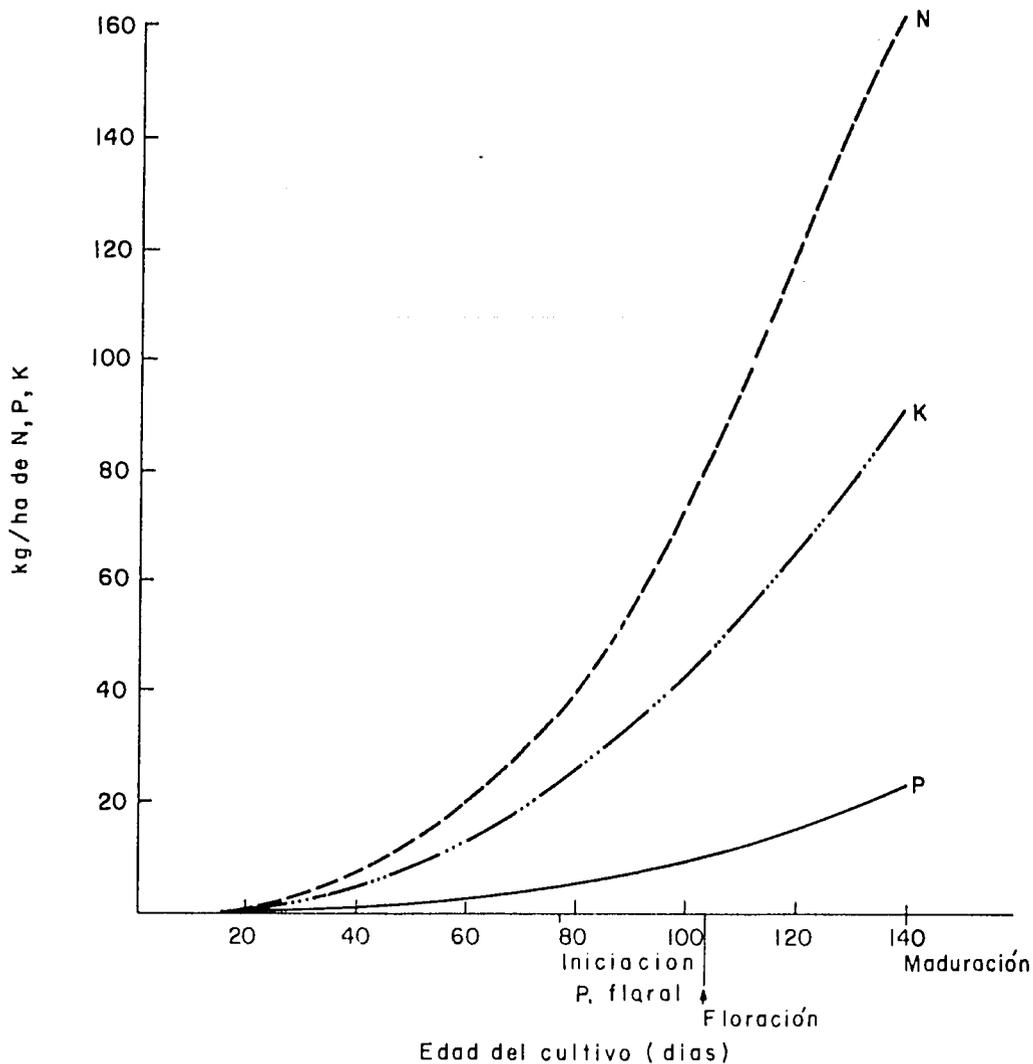


Figura 3. Absorción de elementos mayores en el arroz según edad del cultivo.

Arroz de secano en suelos con alto nivel de Al

En suelos de sabana de los Llanos Orientales de Colombia representativos de extensas zonas de América Latina, potenciales para el cultivo de arroz en secano se estudian:

- a) Diferentes intensidades de labranza para la siembra de arroz;
- b) comportamiento de variedades según su tolerancia a bajo pH del suelo y a contenidos altos de Al;
- c) el uso de cantidades mínimas o nulas de insumos.

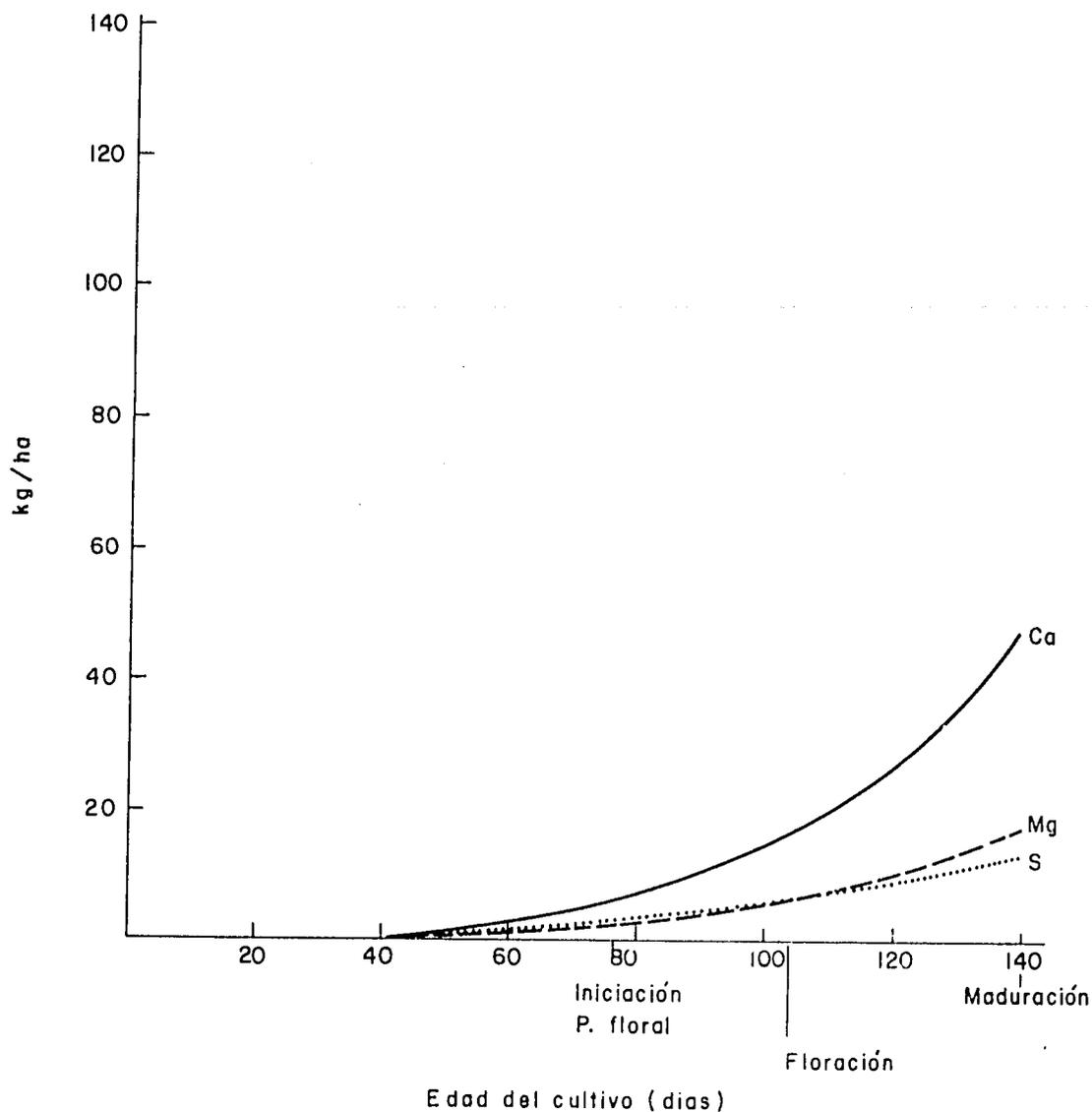


Figura 4. Absorción de elementos secundarios en el arroz según edad del cultivo.

El objetivo básico es encontrar la forma económica y rentable de producir arroz con poco uso de energía en las extensas sabanas suramericanas. La investigación se realizó en el Centro Experimental La Libertad del ICA en Villavicencio, Meta, Colombia, dentro del convenio experimental ICA-CIAT. Se compararon las siguientes variedades:

Monolaya: nativa de Colombia, de planta alta y rústica, tradicional en arroz de secano.

IAC 25: planta alta, oriunda del Instituto Agronómico de Campinas, en Brasil, donde la siembra de arroz en secano es lo común.

CICA 8: variedad de altura intermedia, con alta capacidad de rendimiento, desarrollada por el convenio ICA-CIAT.

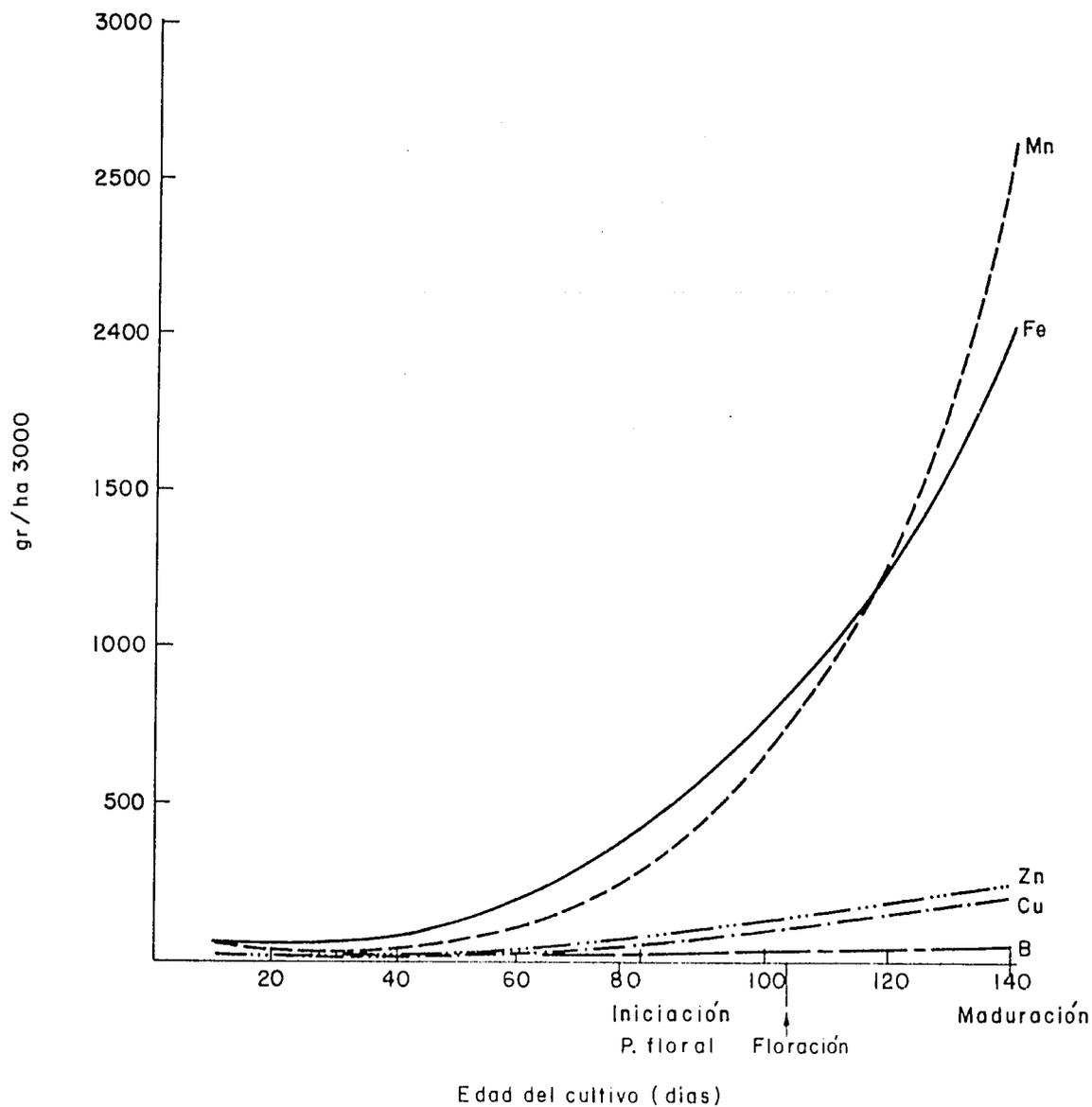


Figura 5. Absorción de elementos menores en el arroz según edad del cultivo.

METICA 1: variedad de altura intermedia, mejorada y recomendada por ICA para los Llanos Orientales.

La siembra se efectuó después de retirada la vegetación natural que existía en el lote y se prepararon parcelas con diferente intensidad de pasos de maquinaria.

Cuadro 6. Absorciones del elemento útil Si y de Na y Al, evaluadas en diferentes momentos del ciclo de crecimiento de la variedad CICA 8 de arroz.

Edad planta (días)	Elementos		
	Si (kg/ha)	Na (g/ha)	Al (g/ha)
15	0.30	4	8
30	2.43	2	8
45	8.12	57	9
60	17.89	46	75
75	40.48	86	52
90	92.24	260	103
105 paja	140.67	125	657
105 panícula	25.68	19	2237
140 paja	242.47	584	1425
140 grano	136.50	134	1483

Los fertilizantes con fósforo y calcio se colocaron en el surco al lado de la semilla, a dosis que sirven más como nutrimentos que como correctivos de la reacción del suelo. Los niveles de fertilización fueron:

1. P: 0 kg/ha; Ca: 0 kg/ha
2. P: 22 kg/ha; Ca: 75 kg/ha
3. P: 44 kg/ha; Ca: 150 kg/ha

Considerando la influencia del tamaño y grosor de las raíces en la tolerancia de la planta a la sequía y al aluminio, se comparó el desarrollo radical en los diferentes tratamientos, apreciándose mayor desarrollo en el caso de variedades nativas o adaptadas a suelos ácidos (Figura 6).

Los resultados obtenidos indican que IAC 25 y Monolaya tienen mayor capacidad de adaptación a los suelos ácidos con alto contenido de aluminio y se desarrollan satisfactoriamente dentro de las condiciones adversas descritas (Figura 7). El pobre desarrollo de la planta y la producción exigua de las variedades METICA 1 y CICA 8 no justifican su siembra dentro de las condiciones descritas, ni aun en las parcelas con suelo bien preparado y con el mayor nivel de fertilizante estudiado.

Las variedades Monolaya e IAC 25 se presentan como promisorias para desarrollar grandes extensiones de suelos ácidos con alto contenido de aluminio, aplicándoles labranza mínima y un nivel bajo de P y Ca.



Figura 6. Raíces de plantas de arroz de tres variedades sembradas en secano en suelos ácidos de sabana con alto contenido de aluminio, sin agregar correctivos.



Figura 7. Cultivo de arroz de la variedad IAC 25 en suelos ácidos de sabana con alto contenido de Al, sin agregar correctivos.

Variedades y métodos de siembra en suelos salinos

En algunos suelos de zonas arroceras se presentan altos contenidos de sales de Na y de Ca que los hacen no aptos para la explotación agrícola. Para recuperar estos suelos se procura bajar el contenido de sales solubles mediante la construcción de drenajes, la aplicación de correctivos según la clase de sal y el paso de agua a través del suelo. El arroz presenta una alternativa económica para producir cosechas durante el tiempo en que se van lavando las sales.

Se realizó un trabajo para comparar seis variedades de acuerdo con su mayor producción en suelos salinos-sódicos, determinar el mejor sistema de siembra comparando siembra directa con semilla pregerminada y tres edades de trasplante; se buscaba evitar que la plántula estuviera en el suelo salino durante los primeros estados de desarrollo, cuando es más susceptible, manteniéndola en un semillero en suelo normal.

Los resultados en rendimiento, promedio de cuatro replicaciones, se aprecian en el Cuadro 7. A excepción de Pokkali, las demás variedades dieron sus mayores rendimientos al ser trasplantadas a los 45 días de edad. La variedad IR 2153-26-3-5-2 presentó los mayores rendimientos tanto en siembra directa como en las diferentes edades de trasplante.

Se puede concluir que el trasplante tardío de arroz es un método adecuado para producir en los suelos salino-sódicos mientras se recuperan, y que hay unas variedades más tolerantes a sales que otras.

Sistemas de Siembra

Arroz espontáneo

En los lotes que han producido arroz quedan semillas en el suelo después de la cosecha, por desgrane de la planta o por desperdicio en la cosechadora.

Debido al período de reposo que tienen las semillas de algunas variedades de arroz, ellas pueden permanecer en el suelo sin germinar ni perder su viabilidad durante algún tiempo; superado ese período de reposo natural, si encuentran las cantidades adecuadas de humedad, luz, oxígeno y temperatura, germinan produciendo plantas que se denominan "arroz espontáneo".

Cuando en el mismo suelo se han hecho varios cultivos seguidos, o cuando la variedad es susceptible al desgrane o cuando la cosechadora deja mucho residuo de la cosecha en el suelo, se acumula suficiente cantidad de semilla para producir otra cosecha sin necesidad de sembrar. Si se desea aprovechar esta circunstancia, es recomendable destruir por un medio mecánico o químico las plantas o partes de plantas de la cosecha anterior que hayan quedado en pie, porque ellas pueden rebrotar en la forma llamada "soca" y causar al poco tiempo una cosecha no muy abundante, que no proviene de la semilla que está en el suelo.

Cuadro 7. Rendimientos en arroz cáscara calculados para seis variedades en suelos salino-sódicos, y en diferentes sistemas de siembra.

Variedades	Rendimientos calculados* (ton/ha)			
	Siembra directa	Trasplante 15 días	Trasplante 30 días	Trasplante 45 días
CICA 4	2.19 b	4.91 a	5.51 ab	7.26 ab
CICA 8	3.38 ab	4.52 a	4.96 b	6.41 b
IR 2153-26-3-5-2	5.32 a	5.93 a	6.31 ab	8.48 a
IR 22	3.87 ab	5.47 a	6.39 a	7.17 ab
IR 26	3.81 ab	4.56 a	5.46 ab	6.27 b
Pokkali	4.15 a	5.03 a	3.44 c	3.82 c

* Promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes.

Con el objetivo de conocer el rendimiento de una cosecha de "arroz espontáneo" se diseñó un experimento en cuatro parcelas de 900 m² cada una y con diferentes fechas de trasplante. Treinta días después de la cosecha correspondiente al último trasplante, el lote del experimento recibió solo una rastrillada para destruir los residuos de plantas de arroz y malezas de la cosecha anterior; posteriormente, con la lluvia, germinó y más tarde se aplicó riego y se agregaron 60 kg/ha de N. El Cuadro 8 presenta los rendimientos de arroz cáscara correspondientes a cada trasplante y al arroz espontáneo.

El problema principal que presenta el arroz espontáneo es el control de malezas, el cual resulta más difícil y costoso que cuando el suelo se prepara adecuadamente; pero es de anotar que la economía en la preparación del suelo y en semilla permite la mayor inversión en el control de malezas, siendo un sistema económico y agronómicamente posible.

Cuadro 8. Rendimiento de arroz seco en lotes de arroz espontáneo según fechas de trasplante y de cosecha.

Fechas de trasplante	Fecha de rastrillada	Fecha de cosecha	Rendimiento (kg/ha)
9-25-79	-	1-22-80	7188
2- 8-80	-	6-16-80	6270
6-27-80	-	10-17-80	5460
10-20-80	-	2-23-81	6300
-----*	3-25-81	8-25-81	4557

* Información para arroz espontáneo.

Entomología

Dinámica de la población de insectos

Se continúan las siembras mensuales sin aplicación de agroquímicos y las recolecciones semanales sobre áreas de 16 m² en diagonal para la diferenciación y recuento de plagas e insectos benéficos.

Los resultados durante el desarrollo del cultivo, de la variabilidad en la población de insectos plaga más importantes del arroz, así como de Tratata, parásito de los huevos de Rupella, se observan en la Figura 8.

En las varias siembras efectuadas, Sogatodes oryzicola Muir ha incrementado su población entre la quinta y décima semanas. Hydrellia sp. ha aumentado rápidamente a partir de la segunda semana hasta llegar a un máximo en la sexta semana para declinar luego rápidamente.

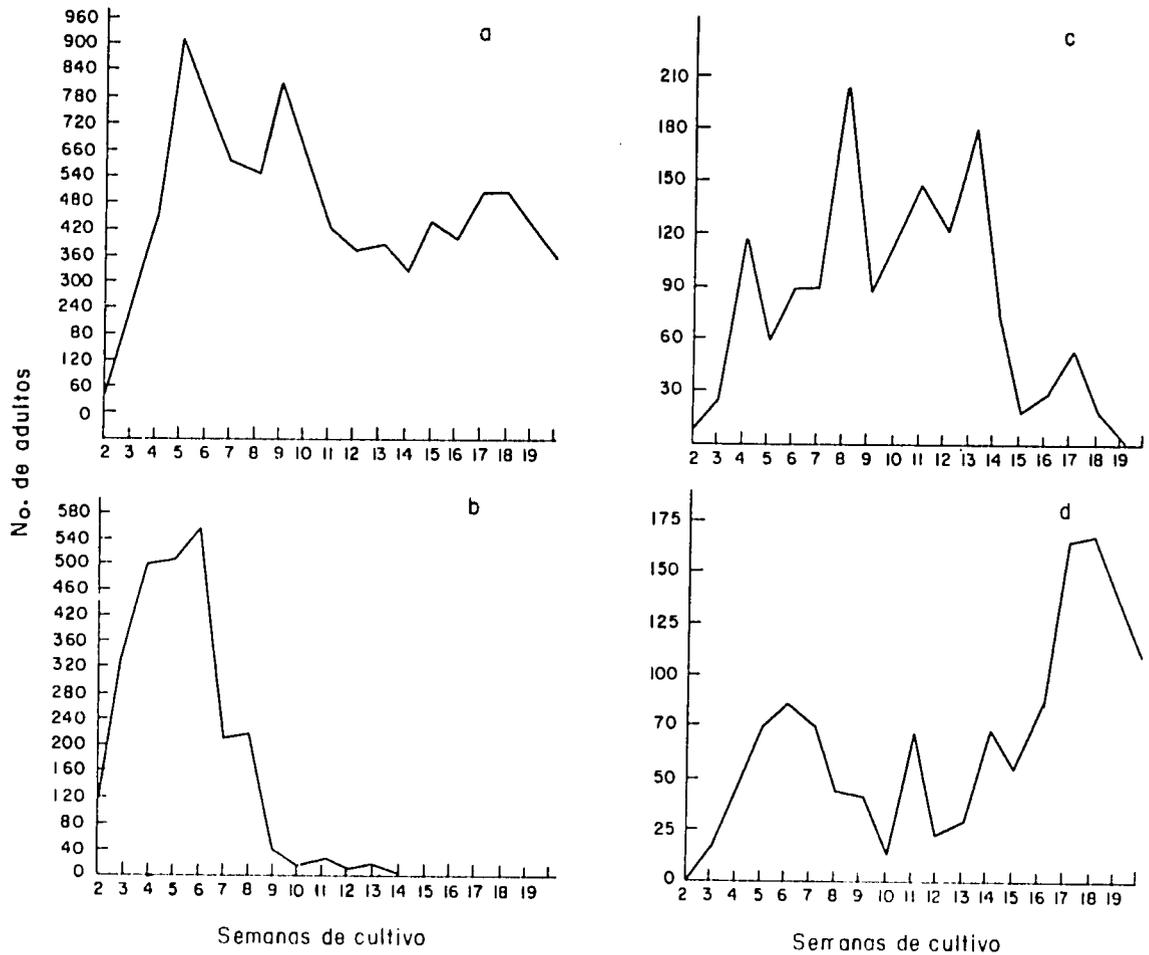


Figura 8. Población de algunos insectos en el cultivo de arroz de acuerdo con la edad del mismo: a = *Sogatodes oryzaicola*; b = *Hidrelia* sp.; c = *Rupella albinella*; d = *Tratata* sp.

La población de *Rupella albinella* ha presentado dos máximos, uno hacia la octava semana y otro hacia la décima tercera. Cuando la población de *Rupella* es alta, se observa una baja población de *Tratata*, un parásito de las larvas de la plaga.

El mayor número de adultos de *Epitrix* sp. se encuentra hacia la cuarta y décima semana de edad del cultivo.

Cultivos de Tejidos

Con la ayuda valiosa de la unidad de Recursos Genéticos, se formaron callos y se diferenciaron plantas a partir de células somáticas y a partir de anteras. Las plantas diferenciadas fueron haploides y luego se duplicaron a diploides siendo haploides doblados homocigóticos.

Este sistema permitirá ganar tiempo en el mejoramiento, disminuyendo etapas segregantes y permitiendo probar gran cantidad de unidades en poco tiempo.

Pruebas Internacionales de Arroz para América Latina

La producción de arroz en América Latina aumentó en la cosecha de 1979/1980, cuando se sembraron 8.3 millones de ha que produjeron 15.6 millones de toneladas métricas de arroz en cáscara. Estos datos representan un incremento del 1.1% tanto para el área como para la producción, en comparación con la cosecha de 1978/1979. Los aumentos ocurrieron en las áreas con riego y de secano mecanizadas de Colombia, Ecuador y Venezuela, y en las áreas de secano mecanizadas de Brasil, Costa Rica, México y Nicaragua.

A pesar del aumento en la producción, los rendimientos se mantuvieron esencialmente similares, especialmente en el sector de secano de la mayoría de los países. Pocos países, como Ecuador, Haití, Uruguay y Venezuela, tuvieron un aumento en el rendimiento en el área con riego, debido principalmente a las condiciones favorables de clima, buenas prácticas de manejo y adopción de variedades de alto rendimiento. Los rendimientos en el sector de secano son bajos debido a la carencia de variedades adecuadas tolerantes a déficits de agua, problemas de suelos, enfermedades e insectos.

En el sector de riego los rendimientos están estabilizándose o aumentando en países en donde se adoptan variedades de alto rendimiento y buenas prácticas de manejo.

En 1981 las actividades del Programa de Pruebas Internacionales de Arroz (IRTP) para América Latina, se enfocaron a los siguientes aspectos:

- Compilación y organización de los resultados de los viveros distribuidos en 1979 y 1980.
- Evaluación del germoplasma, multiplicación de semilla y distribución de los materiales promisorios del IRRI y del CIAT a los programas nacionales.
- Observación de los factores que limitan la producción y de las necesidades de investigación en varios países de la región.
- Organización de la IV Conferencia del IRTP para América Latina.

Resultados de los Viveros Distribuidos en 1979

Los datos de los viveros distribuidos en 1979 fueron analizados y los resultados se presentaron en un resumen (CIAT, Informe Anual del Programa de Arroz 1980). Se publicaron en español los informes finales de seis viveros de rendimiento (VIRAL-P, VIRAL-T, VIRAL-Tar, VIRAL-S, VERAL, VIAVAL) y cinco viveros de observación (VITBAL, VIOAL, VIOAL-S, VIOAL-Es, VIPAL), y se distribuyeron a los cooperadores de los programas nacionales en América Latina y a los participantes en la reunión del IRTP organizada en el IRRI, del 26 de abril al 1 de mayo de 1981.

Resultados de los Viveros Distribuidos en 1980

En 1980 se enviaron a 24 países de América Latina 301 juegos de 14 viveros compuestos de 623 líneas. Como se puede apreciar en el Cuadro 1, el porcentaje de retorno de información hasta noviembre de 1981 (46.8%) fue similar al del año anterior (47.3%).

Cuadro 1. Retorno de información sobre los viveros del IRTP para América Latina distribuidos en 1980.

Vivero*	Juegos despachados	Juegos recibidos	Retorno (%)
VIRAL-P	39	22	56.4
VIRAL-T	29	16	55.2
VIRAL-Tar	14	7	50.0
VIRAL-S	36	15	41.7
VERAL	26	15	57.7
VIOAL	18	11	61.1
VIOAL-S	24	11	45.8
VIPAL	48	19	39.6
VIOAL-Es	16	9	56.3
VIAVAL	13	5	38.5
VIOAL-SA	14	6	42.9
VIOSAL	10	1	10.0
VITBAL	7	3	42.9
VIRAL-F	7	1	14.3
Total	301	141	46.8

- * VIRAL-P = Vivero Internacional de Rendimiento de Arroz-Varietades Precoces
 VIRAL-T = Vivero Internacional de Rendimiento de Arroz-Varietades Tempranas
 VIRAL-Tar = Vivero Internacional de Rendimiento de Arroz-Varietades Tardías
 VIRAL-S = Vivero Internacional de Rendimiento de Arroz-Varietades de Secano
 VERAL = Vivero Específico de Rendimiento de Arroz
 VIOAL = Vivero Internacional de Observación de Arroz
 VIOAL-S = Vivero Internacional de Observación de Arroz de Secano
 VIPAL = Vivero Internacional de Piricularia del Arroz
 VIOAL-Es = Vivero Internacional de Observación del Escaldado de la Hoja del Arroz
 VIAVAL = Vivero Internacional del Añublo de la Vaina del Arroz
 VIOAL-SA = Vivero Internacional de Observación para Suelos Acidos
 VIOSAL = Vivero Internacional de Observación para Salinidad y Alcalinidad
 VITBAL = Vivero Internacional para Temperaturas Bajas en Arroz
 VIRAL-F = Vivero Internacional de Rendimiento-Varietades Flotantes

Los datos de rendimiento y maduración (días a floración) de las mejores líneas de los viveros de rendimiento (VIRAL-P, VIRAL-T, VIRAL-S y VERAL) se presentan en el Cuadro 2. El informe completo sobre rendimiento, maduración, reacción a las principales enfermedades y otros problemas manifestados por los cooperadores, se publicarán en 1982.

Cuadro 2. Promedio de rendimiento y días a la floración de las mejores líneas de cuatro viveros de rendimiento del IRTP distribuidos en 1980 en América Latina.

Designación	Origen	Rendimiento (ton/ha)		Días a la floración	
		Riego	Secano	Riego	Secano
VIRAL-P*					
MRC 603-303	Filipinas	5.34	4.35	99	93
IET 4094	India	5.33	4.37	95	91
B 2360-6-7-14	Indonesia	5.03	4.08	112	102
IR 36 (testigo)	IRRI	4.58	4.30	95	92
CICA 7 (testigo)	Colombia	3.59	4.07	105	98
VIRAL-T**					
PAU 41-262-1-5-PR 388	India	6.10	5.49	111	99
P 1035-5-6-1-1-1 M	CIAT-ICA	5.67	5.70	106	95
IR 5853-162-1-2-3	IRRI	5.62	5.41	110	96
CICA 8 (testigo)	Colombia	6.23	5.68	111	101
CICA 4 (testigo)	Colombia	5.09	4.84	102	92
VERAL***					
P 1377-1-15 M-1-2 M-3 (5854)	CIAT-ICA	5.68	4.84	107	97
P 1274-6-8 M-1-3 M-1 (5685)	CIAT-ICA	5.29	4.98	108	96
P 1377-1-15 M-4-1 M-5 (5715)	CIAT-ICA	5.04	4.68	106	95
P 1429-8-9 M-2-1 M-5 (5738)	CIAT-ICA	4.81	4.92	105	93
CICA 8 (testigo)	Colombia	6.85	5.33	112	101
CICA 4 (testigo)	Colombia	5.00	4.04	101	91
VIRAL-S****					
IR 2823-399-5-6	IRRI	-	4.58	-	102
IR 5853-18-2	IRRI	-	4.37	-	102
IR 3839-1	IRRI	-	4.36	-	94
CICA 8 (testigo)	Colombia	-	4.63	-	107
IR 43 (testigo)	Filipinas	-	4.32	-	101

* Sembrado en 22 localidades, 12 con riego y 10 en secano favorecido.

** Sembrado en 16 localidades, 8 con riego y 8 en secano favorecido.

*** Sembrado en 14 localidades, 6 con riego y 8 en secano favorecido.

**** Sembrado en 12 localidades, en secano favorecido.

Los resultados de los viveros de observación de riego (VIOAL) y secano (VIOAL-S), sembrados en 12 localidades, indicaron que 29 líneas del VIOAL combinan buena habilidad de rendimiento, precocidad y resistencia a piricularia y a volcamiento. Sin embargo, en el VIOAL-S únicamente seis líneas fueron tolerantes a piricularia, resistentes al volcamiento y con buen rendimiento en condiciones de secano favorecido.

El vivero de observación para suelos ácidos compuesto por 90 líneas tolerantes al anaranjamiento o amarillamiento de hojas se sembró en seis localidades; se registró anaranjamiento en Araure (Venezuela) y Villavicencio (Colombia). De acuerdo con los datos de estas dos localidades, 44 líneas se comportaron como los testigos resistentes Colombia 1, Tetep, Carreon y Damaris con lecturas de 1-3; seis líneas fueron tolerantes, con lecturas de 4, y 41 líneas se comportaron como las testigos susceptibles CR 1113, MRC 603/303, IR 7149-35-2-3-2, IET6581 e IR 1905-81-3-1, con lecturas de anaranjamiento de 5-9 en una de las dos localidades. Entre las selecciones resistentes hubo varias líneas mejoradas que produjeron altos rendimientos en Villavicencio (Cuadro 3).

El tercer Vivero de Observación de Piricularia se sembró en camas de infección en 18 localidades y en cuatro de éstas también se sembró en condiciones de campo para observar la resistencia en la panícula.

Cuadro 3. Rendimiento y días a la floración de líneas mejoradas del VIOAL-SA 1980 resistentes al anaranjamiento, un problema de suelos ácidos, en comparación con los testigos susceptibles.

Designación	Anaranjamiento*		Días a floración**	Rendimiento (ton/ha)**
	Villavicencio (Colombia)	Araure (Venezuela)		
CR 1002	2	3	105	7.1
IR 4227-18-3-2	1	3	102	6.8
IR 4568-225-3-2	1	3	97	5.7
B 542b-Pn-68-9-2-2	1	1	95	5.4
P 1369-4-16 M-1-2 M-4	2	1	102	5.4
P 1404-1-1 M-2-1 B	2	1	105	5.2
IR 4427-315-2-3	3	1	105	5.0
Testigos susceptibles:				
CR 1113	8	9	108	1.7
IR 7149-35-2-3-2	9	7	79	2.1
IR 1905-81-3-1	9	7	120	0.8
IET 6581	9	5	110	0.6
MRC 603/303	8	5	109	1.6

* Escala de 1-9; 1 = resistente y 9 = susceptible.

** Datos registrados en Villavicencio, Colombia en 1980.

La incidencia de piricularia en la hoja no fue adecuada para calificar los materiales en cinco localidades en donde los testigos susceptibles fueron resistentes; en las localidades en donde los testigos susceptibles fueron afectados severamente, 59 de las 146 líneas del vivero fueron consideradas resistentes, con tipos de infección de 1-4, y 87 se comportaron como los testigos susceptibles CICA 4 y B-40, con tipos de infección mayores de 5.

De las 59 líneas clasificadas como resistentes en el estado de plántula, 27 presentaron también resistencia en la panícula; las otras mostraron susceptibilidad en por lo menos una de las tres localidades en donde el vivero fue sembrado en condiciones de campo. Así mismo, de las 87 líneas susceptibles en el estado de plántula, 27 no mostraron infección de piricularia en la panícula.

El segundo Vivero de Observación del Escaldado de la Hoja (VIOAL-Es) se sembró en ocho localidades, seis de ellas en América Central, una en México y otra en Colombia. Entre las 54 líneas evaluadas, siete fueron resistentes a la enfermedad en todas las localidades, con tipos de infección de 1-4; 16 fueron moderadamente resistentes, con tipos de infección no mayores de 5, y 35 fueron clasificadas como susceptibles con tipos de infección mayores de 5 en más de una localidad.

Evaluación de Germoplasma, Selección y Distribución

Viveros del IRRRI de 1980

En 1980 se recibieron del IRRRI para evaluación, selección y distribución, 14 viveros con un total de 1581 líneas. Estos viveros se sembraron en el CIAT-Palmira en junio y julio (CIAT, Informe Anual 1980) y el germoplasma se cosechó y evaluó a principios de 1981 para resistencia a Sogatodes y calidad de grano. Se descartaron 1223 líneas (77%) de las 1581 estudiadas, 376 de ellas por mal tipo de planta, 63 por esterilidad del grano, 73 por volcamiento, 148 por segregación o mezclas, 178 por susceptibilidad a Sogatodes y 385 por mala calidad del grano.

Las líneas seleccionadas (358), combinaron buen tipo de planta, resistencia a Sogatodes, buena calidad de grano y alto rendimiento. Estas líneas se incluyeron en los viveros del IRTP para América Latina distribuidos en 1981; también se incluyeron 264 líneas promisorias seleccionadas de los viveros que se habían distribuido a los cooperadores en 1980, y 67 líneas suministradas por el Programa de Mejoramiento CIAT-ICA.

En 1981 se distribuyó un total de 297 juegos de 14 viveros a los cooperadores de 24 países de América Latina (Cuadro 4).

Cuadro 4. Viveros del IRTP para América Latina distribuidos en 1981.

Vivero*	Número de juegos	Número de líneas	Rango del rendimiento (ton/ha)**
<u>Viveros de Rendimiento</u>			
VIRAL-P	40	20	4.9-6.6
VIRAL-T	27	24	6.2-8.6
VIRAL-Tar	12	20	6.0-8.8
VIRAL-S	32	25	5.5-8.7
VERAL	32	12	5.9-7.6
VIRAL-F	3	15	2.6-7.5
VITBAL	10	25	4.1-6.9
VIAVAL	13	19	3.2-8.5
<u>Viveros de Observación</u>			
VIOAL	18	180	3.7-9.6
VIGAL-S	20	99	4.2-9.2
VIOAL-Es	15	57	5.4-9.4
VIPAL	46	118	3.1-9.7
VIOAL-SA	18	50	3.5-9.8
VIOSAL	11	25	1.9-7.9
Total	297	689	

* La identificación de la sigla de cada vivero aparece como pie del Cuadro 1.

** Promedio de dos siembras en el CIAT, bajo condiciones de riego y trasplante.

Viveros del IRRI en 1981

En mayo y julio de 1981 se sembraron en el CIAT-Palmira 11 viveros con un total de 1094 líneas recibidas del IRRI. Todo el germoplasma se cosechó y se está evaluando en condiciones de laboratorio por resistencia a Sogatodes y por calidad de grano. Las líneas que se seleccionen junto con las promisorias de los viveros distribuidos en 1981 serán incluidas en los viveros de 1982 para América Latina.

Viajes de Observación y Visitas Individuales

Estas actividades del IRTP en América Latina se orientaron a observar el comportamiento de los materiales distribuidos a los programas nacionales y a conocer el sistema de cultivo, el estado de las investigaciones y los problemas que limitan la producción comercial.

Viajes de observación

En marzo 16 a 19 de 1981 se hizo un viaje de observación para conocer el sistema de cultivo de arroz de secano en el estado de Mato Grosso en Brasil. Participó un científico de cada uno de los siguientes países: Costa Rica, México, Panamá, Perú, Bolivia, Paraguay, Corea, India y Estados Unidos; también participaron seis científicos de la Empresa de Pesquisa Agropecuária (EMPA) del estado de Mato Grosso, un científico del Centro de Investigación de Arroz y Frijol en Goiania y el Coordinador del IRTP para América Latina.

Se publicó un informe completo con detalles sobre área de producción, problemas que limitan el cultivo y recomendaciones del grupo. En el estado de Mato Grosso se siembran 950,000 ha en secano y las principales variedades cultivadas son IAC 47, IAC 25 y Pratao Precoce. El arroz de secano es menos afectado por la sequía, y los rendimientos fluctúan de 1.5 a 2.5 ton/ha, los cuales son más altos que los obtenidos en el estado de Goiás. El grupo consideró que los rendimientos se pueden incrementar sustancialmente con variedades de más alta capacidad de rendimiento que las actualmente sembradas. En los viveros de rendimiento del IRTP para secano favorecido se están distribuyendo variedades de alto rendimiento con tolerancia a enfermedades y a problemas de suelos ácidos.

Las investigaciones de arroz de EMPA se iniciaron en 1980 y están orientadas a la adaptación y transferencia de la tecnología disponible de otros estados, pero en el futuro, cuando se disponga de mejores facilidades, las investigaciones de arroz se concentrarán en la generación de su propia tecnología.

Los principales factores que limitan la producción son piricularia (Pyricularia oryzae), pudrición de la vaina (Acrocyndrium oryzae) y escaldado de la hoja (Rhynchosporium oryzae). Las deficiencias de P y Zn son los problemas de suelos de mayor importancia.

Visitas individuales

En este año se hicieron visitas individuales a Argentina, Brasil, Uruguay, México y Panamá.

Argentina. La visita a este país se concretó a observar los experimentos de arroz en la estación experimental del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria en Corrientes y algunos cultivos comerciales sembrados con Bluebonnet 50, IR 841 y Lebonnet.

Los principales problemas observados en los cultivos comerciales fueron espiga erecta y dano de barrenadores de tallo. La espiga erecta estaba causando un alto porcentaje de esterilidad (60-80 %) en campos de IR 841. Campos de Bluebonnet 50 mostraban síntomas típicos de espiga erecta pero con poca incidencia. Un campo de Lebonnet tenía un dano severo de barrenadores del tallo (Diathraea sp. y libraea limbiventris).

En la estación experimental se observaron los viveros de rendimiento del IRTP, VIRAL-P, VIRAL-T, VERAL y los viveros de observación VIOAL y VIPAL.

El VIRAL-P y el VIRAL-T estaban sembrados en un área en donde no se presentó incidencia de espiga erecta. Esta fue prevenida drenando las parcelas a los 45-50 días después de la siembra. Las líneas IET 4094 y PAU 41-262 de la India, SPR 7284-57-5 de Tailandia, P 1036-9-3-1-2-2M de CIAT-ICA, INIAP 415 de Ecuador, PNA 237-F4-231-1 de Perú y la línea IR 7063-30-4-3 del IRRI tenían un mejor comportamiento que el testigo local IR 841.

El germoplasma de VIOAL y VERAL se sembró en un campo con drenaje pobre y la incidencia de la espiga erecta fue severa. Sin embargo, hubo una gran variabilidad de tolerancia a este desorden nutricional; algunas líneas eran altamente tolerantes, otras altamente susceptibles. IR 841, CICA 4 y CICA 9 fueron las más susceptibles con 70-90% de esterilidad, mientras que CICA 8, Bluebonnet 50, IR 43 e INTI fueron altamente tolerantes.

De acuerdo con estas observaciones, se recomendó a los científicos del INTA iniciar la evaluación de germoplasma para encontrar fuentes de resistencia o tolerancia a la espiga erecta, principal problema del arroz de riego en la provincia de Corrientes.

Uruguay. Aquí se observaron los experimentos conducidos por el programa de arroz del Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger" en la estación experimental del Este, localizada en la población de Treinta y Tres, así como dos cultivos comerciales de las empresas arroceras de la principal área productora del Uruguay, a 90 km al este de Treinta y Tres.

En Uruguay el arroz es de riego y de siembra directa en suelo seco; es completamente mecanizado desde la siembra a la cosecha y pertenece a grandes empresas. En la cosecha de 1980 se sembraron 62,000 ha con las variedades Bluebelle, EEA 404, Lebonnet y Brazos. Bluebelle ocupó el 90% del área. El promedio nacional de rendimiento fue de 5 ton/ha.

Se observaron excelentes cultivos de Bluebelle y EEA 404 en las empresas arroceras "Arrozal 33, S.A." y "SAMAN". En lotes similares ya cosechados se obtuvieron rendimientos de 6-7 ton/ha.

El programa de arroz en Uruguay está concentrado en la selección de variedades precoces con buen rendimiento, de grano largo y de buena calidad (endosperma traslúcido y contenido de amilosa intermedio), altamente tolerantes a temperaturas bajas y resistentes a pircularia.

Las parcelas de arroz en la estación experimental estaban compuestas de líneas avanzadas introducidas de Beaumont, Texas, poblaciones segregantes del programa y germoplasma de los viveros de rendimiento con variedades precoces (VIRAL-P), de observación para pircularia (VIPAL) y de temperaturas bajas (VITBAL). Algunas líneas MRC 603/303 e IET 4090 del VIRAL-P, IR 8866-48-3, IR 2307-2-47-2-2-3 e IRI 338 incluídas en el VITBAL fueron altamente superiores a Bluebelle

(testigo local). En el VIPAL se observó una buena infección de piricularia en los testigos locales Balilla y Bluebelle; pero la mayoría de los materiales en prueba era resistente incluyendo los testigos Colombia 1, Tetep y Carreon. CICA 4 incluida como testigo susceptible fue altamente resistente.

Brasil. La visita se hizo para observar las investigaciones de arroz y las actividades en la producción de semilla del Instituto Riograndense do Arroz (IRGA) en Porto Alegre, Rio Grande do Sul. IRGA tiene una finca localizada a 150 km al sur de Porto Alegre para la producción comercial y de semilla de arroz. Esta finca cuenta con buenas facilidades para secamiento, procesamiento de semilla y molinería. Había campos comerciales de producción de semilla con la variedad IRGA 409, una variedad semi-enana entregada en 1978, y Bluebelle, en excelentes condiciones en el estado de maduración. Un campo de IRGA 409 cosechado el día anterior de la visita rindió 7.7 ton/ha.

Las actividades de investigación en arroz del IRGA están concentradas en la estación experimental Cachoerinha, cerca a Porto Alegre. Se observaron varios ensayos de agronomía y los viveros del IRTP del CIAT sembrados a mediados de noviembre de 1980. Entre las líneas de los viveros sobresalían las siguientes: BKN 7033-23-1-1-3-2 y MRC 603/303 del VIRAL-P, IR 5853-162-1-2-3, P 1036-9-3-1-3-2 M y PNA 237-F4-223-1 del VIRAL T.

México. La visita tuvo como propósito evaluar el germoplasma de los viveros distribuidos en 1981 por el CIAT y el IRRI, que fueron sembrados por los cooperadores del programa de arroz de riego del INIA en Tampico, Mexicali, Culiacán y Zacatepec. Tampico y Mexicali son dos nuevas regiones con un potencial de cerca de 100,000 ha para el arroz de riego. Los materiales sembrados en Tampico fueron el Vivero Específico de Rendimiento del CIAT (VERAL) y 54 líneas promisorias de maduración precoz e intermedia del IRRI. Entre estos materiales, CICA 8, CICA 4 y una línea hermana de CICA 8 fueron los mejores.

En Mexicali se está introduciendo el arroz para recuperar las áreas salinas y para incluirlo en un sistema de rotación de mayo a noviembre. Además de la salinidad del suelo, la cual fluctúa entre 8 y 12 mmhos/cm², existe otro problemas de altas temperaturas (40-45°C) de julio hasta fines de septiembre. INIA tiene una estación experimental cerca a Mexicali en donde está conduciendo los experimentos de arroz.

En esta estación se observaron los experimentos con germoplasma de los viveros para regiones áridas y salinidad procedentes del IRRI, y un vivero de ensayo de rendimiento con 14 líneas del Programa Nacional y 11 líneas introducidas de la estación experimental del Valle Imperial de la Universidad de California. La mayoría de las líneas toleraron el problema de salinidad y llegaron a la maduración, pero muchas de ellas fueron altamente estériles debido a las temperaturas altas. Pocas líneas toleraron la salinidad y el calor; estas fueron IV-33-1, IR 1857-103-2-2, IR 2053-436-1-2, IR 2153-26-3-5-2 e IR 4-11.

En la estación experimental del valle de Culiacán, se observó el germoplasma de varios viveros del IRTP, del IRRI y del CIAT, y los materiales del programa nacional. Hubo varias líneas con buen comportamiento; estaban limpias de enfermedades y se mostraban altamente tolerantes a la deficiencia de Fe, factor principal que limita la producción en esta región.

Panamá. Se observó el germoplasma de los viveros de rendimiento (VERAL, VIRAL-S, VIRAL-T, VIRAL-P), viveros de observación (VIOAL-S, VIOAL, VIOAL-SA), y viveros de enfermedades (piricularia, escaldado de la hoja, y añublo de la vaina) procedentes del CIAT, y cinco viveros del IRRI (IRGN, IURON, IURYN, IRBN y un juego de líneas para suelos ácidos). Estos viveros fueron sembrados por los programas de arroz de la Universidad de Panamá y del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (IDIAP); estaban localizados en las estaciones experimentales para secano favorecido en Tocumen (Panamá), Chichebre (Bayano), David (Chiriquí), y en dos localidades para secano no favorecido, Rio Hato y Penonomé en la provincia de Coclé.

En todas estas localidades se evaluó el germoplasma por su reacción al escaldado de la hoja, añublo de la vaina, mancha ojival (Dreschslera gigantea) y piricularia. En Rio Hato hubo una severa infección de la mancha ojival, especialmente en las líneas incluidas en el vivero de observación (VIOAL) que tienen como progenitor a CICA 7. Hubo, sin embargo, varias líneas del IRRI de los programas de Asia que fueron altamente resistentes.

En David se identificaron varias líneas resistentes a piricularia y a escaldado de la hoja en varios viveros sembrados en una área de secano favorecido. En el germoplasma para suelos ácidos sembrados en una área de suelos pobres, considerada no favorecida para arroz, las líneas IAC 47, BPIR 1-6, BR 51-91-6, ITA 1161, ITA 117, ITA 118, ITA 162, ITA 225 e ITA 235 tenían buen comportamiento y deberían considerarse como progenitores para los programas de mejoramiento de secano.

Las observaciones registradas en el germoplasma de los viveros sembrados en México y Panamá son un importante complemento a los datos tomados en el CIAT para el mismo germoplasma, para la selección final de las líneas que se incluirán en los viveros de 1982.

Cuarta Conferencia del IRTP en América Latina

La Cuarta Conferencia del IRTP para América Latina se efectuó en el CIAT en agosto 10 al 14 de 1981. Participaron 39 delegados de 18 países y 21 profesionales en entrenamiento en un curso corto de producción de arroz en el CIAT.

Los objetivos de este evento fueron presentar y discutir los progresos y las actividades del IRTP en la región durante los últimos cinco años; informar sobre las futuras orientaciones del IRTP en el hemisferio occidental; informar a los cooperadores de la región sobre los progresos obtenidos por el Programa de Arroz del CIAT en la

selección de variedades y de estrategias para la resistencia varietal a las enfermedades; delinear las prioridades de investigación del programa de mejoramiento del CIAT para arroz de secano; discutir los progresos y necesidades de investigación del cultivo en los diferentes sistemas de producción de la región: riego, secano favorecido, secano no favorecido y arroz para aguas semi-profundas; discutir las futuras orientaciones de los viveros del IRIP para América Latina relacionadas con cambio de viveros; actualizar la información sobre área y producción de arroz, variedades cultivadas y problemas en los diferentes sistemas de producción; y dar a los cooperadores una oportunidad para reunirse e intercambiar ideas y experiencias.

Un informe de este evento fue publicado en español y está en edición en inglés.

Sobre la base de los resultados en dos o tres siembras de los viveros de rendimiento, observación, enfermedades, suelo y clima distribuidos de 1977 a 1980, se identificaron varias líneas con buena adaptación y potencial alto de rendimiento, tanto para el sistema de riego como para secano favorecido. El número de líneas seleccionadas por los programas nacionales para ensayos de rendimiento o hibridación se indican en el Cuadro 5. También, los programas nacionales seleccionaron varias líneas para multiplicación de semilla y entrega a los agricultores. Estos materiales se presentan en el Cuadro 6.

Paneles de discusión

Los paneles de discusión sobre mejoramiento para arroz de riego, zonas bajas con deficiente control de agua, secano favorecido y no favorecido, y zonas templadas, indicaron que hay muchos problemas que aún permanecen sin solución, especialmente aquellos relacionados con enfermedades (piricularia, escaldado de la hoja, pudrición del tallo, pudrición de la vaina, hoja blanca), temperaturas bajas en áreas templadas, sequías y problemas de suelos en secano favorecido y no favorecido, insectos (barrenadores y chinches) y malezas, especialmente en el sector de secano.

Los científicos del sector de secano hicieron énfasis en la necesidad de realizar estudios detallados sobre la caracterización de las diferentes regiones de secano, para definir tecnologías apropiadas para ellas.

Cambio en los viveros

Se consideró que la red del IRTP para América Latina está bien establecida y es suficientemente sólida para permitir ciertos cambios, mejorando su eficiencia para satisfacer las necesidades de los programas nacionales. Para los cambios en los viveros se hicieron tres consideraciones: a) los materiales de Asia tienen buena variabilidad genética y algunos tienen potencial alto de rendimiento, pero su potencialidad en América Latina está restringida a ciertas áreas ecológicas; este material se continuará usando pero con un criterio de selección más estricto; b) el Programa de Arroz del CIAT tiene suficientes materiales avanzados para la mayoría de las necesidades de

Cuadro 5. Utilización del germoplasma de los viveros del IRTP de 1980 para América Latina.

País	Número de líneas	
	Ensayos rendimiento	Hibridación
Argentina	2	-
Bolivia	3	-
Brasil	7	34
Chile	-	5
Colombia	-	38
Costa Rica	44	-
República Dominicana	13	-
Ecuador	19	-
El Salvador	4	-
Guatemala	9	-
Haití	10	-
Honduras	50	-
Jamaica	24	-
México	5	4
Nicaragua	2	-
Panamá	6	6
Perú	7	2
Uruguay	-	8
Venezuela	46	12
Total	251	109

Cuadro 6. Germoplasma de los viveros del IRTP para América Latina en etapa de multiplicación de semilla o entregados a los agricultores.

País	Designación
Argentina	IR 841-63-5-18
Belice	CICA 8
Bolivia	CICA 8, CICA 6, IR 1529
Ecuador	Pankaj, IR 1545-339-2-2
Guatemala	CICA 8 (ICTA Cristina), línea hermana de CICA 8 (ICTA Virginia)
Honduras	CICA 8, INTI
Jamaica	CICA 4, CICA 9, CICA 8
México	P 918-25-1-4-2-3-1B, IR 2053-205-2-6-3, IR 1529
Nicaragua	Tikal 2, IR 841, CICA 8, IR 665
Panamá	P881-19-22-4-1B-2-5, CICA 8

los programas nacionales; y c) algunos programas nacionales tienen ahora buenos materiales para compartirlos con otros programas a través de la red del IRTP.

El IRTP para América Latina continuará suministrando germoplasma mejorado a los programas nacionales en 1982 a través de los siguientes viveros:

- 1) Vivero Internacional de Rendimiento de Arroz con Variedades Tempranas (VIRAL-T). En este vivero se incluirán los mejores materiales y los cooperadores pueden sembrarlo con riego o en secano favorecido, dependiendo del sistema de cultivo.
- 2) Vivero Internacional de Observación (VIOAL). Este vivero constará de materiales promisorios de maduración precoz, temprana o intermedia y tardía, resistentes a las principales enfermedades de la región y tolerantes a suelos ácidos. Se puede sembrar con riego o en secano favorecido.
- 3) Vivero Internacional de Observación para Secano no Favorecido (VIOAL-SNF). En este vivero se incluirán materiales de secano de Asia (IRRI), Africa, Brasil y otros países de la región, así como del CIAT, y se distribuirá a países que tienen problemas de sequía y de fertilidad del suelo.
- 4) Viveros Específicos para Temperaturas Bajas (VITBAL), Salinidad y Alcalinidad (VIOSAL) y Aguas Semi-Profundas (VIRAL-F). Se reconoció que en el CIAT no existen facilidades para evaluar este germoplasma, y por lo tanto su desarrollo estará a cargo del IRRI; el CIAT podrá sembrarlo para fines de multiplicación de semilla, purificación y evaluación de la calidad de grano y resistencia a Sogatodes. Los programas nacionales que requieran este germoplasma pueden solicitarlo al IRRI, ya sea directamente o través del CIAT.

Actualización de la información

Se solicitó a los líderes de los programas nacionales a través de un cuestionario, información sobre área, producción, rendimientos, variedades cultivadas, factores que limitan la producción y distribución del área arrocerá en los diferentes sistemas de cultivo de la región. Esta información indicó que en la cosecha de 1979/1980, se cultivaron 8.3 millones de ha (74.5% en secano y 25.5% en riego), que el total de la producción fue de 15.6 millones de toneladas de arroz con cáscara y que el 53% de esta producción vino del área de riego (Cuadro 7).

Las variedades cultivadas se clasificaron en tres grupos: semi-enanas o variedades de alto rendimiento, altas mejoradas y tradicionales. Los datos de la cosecha 1979/1980 indican que el 70.7% del área arrocerá fue sembrada con variedades tradicionales, el 10.0% con variedades altas mejoradas, el 19.3% con variedades de alto rendimiento; esta última aumentó en un 4.0% en comparación con el aumento (15.1%) alcanzado en 1977/1978.

Cuadro 7. Area, producción y rendimiento de arroz en América Latina en la cosecha 1979/1980*.

País	Area (000 ha)			Producción (000 ton)			Rendimiento (ton/ha)		
	Irrigado	Secano	Total	Irrigado	Secano	Total	Irrigado	Secano	Promedio
Argentina	100.0	-	100.0	300.0	-	300.0	3.0	-	3.0
Belice	4.0	2.5	6.5	10.0	6.0	16.0	2.5	2.4	2.5
Bolivia	-	54.1	54.1	-	92.7	92.7	-	1.7	1.7
Brasil	780.0	5451.0	6231.0	3000.0	5921.0	8921.0	3.8	1.1	1.4
Chile	40.8	-	40.8	95.4	-	95.4	2.3	-	2.3
Colombia	327.6	95.0	422.6	1638.0	152.0	1790.0	5.0	1.6	4.2
Costa Rica	1.5	80.0	81.5	7.5	208.4	215.9	5.0	2.6	2.6
Cuba**	151.0	-	151.0	450.0	-	450.0	3.0	-	3.0
Ecuador	66.1	68.8	134.9	269.7	110.8	380.5	4.1	1.6	2.8
El Salvador	3.3	11.5	14.8	13.8	43.7	57.5	4.2	3.8	3.9
Guatemala	-	11.5	11.5	-	24.3	24.3	-	2.1	2.1
Guyana**	86.4	35.2	121.6	259.2	52.8	312.0	3.0	1.5	2.6
Haití	31.5	10.6	42.1	169.9	30.4	200.3	5.4	2.9	4.8
Honduras	1.2	18.0	19.2	3.6	32.4	36.0	3.0	1.8	1.9
Jamaica	1.5	-	1.5	4.2	-	4.2	2.8	-	2.8
México	73.5	58.5	132.0	311.0	145.2	456.2	4.2	2.5	3.5
Nicaragua	23.0	19.0	42.0	79.1	28.9	108.0	3.4	1.5	2.6
Panamá	1.5	97.0	98.5	5.3	155.6	160.9	3.5	1.6	1.6
Paraguay**	20.7	11.1	31.8	43.4	14.8	58.2	2.1	1.3	1.8
Perú	72.0	28.2	100.2	360.0	48.0	408.0	5.0	1.7	4.1
República Dominicana**	98.8	-	98.8	299.8	-	299.8	3.0	-	3.0
Surinam	35.7	-	35.7	150.0	-	150.0	4.2	-	4.2
Uruguay	62.0	-	62.0	310.0	-	310.0	5.0	-	5.0
Venezuela	125.0	106.4	231.4	500.0	260.0	760.0	4.0	2.4	3.3
Total	2107.1	6158.4	8265.5	8279.9	7327.0	15606.9	3.9	1.2	1.9

* Datos suministrados por los líderes de los programas nacionales de arroz; - = no se sembró arroz.
 ** Datos de la cosecha 1977/1978.

Cuadro 8. Área sembrada con diferentes tipos de variedades de arroz en América Latina, 1979/1980*.

País	Semi-enanas		Altas mejoradas		Tradicionales		Total Área (000 ha)
	Área (000 ha)	%	Área (000 ha)	%	Área (000 ha)	%	
Argentina	12.0	12.0	60.0	60.0	28.0	28.0	100.0
Belice	5.2	80.0	1.3	20.0	-	-	6.5
Bolivia	10.8	20.0	10.8	20.0	32.5	60.0	54.1
Brasil	249.2	4.0	454.9	7.3	5526.9	88.7	6231.0
Chile	-	-	40.8	100.0	-	-	40.8
Colombia	405.7	96.0	16.9	4.0	-	-	422.6
Costa Rica	78.3	96.1	-	-	3.2	3.9	81.5
Cuba**	151.0	100.0	-	-	-	-	151.0
Ecuador	80.9	60.0	27.0	20.0	27.0	20.0	134.9
El Salvador	13.9	94.0	0.9	6.0	-	-	14.8
Guatemala	6.9	60.0	2.9	25.0	1.7	15.0	11.5
Guyana**	24.3	20.0	75.4	62.0	21.9	18.0	121.6
Haití	2.1	5.0	21.1	50.0	18.9	45.0	42.1
Honduras	14.2	74.0	1.3	7.0	3.7	19.0	19.2
Jamaica	0.8	50.0	0.2	15.0	0.5	35.0	1.5
México	106.3	80.5	21.6	16.4	4.1	3.1	132.0
Nicaragua	32.5	77.3	9.5	22.7	-	-	42.0
Panamá	52.0	52.8	2.9	2.9	43.6	44.3	98.5
Paraguay**	8.9	28.0	11.8	37.0	11.1	35.0	31.8
Perú	47.3	47.2	3.8	3.8	49.1	49.0	100.2
República Dominicana**	33.6	40.1	-	-	50.2	59.9	83.8
Surinam	35.7	100.0	-	-	-	-	35.7
Uruguay	-	-	59.5	96.0	2.5	4.0	62.0
Venezuela	224.5	97.0	-	-	6.9	3.0	231.4
Total (por tipo)	1596.1		822.6		5831.8		8250.5
% del total	19.3		10.0		70.7		100.0
Total excluyendo Brasil	1346.9		367.7		304.9		2019.5
% del total sin Brasil	66.7		18.2		15.1		100.0

* Datos suministrados por los líderes de los programas nacionales; - = no se sembró arroz.
 ** Datos de la cosecha de 1977/1978.

El alto porcentaje de área que se cultiva con variedades tradicionales se debe a que las variedades de alto rendimiento no son adecuadas para el área de secano del Brasil (Cuadro 8).

Cuadro 9. Distribución del área según los diferentes sistemas de producción de arroz en América Latina, 1979/1980*.

País	Área por sistema (000 ha)						Área total
	Irrigado	Áreas bajas inundables	Secano altamente favorecido	Secano moderadamente favorecido	Secano no favorecido	Secano tradicional o manual	
Argentina	100.00	-	-	-	-	-	100.00
Belice	3.25	0.13	1.30	0.13	-	-	6.50
Bolivia	-	1.08	1.62	13.53	0.06	1.63	54.10
Brasil	778.87	124.62	623.10	810.03	-	37.87	6231.00
Chile	40.80	-	-	-	3177.81	716.57	40.80
Colombia	308.50	-	21.13	-	-	92.97	422.60
Costa Rica	1.63	26.08	28.53	22.00	-	3.26	81.50
Cuba	151.00	-	-	-	-	-	151.00
Ecuador	51.26	70.15	-	13.49	-	-	134.90
El Salvador	4.44	-	-	10.36	-	-	14.80
Guatemala	-	1.15	4.60	3.45	1.72	0.58	11.50
Guyana**	86.40	-	-	35.20	-	-	121.60
Haití	31.57	3.37	2.11	1.68	0.84	2.53	42.10
Honduras	1.19	1.73	1.15	2.11	0.96	12.06	19.20
Jamaica	0.97	0.45	-	-	-	0.08	1.50
México	72.60	-	10.56	26.40	15.84	6.60	132.00
Nicaragua	22.26	-	5.46	-	-	14.28	42.00
Panamá	1.97	4.93	7.88	19.70	9.85	54.17	98.50
Paraguay**	20.70	-	-	11.10	-	-	31.80
Perú	72.14	12.03	-	11.02	-	5.01	100.20
República Dominicana**	98.80	-	-	-	-	-	98.80
Surinam	33.91	-	-	-	-	1.79	35.70
Uruguay	62.00	-	-	-	-	-	62.00
Venezuela	124.96	9.26	-	97.19	-	-	231.40
Total	2069.22	254.98	707.44	1077.39	3207.09	949.40	8265.50
%	25.03	3.09	8.56	13.03	38.80	11.49	100.00

* Datos suministrados por los líderes de los programas nacionales de arroz; - = no practicado.
 ** Datos de la cosecha de 1977/78.

La distribución del área en los sistemas de producción indicó que de los 8.3 millones de hectareas sembradas en 1979/1980, el 25% corresponde a riego, el 3% a zonas bajas inundables, el 8.6% a secano altamente favorecido, el 13.0% a secano moderadamente favorecido, el 38.8% a secano no favorecido y el 11.5% a secano manual (tradicional o de subsistencia). El área de cada país en los diferentes sistemas de producción se presenta en el Cuadro 9.

Distribución de Semilla Básica

En 1981 se distribuyeron a nueve países 100 kg de semilla básica de 10 variedades y 14 líneas promisorias.

Economía

Las actividades en economía de arroz se concentraron en dos áreas, la primera de las cuales está relacionada con la recolección y análisis de datos globales sobre producción, área, rendimientos y consumo de arroz en América Latina; la segunda corresponde al estudio de un caso de adopción de tecnología por parte de pequeños agricultores.

Tendencias de la Producción y Consumo de Arroz

La principal característica de la producción de arroz en América Latina es su alto grado de concentración. En el Cuadro 1 se puede notar que el 90% de la producción total está concentrado en diez países; Brasil produce el 56.4% y cuatro países de la región andina, Venezuela, Colombia, Ecuador y Perú, producen 22%, lo que significa que en cinco países de la parte norte de América del Sur se encuentra el 78.4% de la producción de arroz.

El grado de concentración del área sembrada es mucho mayor que el de la producción, ya que los diez países más productores de la región cubren el 93% de dicha área; la mayor concentración se encuentra en Brasil donde se siembra el 72% del total. Un factor que vale la pena resaltar es que los cuatro países de la región andina sólo cubren el 10 por ciento del área, indicando una gran productividad.

Cuadro 1. Producción y área total de arroz en los principales países de América Latina. Promedio 1977-79.

País	Producción		Área	
	000 ton	%*	000 ha	%*
Brasil	7922	56.4	5635	72
Colombia	1651	11.7	383	5
Venezuela	587	4.2	180	3
Perú	511	3.6	117	2
México	477	3.4	149	2
Cuba	473	3.4	220	3
Argentina	319	2.3	96	1
Ecuador	305	2.1	103	1
Guyana	300	2.1	122	2
República Dominicana	280	2.0	112	2
Total	12825	91.2	7117	93

* Proporción con respecto a América Latina.

Fuente: FAO, Anuario de Producción.

El desarrollo del cultivo de arroz varía de país a país. En algunos países el crecimiento se debe principalmente a incrementos en el área sembrada, mientras que en otros se debe a incrementos en los rendimientos. Del análisis de la información disponible se ha podido observar que con el tiempo se presentan cambios en este comportamiento, es decir, que las tasas de crecimiento tanto del área como de los rendimientos tienden a acelerarse o desacelerarse.

La Figura 1 intenta ilustrar este fenómeno en algunos países seleccionados, comparando las tasas de crecimiento para área y rendimientos entre las décadas 1960-69 y 1970-79. Venezuela, Haití, Perú y Brasil se pueden clasificar como un grupo en el que la tasa de crecimiento del área presenta una tendencia a disminuir y la tasa de crecimiento de los rendimientos tiende a aumentar. Cuba y Colombia representan un grupo en que el crecimiento del área sembrada se ha acelerado mientras que la tasa de crecimiento de los rendimientos se ha mantenido constante. En Bolivia y Argentina ambas tasas de crecimiento han disminuido, mientras que en Chile han aumentado.

El consumo de arroz en América Latina es otra variable que presenta un comportamiento irregular a través de los países; en la Figura 2 se puede observar que el incremento porcentual en el consumo per capita entre 1970 y 1979 varía desde 207% en Venezuela hasta -29% en Nicaragua. La teoría económica indica que los cambios en el ingreso y en los precios relativos son las variables que pueden explicar los cambios en el nivel del consumo per capita; por otra parte, en el contexto de una economía cerrada los aumentos en la producción de un bien tienden a disminuir su precio frente al de otros.

Considerando los argumentos anteriores, se propuso explicar los cambios en el consumo per capita sobre la base de la tasa de crecimiento de la producción, usando los datos disponibles a nivel de país. Los resultados de este análisis fueron:

$$Y = -9.5 + 7.60X \quad (\text{para } n = 22 \text{ y } R^2 = .81) \\ (6.3)^*$$

donde Y = cambio porcentual en el consumo per capita en 1970-79
 X = tasa de crecimiento de la producción de arroz en 1970-79

Los resultados permiten lanzar la hipótesis de que aumentos en la producción doméstica de arroz tienden a aumentar la disponibilidad interna y a permitir un mayor consumo per capita.

No fue posible identificar tendencias permanentes en los flujos internacionales de arroz entre los países de América Latina. Esto se explica en gran parte porque la mayoría de los países pasan de exportadores en un año a importadores en el siguiente. En un intento

* El parámetro es significativamente diferente de cero.

por clarificar esta situación se clasificaron los países en importadores o exportadores de acuerdo con el valor medio del comercio neto (importaciones menos exportaciones) durante la década de los setenta.

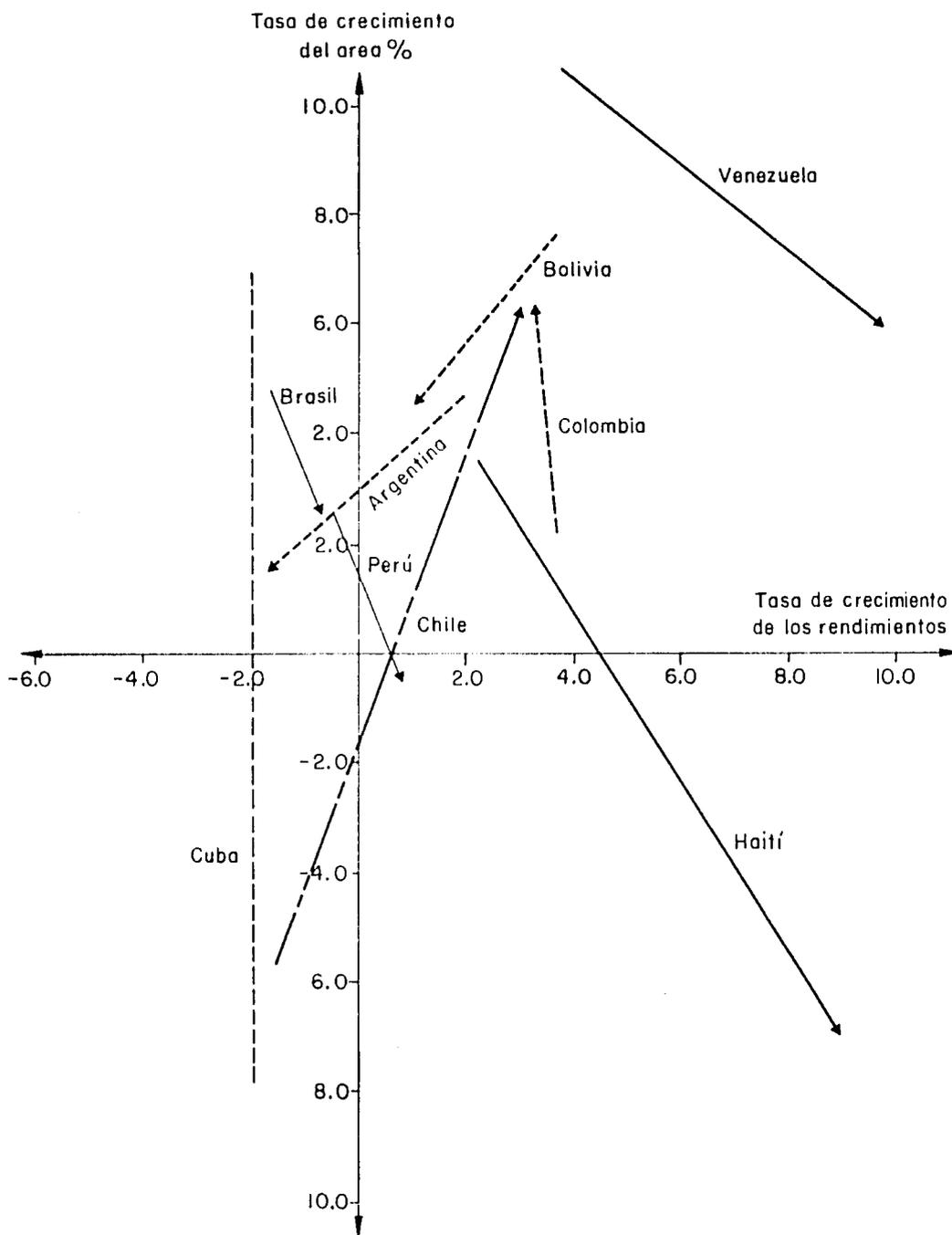


Figura 1. Comparación de las tasas de crecimiento para el área y el rendimiento de arroz durante las décadas 1960-69 y 1970-79, en países seleccionados de América Latina.

Fuente: Las tasas de crecimiento se estimaron a partir de los datos anuales presentados por FAO en los Anuarios de Producción 1961-1980.

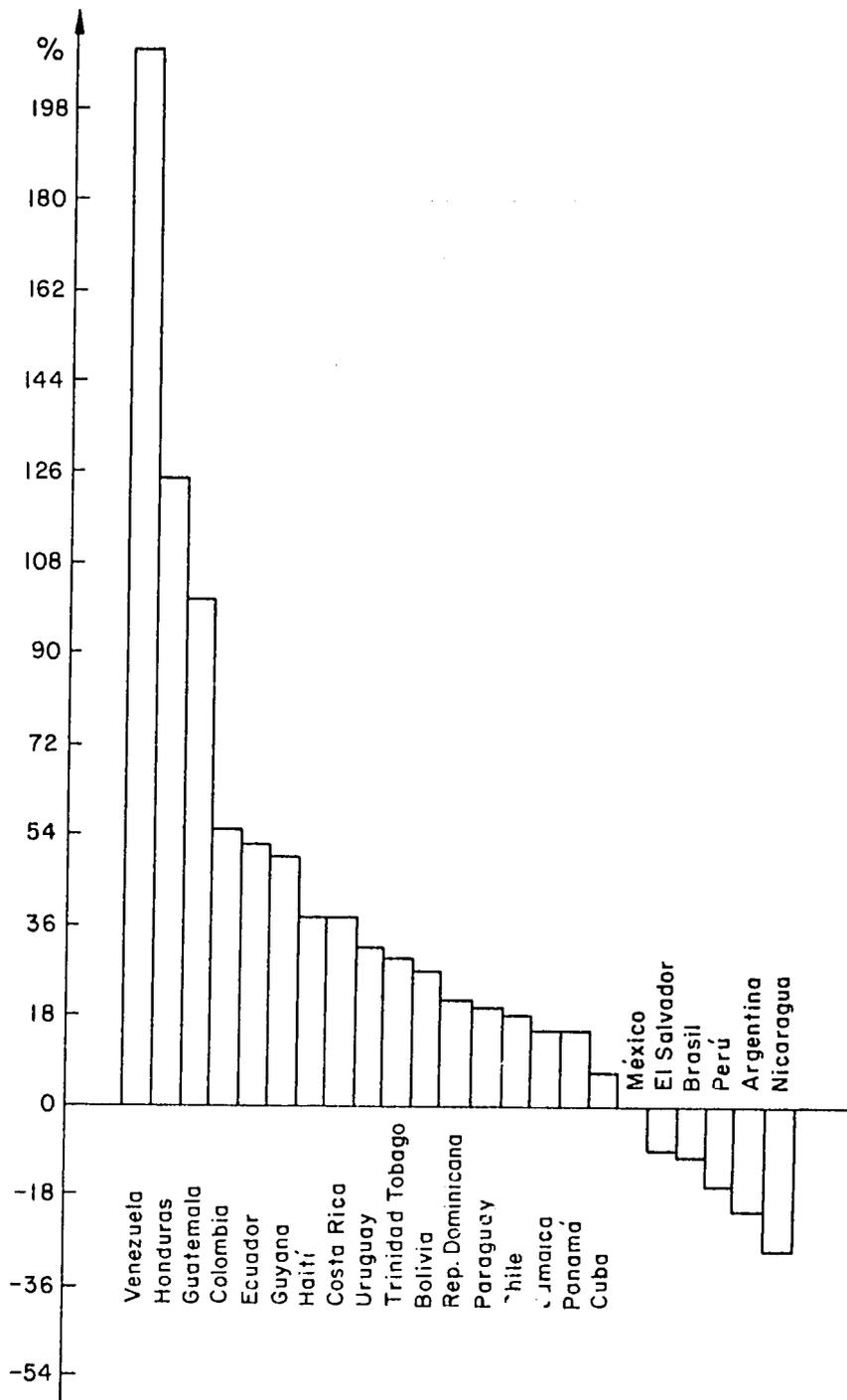


Figura 2. Incremento porcentual del consumo de arroz per capita aparente, en América Latina.

$$\text{Consumo per capita aparente} = \frac{\text{Producción} + \text{Importaciones} - \text{Exportaciones}}{\text{Población}}$$

Fuente: FAO, Anuario de Producción.

Clasificaron como exportadores los diez países que presenta el Cuadro 2, o sea aquellos cuyo comercio neto en los 10 años tuvo un signo negativo. El promedio de estas exportaciones fue de 349,000 ton de arroz blanco, o 536,000 ton de arroz cáscara; el 84% de estas exportaciones fue aportado por cuatro países: Uruguay, Argentina, Guyana y Colombia.

Aparecen 13 países como importadores con un promedio de importaciones de 394,000 ton de arroz blanco o 606,000 de arroz cáscara; la mayoría de las importaciones (54%) fueron hechas por Cuba.

En resumen, durante la década de los setenta, América Latina aparece en promedio como un importador neto de 70,000 ton de arroz cáscara.

El comportamiento errático tanto de los países importadores como de los exportadores sugiere que para poder hacer algunas proyecciones sobre la estructura del mercado internacional de arroz en América Latina en el futuro, es necesario cuantificar el grado de variabilidad del comercio neto en cada país. Para hacer esta cuantificación se asumió un nivel de confianza del 90 por ciento, usando el valor medio y la desviación estándar del comercio neto en la década de los setenta.

Cuadro 2. Valor (promedio) del comercio neto de arroz blanco* para el período 1980-1979 por países en América Latina.

Exportadores**	000 ton	Importadores***	000 ton
Uruguay	86.35	Cuba	212.91
Argentina	80.20	Jamaica	38.75
Guyana	71.78	Trinidad Tobago	31.28
Colombia	55.08	Perú	29.45
Venezuela	20.91	República Dominicana	28.69
Brasil	17.97	Chile	25.58
Costa Rica	11.31	Haití	9.67
Nicaragua	3.87	Honduras	5.06
Bolivia	1.21	Ecuador	4.50
Paraguay	0.33	Guatemala	4.44
		México	3.60
		El Salvador	0.54
		Panamá	0.15
Total	349.01		394.62

* Comercio neto: importaciones-exportaciones.

** Países con un promedio negativo de comercio neto.

*** Países con un promedio positivo de comercio neto.

Fuente: FAO, Anuario de Comercio.

Como se puede observar en la Figura 3, dentro de los países exportadores el de mayor variabilidad es Brasil. De acuerdo con su comportamiento en los 10 años anteriores, en un año dado el comercio neto de este país puede variar entre un volumen de exportaciones de 183,000 ton y un volumen de importaciones de 147,000 ton, ambas cifras en arroz blanco.

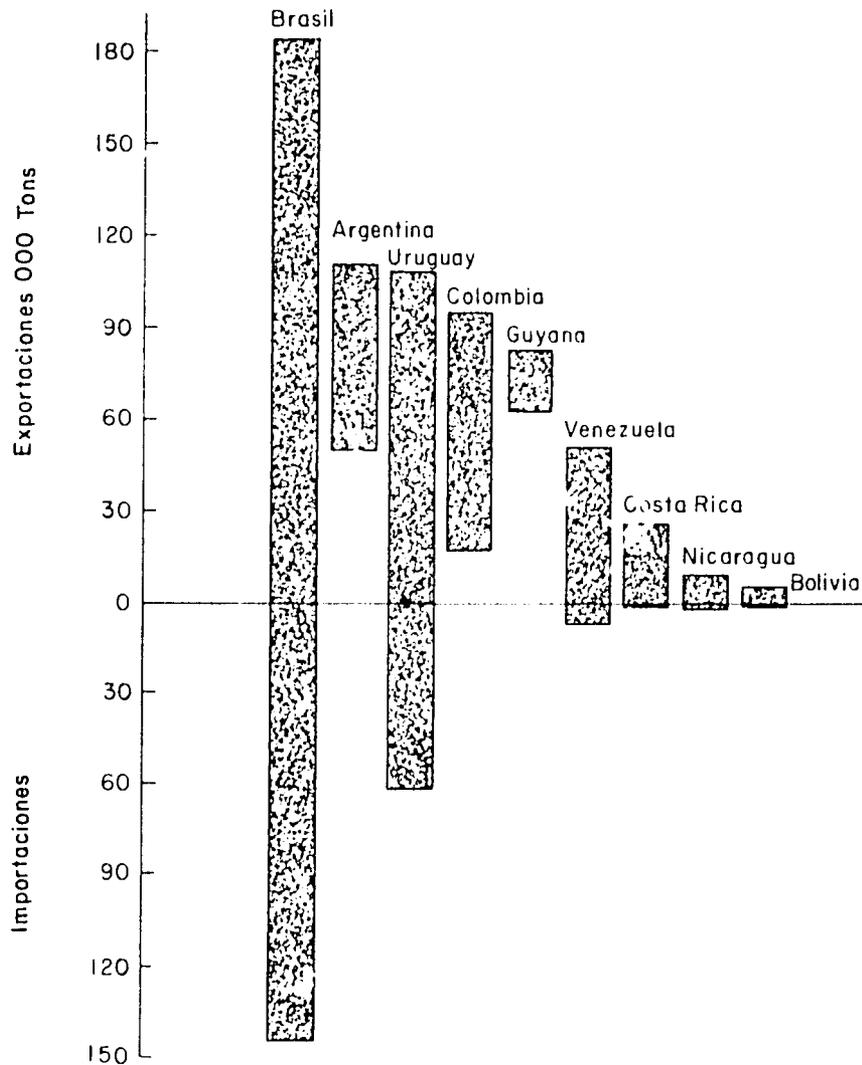


Figura 3. Valores netos del comercio de arroz blanco de los países de América Latina exportadores en la década 1970-79 (90% de confianza).

$$\text{Valores netos} = X \pm 1833 \sqrt{\frac{s^2}{10}} \quad \text{en donde:}$$

X = promedio del comercio neto 1970-1979
s = valor de la desviación estándar 1970-1979

Fuente: FAO, Anuarios de Comercio.

Este resultado implica que Brasil, a pesar de que en promedio contribuye sólo con un pequeño porcentaje de las exportaciones, es un desestabilizador del mercado latinoamericano y probablemente de los precios internacionales de la región. Uruguay, Venezuela, Costa Rica, Nicaragua y Bolivia también podrían convertirse en importadores en un año dado, mientras que Argentina, Colombia y Guyana siempre aparecen como exportadores netos.

La Figura 4 presenta los intervalos de confianza o valores netos del comercio de arroz para los países importadores; la mayoría de ellos, con excepción de Panamá, Ecuador y México, aparecen siempre como importadores netos.

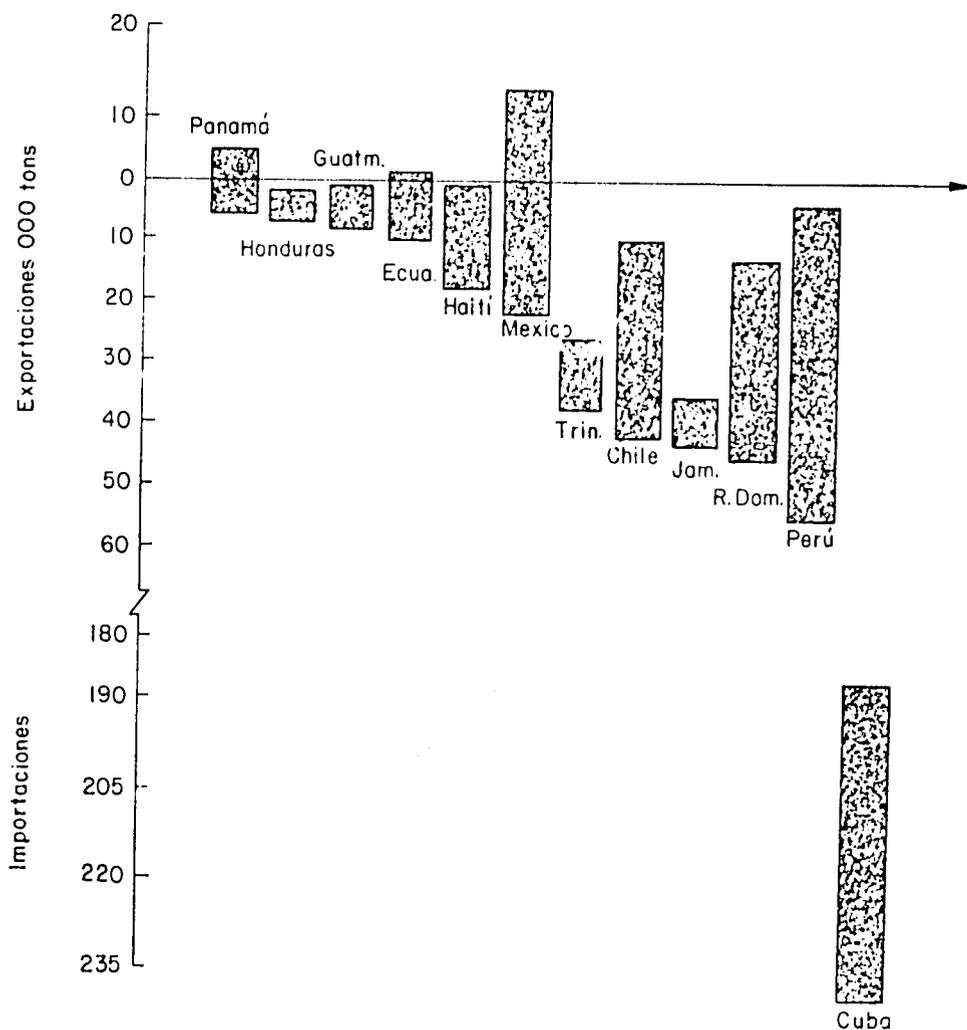


Figura 4. Valores netos del comercio de arroz blanco de los países de América Latina importadores durante la década 1970-1979 (90% de confianza).

$$\text{Valores netos} = \bar{X} \pm 1.833 \sqrt{\frac{s^2}{10}} \text{ en donde:}$$

\bar{X} = promedio del comercio neto 1970-1979
 s = valor de la desviación estándar 1970-1979

Fuente: FAO, Anuarios de Comercio.

Como resultado de este análisis se puede ver que en el proceso para reconocer la estructura del sector arrocero de América Latina, tanto de la demanda como de la oferta, es muy importante identificar las variables y políticas correspondientes que llevan a la estabilización de la producción y el consumo dentro de cada país.

Proyecciones sobre Consumo y Oferta de Arroz

La situación del mercado de arroz en América Latina se presenta como un gran interrogante; el balance entre el consumo y la oferta depende directa o indirectamente de varios factores que lo afectan.

Demanda

Hay tres variables que sobresalen como las más importantes en la demanda: el crecimiento de la población, el nivel del ingreso per capita y los precios relativos de arroz con respecto a otros alimentos. El comportamiento de cada una de estas variables difiere de país a país.

En algunos países se espera que la tasa de crecimiento de la población se mantenga constante, mientras que en otros se espera que tienda a decrecer. Se ha proyectado que el promedio anual de la tasa de crecimiento para América Latina pase de su nivel actual de 2.5% a 2.0% en el año 2000. El nivel de ingreso y los precios relativos van a determinar el consumo per capita; éste ha variado en los diferentes países, pero el promedio para América Latina ha aumentado a un ritmo anual de 0.9 por ciento. En estas circunstancias se pueden prever tres posibles escenarios con respecto a la demanda de arroz.

- 1) Que se mantenga la tasa histórica de crecimiento de la demanda, del 3.5% anual, lo que implicaría que la tasa de crecimiento del consumo per capita debe aumentar hasta un nivel del 1.6%.
- 2) Que se mantenga la tasa histórica de crecimiento del consumo per capita (0.9%), lo que implicaría que la tasa de crecimiento de la demanda se reduce al 2.9 por ciento anual.
- 3) Que el consumo per capita se estabilice en los niveles actuales y por lo tanto la tasa de crecimiento de la demanda sería igual a la tasa de crecimiento de la población, esto es, 2%.

El primer escenario se basa en el supuesto de que el precio del arroz tiende a disminuir con respecto al de otros productos como consecuencia de la mayor producción proveniente de la nueva tecnología, como ha sucedido en Colombia y Venezuela. El segundo y tercer escenarios se basan en el supuesto de que los precios relativos no van a evolucionar tan favorablemente para el arroz. El Cuadro 3 presenta las estimaciones sobre consumo y requerimientos mínimos para las tres posibilidades.

Cuadro 3. Proyecciones de la demanda de arroz en América Latina para el año 2000, bajo diferentes supuestos para el crecimiento del consumo per capita.

Tasa aumento consumo per capita (%)	Consumo <u>per capita</u> año 2000* (kg/persona)	Consumo total año 2000** (millones de ton)	Requerimientos mínimos arroz cáscara*** (millones de ton)
1.6	37	20.4	31.4
0.9	32	17.6	27.1
0.0	27	14.9	22.9

* Arroz blanco.

** Asumiendo una población de 551 millones de personas para América Latina (Demographic Yearbook United Nations, 1979).

*** Asumiendo un índice de pilada de 65%.

Oferta

No se puede predecir con mayor exactitud cuál será la situación de la oferta en el futuro; la producción depende de las variables área y rendimiento, cuya expansión depende a su vez de otros factores.

El crecimiento del área sembrada va a depender de la disponibilidad de suelos y condiciones apropiadas para el cultivo de arroz y de la rentabilidad de éste frente a otros cultivos; pero las proyecciones de área se complican un poco más debido a la existencia de diferentes sistemas de producción, que varían según el tipo de suelo y la disponibilidad y control de agua. En el pasado el área sembrada con arroz en América Latina ha crecido a una tasa anual del 2.8% en promedio.

Los sistemas bajo riego cubren el 30% del área sembrada y su expansión va a depender de la construcción de infraestructuras que permitan el manejo y control del agua; las áreas irrigadas en América Latina han crecido a una tasa de 1% anual*. El otro 70% del área corresponde a los sistemas de secano, que se han dividido en dos grandes grupos: secano favorecido y secano no favorecido. El secano no favorecido, concentrado principalmente en Brasil, ocupa la mayor extensión y a la vez tiene una mayor área potencial para expansión. Países que se pueden clasificar como áreas de secano favorecido han aumentado sus áreas arroceras a un ritmo anual de 1.5% en promedio.

* Estimativo de FAO, Anuario de la Producción.

Usando las anteriores tasas de crecimiento se han hecho las estimaciones que presenta el Cuadro 4 sobre el área que se sembraría con arroz en el año 2000, así como sobre los rendimientos y producción. El crecimiento del área del sistema de secano no favorecido se ha estimado por diferencia, resultando una tasa de crecimiento de 3.7% anual.

La disponibilidad de nuevas variedades específicas para el sistema de secano favorecido y las políticas gubernamentales de varios países, en especial de Brasil, dirigidas a estimular este sistema de producción hacen prever que podría haber una sustitución del sistema de secano no favorecido por el favorecido. Asumiendo que la tasa de crecimiento del área sembrada con arroz en América Latina se mantenga en 2.8% anual y que el área del sistema de secano no favorecido se establezca en 5.0 millones de ha, el área de secano favorecido debería aumentar a 5.5 implicando una tasa de 7.5% anual en su crecimiento. Los resultados se presentan en la Columna 2 del Cuadro 4.

Los promedios del rendimiento de cada sistema de producción en América Latina dependerán de la tasa de adopción de las tecnologías generadas en los centros de investigación. Los investigadores esperan para el año 2000 promedios de 5 ton/ha en el sistema de riego, de 3 ton/ha en el sistema de secano favorecido y de 1.5 ton/ha en el sistema secano no favorecido. No se esperan incrementos en los rendimientos del sistema rainfed (várzeas, pozas, etc.).

Cuadro 4. Proyecciones del área sembrada, rendimientos y producción de arroz en América Latina para el año 2000, por sistemas de producción.

Sistema de cultivo	Área según supuesto* (millones de ha)		Rendimientos (ton/ha)	Producción* (millones de ton)	
	I	II		I	II
Riego	2.3	2.3	5.0	11.5	11.5
Rainfed**	0.6	0.6	2.5	1.5	1.5
Secano					
Favorecido	1.8	5.5	3.0	5.4	16.5
No favorecido	3.7	5.0	1.5	12.6	7.5
Total	13.4	13.4		31.0	37.0

* En los Supuestos I y II, las tasas de crecimiento para las áreas de riego, rainfed y total son iguales: 1.0, 0.0 y 2.8%, respectivamente.

En el Supuesto I la tasa de crecimiento del área de secano favorecido se fija en 1.67% y la de secano no favorecido se estima por diferencia; en el Supuesto II se fija un límite máximo para el área de secano no favorecido en 5,000,000 de ha, mientras que el área de secano favorecido se estima por diferencia.

** Rainfed = várzeas, pozos, etc.

Las últimas dos columnas del Cuadro 4 presentan la producción de arroz esperada en el año 2000 en cada uno de los sistemas de producción bajo los dos supuestos de área sembrada. Los resultados muestran que los cambios en la estructura del área sembrada del sector arrocero tienen repercusiones directas en la capacidad productiva del mismo, con un nivel de tecnología dado. En el primer supuesto los promedios de rendimiento de América Latina serían de 2.3 ton/ha y en el segundo supuesto de 2.8 ton/ha. Estos niveles implicarían unas tasas de crecimiento anual en el rendimiento de 0.7 y 1.7% respectivamente. Históricamente el promedio de rendimiento de arroz en América Latina ha crecido a una tasa anual de 0.7%.

En el Cuadro 5 se presentan los resultados de comparar las proyecciones de oferta y demanda anteriores. En la tercera columna se indican los excedentes, que pueden oscilar entre 0 y 14 millones de ton de arroz cáscara, y en las columnas siguientes se explora la posibilidad de que estos excedentes puedan ser consumidos en el área.

Dentro del escenario de las proyecciones de oferta menos optimistas, o sea de 31 millones de ton, el consumo per capita de arroz blanco debería ser de 36.6 kg/persona/año, en promedio; con la proyección de oferta de 37 millones de ton el consumo per capita debería alcanzar un nivel de 43.6 kg/persona/año. Obviamente, el precio del arroz frente al de otros alimentos como trigo, maíz, etc. y la disponibilidad de los insumos sería factor decisivo para alcanzar los niveles señalados en el consumo per capita de arroz.

Cuadro 5. Proyección para los excedentes de producción de arroz para el año 2000 en América Latina considerando dos posibles ofertas y tres alternativas de crecimiento en la demanda, y estimación del incremento en el consumo per capita necesario para absorber tales excedentes.

Oferta (millones de ton)	Demanda		Excedente total* (millones de ton)	Incremento consumo** <u>per capita</u> (kg)
	crecimiento (%)	total (millones de ton)		
31.0	3.5	22.9	8.1	9.6
	2.9	27.1	3.9	4.6
	2.0	31.4	-0.4	0.0
37.0	3.5	22.9	14.1	16.6
	2.9	27.1	9.9	11.6
	2.0	31.4	5.6	6.6

* Oferta - demanda.

** Incremento en el consumo per capita considerando una población de 551 millones de personas (Demographic Yearbook, United Nations, 1979) y un índice de pilada de 65%.

Estudio de un Caso: Distrito de Riego "La Doctrina"

Se realizó un estudio sobre la producción de arroz en el distrito de riego La Doctrina como un caso de adopción de tecnología por pequeños agricultores. Este distrito está localizado en la costa norte de Colombia (departamento de Córdoba, municipios de Lórica y San Bernardo del Vieito). Tuvo su origen en un programa de reforma agraria que se inició en 1962 y que tenía entre sus objetivos la adecuación de 4000 ha.

Aspectos generales relacionados con la producción

La organización de las fincas arroceras gira alrededor del Programa de Reforma Agraria y las parcelas están ubicadas en las 655 ha que tienen acceso al riego y drenaje; los datos del distrito informan de 155 explotaciones que solicitan agua para siembra de arroz.

El tamaño de las parcelas fluctúa entre 2 y 20 ha, con un promedio de 4; cada parcela opera en forma independiente, aunque en el pasado se efectuaron algunos experimentos de asociaciones de productores que tuvieron poco éxito. Teóricamente no debería presentarse ninguna forma de arrendamiento; sin embargo, por falta de crédito, han ocurrido arreglos en este sentido.

No ha sido posible conseguir información detallada sobre el porcentaje de reembolso de los créditos en forma histórica excepto para los tres últimos semestres. En el semestre A de 1980 se financiaron 202 ha a 25 agricultores a un promedio de 12,660 \$/ha con un porcentaje de reembolso de 100; en el semestre B del mismo año se financiaron 217 ha con un promedio de 9370 \$/ha a 46 agricultores y uno de ellos perdió su cultivo. En el semestre A de 1981 se financiaron 218 ha para 35 familias, con un promedio de 22,516 con sólo un caso de falla en el pago.

En general se están realizando dos cosechas de arroz al año con la siguiente secuencia de actividades:

Preparación y siembra:	finales de enero
Cosecha:	finales de mayo
Descanso y pastoreo:	junio y julio
Preparación y siembra:	finales de julio
Cosecha:	finales de noviembre
Descanso y pastoreo:	diciembre y enero

Este patrón de cosecha se altera según la disponibilidad de agua para riego. Las autoridades del distrito (HIMAT)* anuncian las fechas en que habrá agua disponible, lo que está sujeto a diversos factores pero principalmente a recursos de presupuesto para mantenimiento y operaciones de bombeo.

Ninguno de los agricultores tiene maquinaria propia para la preparación de tierra y cosecha, sino que usan equipos alquilados a tarifas que rigen para toda la comunidad. Otras labores como control de

* HIMAT: Instituto de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras.

malezas, aplicación de productos y mantenimiento del riego se realizan manualmente, con mano de obra propia y contratada y con equipos de aplicación, bombas de espalda, que usualmente son de propiedad del agricultor; éstas se usan para cualquier tipo de producto y se observa un uso indiscriminado de boquillas para control de malezas y de enfermedades.

El número de jornales contratados tiene relación directa con el tamaño de la parcela; su valor varía según la labor, el número de días y el agricultor; en general, éste procura aprovechar al máximo la mano de obra propia y familiar, usando la mano de obra contratada sólo como un suplemento. Las características del cultivo, principalmente la necesidad de control de malezas e insectos, hace que la contratación de mano de obra sea más frecuente durante los 30 primeros días; en este período la mano de obra se contrata por semana para asegurar su disponibilidad, pero a partir de ese momento, se hace por día de acuerdo con las necesidades; durante la última cuarta parte del cultivo se usa mano de obra familiar casi exclusivamente.

La preparación del suelo, que se realiza con maquinaria consiste en una arada y dos rastrilladas. La siembra también se realiza con maquinaria, lo mismo que la formación de los caballones. Se usa semilla certificada como un requisito del crédito; algunos agricultores guardan semilla de la cosecha anterior, pero en general existe el conocimiento de que esta práctica puede acarrear problemas, principalmente de malezas. Una característica muy particular en La Doctrina es que todas estas labores: preparación, siembra y caballoneada, se contratan bajo una sola tarifa que es bastante uniforme en todas las parcelas.

Como los suelos no están nivelados, la germinación no es uniforme y por lo tanto se trasplantan plantas del mismo lote, sin hacer semilleros; esta labor se realiza alrededor de 30 días después de la siembra.

La fertilización es una de las labores que más varía entre los agricultores. Por lo general se hacen tres aplicaciones a los 30, 60 y 90 días después de la siembra, utilizando urea; unos pocos agricultores utilizan abonos compuestos. Las dosis varían entre 25 kg/ha y 100 kg/ha de urea.

El control de malezas se puede dividir en dos partes, una que se realiza a los 20 días después de la siembra con productos químicos aplicados manualmente con bomba de espalda en dosis que no varían significativamente. Durante el resto del cultivo, el control de malezas, así como el mantenimiento de los caballones, se hace manualmente.

Usualmente hay necesidad de realizar dos controles de plagas. El primero se hace casi inmediatamente después de la siembra para controlar el cogollero que se alimenta de las plantas recién germinadas. Los productos que se aplican en la región no varían, mientras el número de aplicaciones oscila entre 1 y 5; esto se puede explicar por la aplicación de dosis incorrectas a consecuencia de la falta de ajustes en

el tamaño de la bomba y en la apertura de la boquilla, y de la mezcla, sin atención a esas variables del producto comercial usando medidas regionales como dedos y botellas.

El segundo control de plagas generalmente se hace al momento de la floración, a los 90 días, para controlar insectos chupadores y sogata. Este control tiene los mismos problemas que el anterior con respecto a dosis.

Conjuntamente con el segundo control de plagas se hace una aplicación contra piricularia; aunque no se han presentado brotes fuertes de esta enfermedad en la región, los extensionistas recomiendan su control preventivo.

El control del riego y el mantenimiento de las acequias y caballones se hace manualmente; el control de pájaros es una práctica poco común y que realizan los familiares menores de edad.

La cosecha es un período crítico del cultivo. Como quiera que las autoridades del distrito de riego fijan fechas de siembra, todas las parcelas están para cosechar al mismo tiempo; esto presenta un problema de escasez relativa de maquinaria (cosechadoras) pero contribuye a facilitar el mercadeo en términos del volumen de arroz comercializado. La combinada corta y empaca el arroz en bultos, los cuales son sacados del campo a hombro por individuos que cobran una tarifa por bulto.

El mercadeo del arroz aquí difiere del de otras regiones de Colombia. Los compradores llegan hasta la puerta de la parcela con camiones y balanzas y hacen la transacción con el agricultor a un precio por ton, sin hacer deducciones por impurezas ni humedad. Los precios dependen de la oferta de arroz en la región.

Cuando el precio está muy bajo, los agricultores tienen la opción de llevar su arroz a un puesto de compra de IDEMA* que es el organismo gubernamental de mercadeo encargado de comprar los productos agropecuarios a precios de sustentación previamente establecidos. Usualmente los agricultores prefieren vender a los intermediarios, aunque sea a precios más bajos que los de sustentación, por dos razones: el IDEMA descuenta por humedad e impurezas, y el pago se puede demorar hasta 30 días.

Rentabilidad del cultivo

A fin de estudiar la rentabilidad de este tipo de explotaciones arroceras se realizó una encuesta que cubrió 44 observaciones. Los resultados de la encuesta se presentan en el Cuadro 6. Se puede observar que existe una gran variación en la aplicación de fertilizantes así como en los gastos por jornales; esto se debe a que el agricultor no toma en cuenta su trabajo y el de su familia y a la variabilidad en el costo del jornal.

* Instituto de Mercadeo Agropecuario.

Cuadro 6. Resultados de la encuesta de producción de arroz en el primer semestre de 1981*.

	Promedio	Desviación estándar
A. Costos de producción (\$/ha)		
Preparación y siembra	4645	256.0
Semilla	5027	386.1
Fertilizantes	4735	1413.1
Herbicidas	1666	205.4
Insecticidas	1733	10.4
Fungicidas	1255	9.1
Jornales	2835	3277.0
Costo estimado/ha	31,066	5698.0
B. Area y rendimiento		
Area total parcela (ha)	9.5	5.0
Area arrocera (ha)	8.1	4.0
Rendimiento (kg/ha)	5115.0	921.0
C. Aspectos sociales		
No. de personas/familia	7.0	3.0
Presupuesto familiar \$/mes	10,910.0	6496.0
Area mínima estimada/familia	9.0	4.0

* Se entrevistaron 44 agricultores.

También existió alguna variabilidad en el costo total de producción por ha estimado por el agricultor. Entre los principales factores que ayudan a explicar esta variabilidad están: fuente de crédito, tipo de tenencia, incidencia de malezas, plagas y enfermedades, costo de la mano de obra, y estructura familiar (número de adultos).

El promedio del área arrocera es menor que el área total, lo que según el agricultor se debe principalmente a falta de agua y a falta de crédito. El promedio del área arrocera de 8 ha es el doble del que se puede estimar con los datos de área irrigada, y las solicitudes hechas al distrito (4 ha); la diferencia se explica básicamente porque la mayoría de los parceleros sin crédito están arrendando su tierra.

El promedio de rendimiento por ha alcanza las 5 ton, que es inferior al promedio nacional pero igual al promedio del departamento de Córdoba. No existe mayor variabilidad entre las parcelas.

El tamaño de la familia es de siete personas en promedio, usualmente tres adultos y cuatro menores de edad. El ingreso monetario

estimado para mantener esta familia típica equivale Col.\$130,896*. Se observa una variabilidad en este ingreso estimado, que depende en gran parte del tamaño de la familia y de si vive en el pueblo, donde no hay posibilidades de tener algunos cultivos de subsistencia, o en el área rural donde puede cultivar plátano y maíz. El ingreso monetario estimado es mayor que los ingresos mínimos rural y urbano establecidos por la ley, que son Col\$78,000 y Col.\$84,000 anuales respectivamente. Por otra parte, un jornalero que trabaje seis días a la semana con el salario mínimo legal tiene un ingreso monetario anual entre Col.\$43,200 y \$57,000 o sea un 40% del ingreso estimado en el distrito.

Los encuestados estiman que se necesitan 9 ha para sostener una familia, pero hay una gran variabilidad en sus respuestas. Es de esperar que exista una alta correlación entre el tamaño actual de la parcela y esta estimación.

Tomando como base la información obtenida en las encuestas se elaboraron los costos de producción y rentabilidad del cultivo en la región. Para algunos estimativos se partió de costos que son uniformes en toda la región, tales como:

Arrendamiento:	10% de la producción total.
Recolección:	1.08 \$/kg, usando combinada y 0.25 \$/kg usando mano de obra.
Transporte de los insumos a la finca:	usualmente se requiere un viaje de un camión compartido por cuatro agricultores a razón de 600 \$/viaje agricultor.
Riego:	Hay una tarifa fija y una volumétrica que según los funcionarios del distrito hacen un promedio de 1500 \$/ha.

Los intereses se calcularon como un 18% de los costos de producción menos el arrendamiento; la administración se calculó como un 3% de todos los costos. Ambos cálculos se hicieron según la metodología utilizada por FEDEARROZ* para estimar los costos de producción en que se basan los precios de sustentación a nivel nacional.

El Cuadro 7 presenta los resultados de este ejercicio. El precio recibido por los agricultores fue de 13.3 \$/kg, con un ingreso neto de Col.\$22,650 por ha sembrada de arroz, en promedio. Asumiendo un promedio de 8 ha por parcela, el ingreso neto por parcela fue de Col.\$181,200; como se pueden obtener dos cosechas por año, una familia de siete personas en promedio, obtendría un poco más del doble del presupuesto familiar estimado por los agricultores lo cual indica que, manteniendo su actual nivel de vida, ellos están en capacidad de capitalizar 50% de sus entradas netas.

El precio recibido por los agricultores en la época de la encuesta fue igual al precio de sustentación, lo cual no es común en la región y se debió a las pérdidas que durante este período sufrieron las zonas:

* La tasa oficial de cambio era de Col.\$54.00 por US\$1.00.

arroceras más cercanas; de otra manera, según las expectativas de los agricultores el precio hubiera sido de 12 \$/kg, o sea 10% menos que el precio de sustentación*. En estas condiciones el promedio del ingreso familiar hubiera sido de Col.\$256,016 por familia, todavía igual al doble del presupuesto familiar.

Es muy interesante comparar estos resultados con los datos para otras zonas de riego, principalmente de la región central de Colombia, donde se encuentra el cultivo de arroz en un estado tecnológico avanzado. El Cuadro 7 presenta los costos de producción, según precios de 1981 para las dos regiones. En términos totales, los agricultores del distrito de riego de La Doctrina presentan unos costos equivalentes al 58% de los costos totales de la región central.

En todos los rubros los agricultores de La Doctrina presentan menores gastos, pero la mayor diferencia se puede contabilizar en términos del uso de insumos de origen agroindustrial; de hecho, en esta categoría se puede encontrar el 50% de la diferencia entre los costos totales para ambas regiones; las mayores diferencias absolutas se pueden observar en fertilizantes y herbicidas, mientras que los gastos en semillas son similares.

Otro 38% de la diferencia entre los costos totales se encuentra en los gastos en labores, con diferencias absolutas mayores en riego, aplicaciones y transporte. En el distrito de riego el agua se vende a los agricultores en forma subsidiada y las aplicaciones de insumos se realizan manualmente, mientras que en la región central se hacen con avión; en el distrito los agricultores no pagan por el transporte al molino ya que el arroz se vende en la finca, mientras que el agricultor de la región central debe vender el arroz en el molino, cubriendo los costos de transporte. Los costos de preparación y recolección son similares en ambas regiones.

El punto de equilibrio con los precios de sustentación, o sea el rendimiento requerido a un costo unitario dado para alcanzar el precio de sustentación es de 6 ton para los agricultores de la región central, mientras que el mismo para los agricultores del distrito es de 3.4 ton. Esto tiene algunas implicaciones en cuanto al riesgo: siendo los rendimientos de la región central de alrededor de 6.5 ton, los agricultores sólo pueden reducir sus rendimientos en un 8% antes de comenzar a sufrir pérdidas; lo contrario ocurre en el distrito de riego donde los rendimientos se pueden ver reducidos en 33% antes de que ocurran pérdidas.

El valor imputado a cada uno de los rubros de los costos de producción generalmente refleja el costo de oportunidad en la región; en este caso se podría suponer que el distrito de riego tiene una ventaja comparativa frente a la región central. El costo por ton en la región central es de Col.\$13,106, mientras que en La Doctrina es de \$8897, o sea un 32% más bajo.

* Federación Nacional de Arroceros.

** Este 10% representa el margen de comercialización de los intermediarios que deben transportar el producto, secarlo y descontar por pureza y humedad.

Cuadro 7. Estimación de costos totales de producción de arroz en la región central y en el distrito de riego La Doctrina, Colombia, 1981.

	Promedio Región Central* (\$/ha)	%	La Doctrina** (\$/ha)	%
<u>Labores</u>				
Preparación suelo; siembra y tapada; caballoneada	6500		4645	
Riego	5000		1500	
Aplicación insumos	6370		2835	
Recolección	7371		6820	
Transporte	4368		1500	
	<u>29609</u>	38	<u>17300</u>	38
<u>Insumos</u>				
Semillas	5280		5027	
Fertilizantes	10530		4735	
Herbicidas	7636		1666	
Insecticidas	3255		1733	
Fungicidas	2396		1255	
Empaques	2043		0	
	<u>31140</u>	40	<u>14416</u>	32
<u>Gastos generales</u>				
Arrendamiento	8840		6800	
Administración	1970		1155	
Intereses	6358		5708	
Otros	722		0	
	<u>17890</u>	22	<u>13663</u>	30
Total	78639	100	45379	100

* Datos inéditos de FEDEARROZ, Oficina de Planeación.

** Estimados sobre la base de una encuesta a 44 agricultores.

De este estudio de caso se pueden lanzar algunas hipótesis relacionadas con la producción de arroz y la difusión e impacto de la nueva tecnología.

1. La producción de arroz es una actividad cuya rentabilidad depende de las condiciones bajo las cuales se realiza. El caso de La Doctrina ilustra cómo una tecnología supuestamente diseñada para ser usada en grandes extensiones, con completa mecanización en cada una de las labores, ha sido adaptada para extensiones relativamente pequeñas, con algunas labores semimecanizadas. Siendo la mano de obra un factor relativamente abundante con respecto a capital, su costo es menor y por lo tanto se puede alcanzar una mayor rentabilidad.

2. Los pequeños agricultores pueden conocer y aplicar las nuevas tecnologías que se producen en los centros de investigación siempre y cuando tengan las facilidades para hacerlo. El establecimiento del distrito de riego que permite el uso del agua y el acceso al crédito se presenta como antecedente para que agricultores que utilizaban tecnologías con siembra a chuzo, en 10 años se hayan convertido en agricultores que utilizan los paquetes tecnológicos más modernos.

Capacitación Científica

En 1981 se ofreció en el CIAT un curso de posgrado en investigación para la producción de arroz con riego para profesionales de América Latina, especialmente investigadores, extensionistas y profesores de universidades. El Programa tuvo una duración de 24 semanas y se dividió en dos fases: una intensiva multidisciplinaria y una especializada.

En la primera se actualizó a los participantes en la metodología de la investigación, en la tecnología existente y en la que se está generando como solución a los problemas prioritarios de la producción del cultivo en la región. Esta fase tuvo una duración de siete semanas y participaron en ella 20 ingenieros agrónomos de 10 países, así: 4 de Brasil, 5 de Colombia, 1 de Ecuador, 1 de Bolivia, 2 de Cuba, 1 de Guatemala, 1 de México, 2 de Panamá, 2 de Perú y 1 de Venezuela.

En la fase especializada se realizaron trabajos en varias disciplinas específicas de la investigación en arroz como fitomejoramiento, agronomía, fitopatología y economía agrícola. En ésta tomaron parte 13 de los 20 participantes en la fase intensiva quienes permanecieron durante 17 semanas con el objeto de realizar trabajos en la disciplina escogida.

También se realizaron actividades de capacitación apoyadas por el CIAT en varios países de América Latina, así:

En Honduras, segundo curso en producción de arroz con una duración de cinco semanas y 26 participantes de diferentes entidades adscritas al Ministerio de Recursos Naturales. Sirvió este curso para hacer conocer entre los técnicos la nueva variedad 4440 (CICA 8), lanzada recientemente en ese país.

En Panamá, tercer curso en producción de arroz con riego, bajo los auspicios del MIDA (Ministerio de Desarrollo Agrícola) con el objetivo de capacitar los técnicos en el manejo del cultivo bajo riego.

En Nicaragua, colaboración con el Ministerio de Agricultura cubriendo la parte sobre arroz en un curso de cultivos orientado por el CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza) para 36 técnicos de extensión e investigación.

Se tuvieron contactos para apoyar nuevos cursos en el futuro, especialmente en Guatemala, Perú, México, Brasil y Honduras.

Publicaciones del Programa y del Personal Científico

1. Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1981. Informe Anual del Programa de Arroz, 1980. Cali, Colombia. 38 p. Serie CIAT 02SR1. Disponible también en inglés.
2. -----, 1981. Arroz del CIAT para América Latina. Carta Informativa Nos. 3 y 4. Serie CIAT 01SR-3 y 01SR-4.
3. González, J. y Posada T., R. 1981. An overview of rice production in Latin America. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. 32 p. Documento presentado en FAO Rice Conference, Bogotá, Colombia.
4. -----; García, E. y Posada T., R. 1981. El arroz en Colombia. En: Federación Nacional de Arroceros, El arroz en Colombia. 124 p.
5. Posada T., R. 1981. La nueva tecnología arrocerera puede llegar al pequeño agricultor. En: Arroz (Colombia) 185(30):8-14.
6. -----, 1981. Análisis de presupuestos en la evaluación de sistemas de producción de arroz. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. 11 p. Documento presentado en la Conferencia del IRTP para América Latina, 4a., Cali, Colombia.
7. Rosero, M. 1981. Arroz; informe del viaje de observación a América Central, 1980. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. 58 p. Serie CIAT 02SR(1)80. Disponible también en inglés.
8. -----, 1981. El arroz de secano en Mato Grosso, Brasil; informe del viaje de observación, 1981. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. 30 p. Serie CIAT 02SR(2)81. Disponible también en inglés.
9. -----, 1981. Viveros del IRTP para América Latina distribuidos en 1980. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. Informe. 280 p. Serie CIAT 02SR(3)81.

Personal
(a diciembre 31 de 1981)

Científicos principales

Joaquín González, M.S., Agrónomo, Coordinador

Sang-Won Ahn, Ph.D., Fitopatólogo, Fitopatología
Peter R. Jennings, Ph.D., Fitomejorador, Fitomejoramiento
César Martínez, Ph.D., Fitomejorador, Fitomejoramiento
Manuel Rosero, Ph.D., Fitomejorador, Científico de Enlace del IRRI
Hector Weeraratne, Ph.D., Fitomejorador, Fitomejoramiento

Científicos posdoctorales

Jairo Castaño, Ph.D., Fitopatología
Rafael Posada, Ph.D., Economía

Asociado de investigación

Marco Perdomo, Ing. Agr., Agronomía

Asistentes de investigación

Luis Eduardo Berrío, Ing. Agr., Pruebas Internacionales
Luis Eduardo Dussán, Ing. Agr., Fitomejoramiento
Jenny Gaona, Ing. Agr., Pruebas Internacionales
Yolanda Cadavid de Galvis, Ing. Agr., Agronomía
Luis Ernesto García, Ing. Agr., Fitomejoramiento
Luis Octavio Molina, Ing. Agr., Fitomejoramiento
Eliseo Nossa, Ing. Agr., Fitomejoramiento
Miguel Eduardo Rubiano, Ing. Agr., Fitopatología
Edgar Tulande, Ing. Agr., Fitopatología