

ISSN 0120-2294  
Serie CIAT No. 02SR1-81  
Noviembre 1981

## **Informe Anual del Programa de Arroz 1980**



Centro Internacional de Agricultura Tropical, Apartado 6713, Cali, Colombia

*Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT*  
*Apartado 6713*  
*Cali, Colombia*

*ISSN 0120-2294*  
*Serie CIAT No. 02SR1-81*  
*Noviembre 1981*

*Cita bibliográfica:*

*Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1981. Informe Anual del Programa de Arroz 1980, Cali, Colombia. 42p.*

*Tiraje: 1100 ejemplares.*  
*Disponible también en inglés.*  
*Este informe es parte de la serie de informes anuales de 1980 publicados en inglés y en español para los Programas de Yuca, Frijol, Arroz y Pastos Tropicales del CIAT.*

## Contenido

	Página
<b>Introducción</b>	5
<b>Mejoramiento Genético</b>	7
Resistencia a Enfermedades y Plagas	7
Otros Proyectos de Mejoramiento	9
<b>Fitopatología</b>	13
Resistencia a las Enfermedades	13
Manejo y Control de Enfermedades	19
Observación y Vigilancia de las Enfermedades	22
<b>Agronomía</b>	23
Control de Malezas	23
Dinámica de las Poblaciones de Insectos	24
Fertilizantes Nitrogenados	25
Evaluación de Líneas Promisorias	25
Producción Continua de Arroz	26
<b>Adiestramiento</b>	27
Adiestramiento en Producción de Arroz con Riego	27
Cursos de Adiestramiento en los Países Latinoamericanos	28
<b>Economía</b>	29
Planificación de la Investigación	29
Resultados Iniciales	30
<b>Programa de Pruebas Internacionales de Arroz para América Latina</b>	33
Resultados de los Viveros Distribuidos en 1978	33
Resultados de los Viveros Distribuidos en 1979	33
Evaluación y Selección de Germoplasma	35
Viajes de Observación y Visitas Individuales	36
Multiplicación y Distribución de Semilla Básica	38
<b>Publicaciones del Programa y del Personal Científico</b>	39
<b>Personal</b>	41

El arroz es uno de los alimentos más importantes en la nutrición humana y suministra un tercio de las calorías consumidas en su dieta por la población de América Latina. La importancia de este cultivo aumenta cada día en la región latinoamericana. En los últimos 15 años el área sembrada con arroz creció en 2.4 por ciento al año, en tanto que la producción aumentó en un 3.4 por ciento anual respondiendo así al incremento en la demanda. De los 24 países de América Latina y El Caribe, sólo

Chile, El Salvador y Honduras no han elevado su producción nacional en el período comprendido entre 1963 y 1980.

En casi toda América Latina la producción arroceras crece más rápidamente que la demanda del grano. Sin embargo, dada la tasa actual de crecimiento de la población latinoamericana, esa producción deberá duplicarse en las próximas dos décadas si espera satisfacer la demanda calculada para el año 2000.

Cuadro 1. Área, rendimiento, producción y problemas específicos de varios sistemas de cultivo del arroz en América Latina, 1978.

Sistema de cultivo	Área (millones de ha)	Rendimiento (ton/ha)	Producción (millones de ton)	Problemas específicos
De secano, para subsistencia	desconocida	1.0	desconocida	Se siembran variedades nativas; sin insumos o maquinaria; depende del laboreo manual; no llega a los mercados comerciales.
De secano, moderadamente favorecido	1.29	1.5	1.94	Con un período de sequía; suelos de escasa fertilidad; preparación deficiente del suelo; enfermedades.
De secano mecanizado, no favorecido	3.50	1.0	3.50	Sequías críticas; suelos ácidos; toxicidad por Al; densidades bajas de siembra; enfermedades.
De secano mecanizado, favorecido	0.37	2.4	0.89	Rotación con otros cultivos por la acumulación creciente de malezas; enfermedades, especialmente <i>Pyricularia oryzae</i> .
Dependiente de la lluvia estacional	0.14	2.2	0.31	Control del agua; enfermedades.
Con riego	2.10	3.5	7.35	Enfermedades, especialmente <i>Pyricularia oryzae</i> ; calidad culinaria y de molinería; períodos estacionales fríos.
<b>Total</b>	<b>8.41</b>		<b>13.99</b>	

En el Cuadro I se estima la contribución de los diferentes sistemas de cultivo del arroz a su producción en América Latina y los principales riesgos de cada sistema.

Los objetivos del Programa de Arroz del CIAT son mejorar y aumentar la producción y el rendimiento del arroz en América Latina para atender la demanda de un grano de buena calidad y

bajo costo. El Programa está desarrollando variedades de alto rendimiento con buenas características agronómicas, industriales y culinarias, que sean resistentes o tolerantes a las principales enfermedades y plagas del cultivo. En lo posible, las prácticas culturales adoptadas exigirán una cantidad mínima de insumos. Esta tecnología mejorada se transfiere a los programas nacionales de arroz por medio de la red de ensayos internacionales y de los cursos de adiestramiento.

El programa cooperativo de mejoramiento genético de arroz entre el CIAT y el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) mantiene aún, como objetivo, el desarrollo de variedades de alto rendimiento cuyo grano sea de buena calidad. Tres grandes limitantes biológicos de la producción —la piricularia (*Pyricularia oryzae*), la enfermedad de la hoja blanca y el insecto sogata (*Sogatodes oryzicola*)— han sido hallados en la mayor parte de América Latina. El trabajo de mejoramiento por resistencia o tolerancia a estos factores prosigue vigorosamente con el fin de estabilizar los rendimientos y la producción del cultivo, y reducir los costos respectivos. La piricularia es todavía el enemigo más destructivo del arroz. De los limitantes biológicos de menor importancia, el escaldado de la hoja (*Rhynchosporium oryzae*) y el añublo de la vaina (*Corticium sasakii*) prevalecen en América Central y en algunas áreas de Colombia, y están recibiendo atención durante la evaluación y selección de poblaciones segregantes y líneas mejoradas avanzadas.

### Resistencia a Enfermedades y Plagas

#### Resistencia a Piricularia

Estabilizar la resistencia a *Pyricularia oryzae* continúa siendo la exigencia de mayor importancia en la sección de Mejoramiento Genético del Programa. Se ensayan métodos que posiblemente logren estabilizarla, como la organización piramidal de genes mayores, la concentración de componentes de resistencia por infección lenta (resistencia horizontal), la combinación de resistencia horizontal con genes verticales, el desarrollo de multilíneas, y el cruzamiento de variedades susceptibles para acumular fragmentos residuales de resistencia.

Exponer a las poblaciones segregantes de las generaciones tempranas (F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub> o F<sub>4</sub>) a las condiciones ambientales de Villavicencio, Colombia, en pruebas de campo, asegura una selección preliminar razonablemente confiable no sólo contra la piricularia en la hoja y en el cuello sino también contra el escaldado de la hoja, la deficiencia de P y la toxicidad del Fe. Además, el centro

blanco —una característica indeseable que deteriora la calidad del grano— se manifiesta fácilmente en Villavicencio, región de temperatura más alta.

**Organización piramidal de genes mayores.** Once líneas con genes piramidales fueron seleccionadas de cruces múltiples hechos entre 10 líneas mejoradas que portan factores de resistencia de Tetep, Carreón, Dissi Hatiff, Colombia 1 y C 46-15, y se evaluaron ampliamente en ensayos regionales en 14 localidades de Colombia. Las mismas líneas se evaluaron también bajo diversas condiciones ambientales en toda la América Latina a través del Programa de Pruebas Internacionales de Arroz para América Latina (IRTP).

A partir de la información recibida de los ensayos regionales y del IRTP, se pudo identificar, entre las 11 líneas ensayadas, cuatro líneas con buen potencial de resistencia a la enfermedad; su comportamiento se presenta en el Cuadro 1. Los ensayos regionales de Colombia y las evaluaciones del IRTP en América Latina se están repitiendo para incluir estas cuatro líneas y cinco nuevas líneas con genes piramidales.

Cuadro 1. Rendimiento y calidad del grano de cuatro líneas de arroz con genes piramidales, evaluadas en 14 localidades de Colombia.<sup>1</sup>

Línea No.	Calificación del centro blanco		Calidad molinera (%)		Rendto , en promedio (kg/ha)
	Promedio	Rango	Índice de pilada <sup>2</sup>	Arroz blanco <sup>3</sup>	
5709	1.80	0.6-3.0	60	69	5749
5685	1.52	0.4-3.4	64	70	5537
5715	1.28	0.6-3.0	65	71	5436
5738	0.82	0.2-1.4	66	71	5232
CICA 8	1.81	0.6-3.6	56	68	5586

<sup>1</sup> Todos los materiales fueron resistentes a piricularia y a *Sogatodes* sp.

<sup>2</sup> Los granos enteros y los de ¼ del tamaño corriente, en el arroz blanco.

<sup>3</sup> El arroz blanco total, o sea, la suma de granos enteros y partidos (mitades y puntas de grano).

Otras 105 nuevas líneas con genes piramidales, derivadas de los mismos cruzamientos múltiples, se están evaluando respecto a su rendimiento en Montería y en Villavicencio. De ellas, más de 20 líneas, consideradas promisorias por su resistencia a piricularia y por la calidad de su grano, serán evaluadas en los ensayos regionales de 1981.

Las líneas 5006 y 5029 se estiman como variedades potenciales para los Llanos Orientales de Colombia. Ambas fueron seleccionadas y reseleccionadas desde la generación F<sub>4</sub> en Villavicencio y portan factores de resistencia a piricularia heredados de Tadukan y Colombia 1. Comparadas con CICA 8, ambas líneas tienen mayor resistencia al volcamiento y grano de mejor calidad, aunque su rendimiento (Cuadro 2) es menor que el de CICA 8. Sólo este genotipo se cultiva actualmente en forma extensiva en los Llanos en un área aproximada de 50-60,000 hectáreas. Con el fin de diversificar la base genética demasiado reducida de esa región, las dos nuevas líneas se están recomendando específicamente para los Llanos aunque su rendimiento potencial sea más bajo.

Cuadro 2. Rendimiento y calidad del grano de dos líneas de arroz en los Llanos de Colombia.<sup>1</sup>

Línea No.	Calificación del centro blanco		Calidad molinera (%)		Rendimiento, en promedio (kg/ha)	
	Promedio	Rango	Índice de pilada <sup>2</sup>	Arroz blanco <sup>3</sup>	Riego	Secano
5006	0.5	0.4-0.6	63.9	71.5	5479	3731
5029	1.0	0.8-1.4	62.8	69.5	5040	3812
CICA 8	1.3	0.8-1.6	55.0	70.0	5990	4228

<sup>1</sup> Todos los materiales fueron resistentes a piricularia.

<sup>2</sup> Los granos enteros y los de ¾ del tamaño corriente, en el arroz blanco.

<sup>3</sup> El arroz blanco total, o sea, la suma de granos enteros y partidos (mitades y puntas de grano).

En Villavicencio se sembraron 74 poblaciones F<sub>2</sub>, cada una con factores de resistencia a piricularia procedentes de dos donantes diferentes, y 20 más en CIAT-Palmira. En más de 39 de esas poblaciones se practicó una selección masal y se las avanzó a la generación F<sub>3</sub>. En Villavicencio se sembraron además, 12 poblaciones de la generación F<sub>3</sub>, 35 de la F<sub>4</sub>, y 9 de la F<sub>5</sub>, todas ellas seleccionadas masalmente. De las poblaciones F<sub>3</sub>, ocho avanzaron a la generación F<sub>4</sub>. Quinientas selecciones de plantas individuales hechas en las poblaciones masales de las generaciones F<sub>4</sub> y F<sub>5</sub> se están evaluando respecto a su calidad.

Se sembraron además 2913 progenies F<sub>5</sub> derivadas de 40 diferentes combinaciones de cruzamientos; cada una combinaba la resistencia a piricularia de dos de los

siguientes donantes: Tetep, Colombia 1, Ca 902/b/3/3, P. I. 184675-2, S. M. L. 56/7, K 8 o Tapoo-cho-z. De las 2700 progenies que maduraron, 402 fueron consideradas promisorias. Se seleccionaron plantas individuales de las progenies promisorias y el resto se cosechó en masa para evaluarlo en parcelas más grandes de observación. La mayor parte de las combinaciones de cruzamientos tuvo como progenitor a Bg 90-2.

Las 402 progenies promisorias combinaron un tipo de planta excelente, buen tipo de grano y resistencia a piricularia. Las selecciones de plantas individuales hechas en las mismas progenies promisorias avanzaron a surcos de pedigrí de la generación F<sub>6</sub> en Villavicencio en donde se evalúa su resistencia a piricularia en el campo, y la ausencia del centro blanco del grano en el laboratorio.

**Concentración de genes menores.** Se cree que la resistencia por infección lenta, o resistencia horizontal, a la piricularia tiene las siguientes características: períodos de latencia más extensos entre la inoculación y la infección, y entre la infección y la esporulación; pocas y más pequeñas lesiones; y esporulación reducida. Cruzamientos simples hechos entre 12 variedades, consideradas como poseedoras de componentes de infección lenta, se recibieron de cuatro países y fueron cruzados luego con variedades adaptadas susceptibles (CIAT. Informe Anual del Programa de Arroz, 1979). Se sembraron 152 poblaciones F<sub>2</sub> procedentes de estos cruces y se expusieron a piricularia en el campo, en La Libertad, Villavicencio.

La mayoría de los 12 progenitores con características de infección lenta a piricularia eran variedades altas, típicas del cultivo de secano. Las combinaciones de cruces que incluían tipos altos de secano no recombinaron bien. Se observó una altísima esterilidad en la mayoría de los cruzamientos que incluían la variedad japonesa de secano Sensho y la IRAT 10. IR-11-452 se combinó bien en varios cruzamientos, y muchos de los cruces triples con el cruce simple Camponi/IRAT 8 resultaron promisorios.

Teniendo en cuenta la infección del cuello, el tipo de planta y la calidad del grano, se seleccionaron masalmente 70 de las 152 poblaciones F<sub>2</sub> para su avance a la generación F<sub>3</sub> en Villavicencio.

**Combinación de genes mayores y menores.** Se cree que una combinación de genes mayores y menores aumenta la eficacia que cada cual ejerce por separado contra la piricularia, porque así aportan mayor estabilidad y prolongada longevidad.

Siete cruzamientos simples hechos para el proyecto de infección lenta de piricularia se cruzaron luego con seis líneas mejoradas avanzadas que aparentemente poseían el gene mayor de resistencia (CIAT. Informe Anual del Programa de Arroz. 1979). Se han sembrado ya 60 poblaciones  $F_1$  procedentes de estos cruces. El proyecto fue ampliado en 1980 cuando se hicieron 13 nuevos cruzamientos simples entre los progenitores dotados de infección lenta; estos cruces se cruzaron luego con seis líneas adicionales que exhibían resistencia de tipo vertical, carácter dependiente de un gene mayor.

**Retrocruzamientos para multiplicar las características de infección lenta.** La resistencia varietal a la piricularia del arroz se rompe con frecuencia aun entre variedades procedentes de cruces cuyos progenitores poseen resistencia de amplio espectro. Tales rupturas de la resistencia se han atribuido a menudo a la dilución del complemento genético de los progenitores donantes por causa de la segregación, de modo que la progenie no acierta a heredar en cantidad suficiente los factores de resistencia del donante.

En 1980 se inició un nuevo proyecto para explorar las posibilidades de transferir una cantidad adecuada del complemento genético de los progenitores altos con resistencia de amplio espectro, a líneas enanas mediante retrocruzamientos simples. Dos variedades altas y una enana de Surinam (Tapuripa, Costa Rica y Camponi) y un donante alto (IAC 25) de Brasil se han cruzado y retrocruzado una vez con 14 materiales enanos genéticamente diversos cuyo rendimiento potencial era bueno.

**Multilíneas.** Se ha sostenido que la combinación de uniformidad fenotípica con diversidad genética que se logra en las multilíneas, funciona mejor como una barrera contra la rápida diseminación y multiplicación del patógeno que como una medida de control. Aunque el concepto es válido, los problemas que suscita el desarrollo y consiguiente manejo de las multilíneas restringen su uso general y su pronta disponibilidad.

En La Libertad, Villavicencio, se sembraron varias poblaciones  $F_2$  del tercer retrocruzamiento (generación  $B_3F_2$ ) del proyecto ampliado de multilíneas que comprende siete fuentes geográficas diversas de resistencia a piricularia (CIAT. Informe Anual. 1977). Debido al bajo nivel de resistencia foliar que caracteriza a muchas de esas poblaciones, no puede asegurarse si es posible obtener un nivel adecuado de resistencia después de tres retrocruzamientos.

**Cruzamiento de variedades susceptibles.** Se ensayaron algunos cruces entre variedades susceptibles con el fin de desarrollar gradualmente niveles superiores de resistencia a piricularia al combinar, en la selección recurrente, los niveles de resistencia extremadamente bajos asociados con variedades susceptibles. Las poblaciones  $F_2$  procedentes de 66 cruzamientos simples entre 12 variedades susceptibles (CIAT. Informe Anual. 1978) se expusieron a la infección natural de piricularia en Villavicencio, y muchas de ellas, severamente afectadas por piricularia, demostraron poseer muy pocos fragmentos residuales de resistencia. En 20 poblaciones  $F_2$  se observaron segregantes con niveles más bajos de resistencia; sin embargo, afirmar que el bajo nivel de resistencia asociado con algunos de esos segregantes fue una manifestación de resistencia o ausencia de razas contrastantes, puede ser una conclusión demasiado prematura. Más de 20 poblaciones  $F_2$  fueron seleccionadas en masa y luego recompuestas, y en cada población se cosecharon de 10 a 20 panículas de segregantes con bajo nivel de resistencia. El compuesto avanzó a la generación  $F_3$  en Villavicencio para su ulterior observación.

## Otros Proyectos de Mejoramiento

### Precocidad

En las zonas arroceras de importancia en Colombia (tales como Tolima y la Costa Norte) los agricultores prefieren las variedades de maduración precoz (100-110 días). Ochocientas cincuenta y nueve selecciones de plantas individuales, evaluadas en cuanto a calidad, se sembraron y observaron en surcos pedigrí de la generación  $F_5$  en el CIAT. Las selecciones provenían de 13 cruzamientos diferentes, dobles y triples, en que intervenían cuatro progenitores precoces (IR 36, 5461, IR 22 y CICA 7) y tres fuentes diferentes de resistencia a piricularia (Tetep, Colombia I y C 46-15). Se identificaron progenies que combinaban grano de excelente calidad, buen tipo de planta y resistencia al volcamiento y a piricularia; de ellas, 240 avanzaron a parcelas de observación en Nataima, Tolima. Entre estas 240 progenies seleccionadas, se identificaron líneas que maduran por lo menos 10 días antes que CICA 9. Más de 700 selecciones de plantas individuales hechas en las progenies promisorias fueron avanzadas a líneas pedigrí  $F_6$  en Nataima y Villavicencio para observar la expresión del carácter denominado centro blanco en el grano.

Otras 696 selecciones, evaluadas en cuanto a calidad del grano, se sembraron en surcos pedigrí  $F_5$  en Nataima;

las selecciones provenían de 16 combinaciones de cruzamientos, en los que Tetep y CICA 7 donaban su resistencia a piricularia y CICA 4 su precocidad. Más de 75 progenies identificadas como promisorias en las condiciones de Nataima se seleccionaron como plantas individuales y avanzaron a líneas pedigrí F<sub>6</sub> para evaluaciones ulteriores.

El cultivo del arroz por el sistema de secano o por el que depende de la estación lluviosa ocupa más del 70% del área arrocería de América Latina. En un reciente proyecto, cruzamientos simples entre cinco variedades de arroz de secano y dos variedades originarias de Surinam se cruzaron con nueve variedades adaptadas tanto al sistema de riego como al que depende de la lluvia estacional. Se sembraron las poblaciones F<sub>1</sub> de 46 combinaciones de cruzamientos triples y se cosecharon para distribuir las a países que disponían de instalaciones y personal adecuados para adelantar las evaluaciones de las poblaciones segregantes. Los cruzamientos permitirían a los países participantes seleccionar poblaciones bajo condiciones ambientales locales e identificar segregantes que toleren condiciones de estrés en los cultivos con riego, de secano, o dependientes de la lluvia estacional (CIAT. Informe Anual del Programa de Arroz. 1979).

### Mejoramiento de Bg 90-2

Si se logra combinar la amplia adaptación, el alto rendimiento, el excelente tipo de planta y el buen vigor inicial de la variedad Bg 90-2 con resistencia a piricularia y con mejor calidad del grano, podría asegurarse su extensa aceptabilidad y su popularidad comercial.

En CIAT-Palmira se probó el rendimiento de veinte líneas F<sub>5</sub> provenientes de dos retrocruzamientos realizados el año pasado (CIAT. Informe Anual del Programa de Arroz. 1970) teniendo a las variedades Bg 90-2 y CICA 8 como testigos. Los datos de rendimiento de las cinco mejores líneas se presentan en el Cuadro 3.

Varias de esas líneas combinaron la resistencia a piricularia con una mejor calidad del grano; su calificación para centro blanco oscila entre 0.4 y 1.4 cuando la variedad Bg 90-2 obtuvo de 2.0 a 2.5 en las condiciones ambientales de Palmira. Actualmente se está evaluando en Villavicencio la calidad del grano y la resistencia a piricularia en las líneas más promisorias de las 20 antes mencionadas; 12 de ellas se consideran aún resistentes en Villavicencio y el resto moderadamente

resistentes. La calidad del grano recolectado en Villavicencio se está calificando respecto a la presencia de centro blanco.

Cuadro 3. Rendimiento y calidad del grano de cinco líneas retrocruzadas de Bg 90-2 (Bg 90-2/3 x Tetep) en CIAT-Palmira.

Línea No.	Rango de la calificación del centro blanco	Reacción a piricularia	Rendimiento (kg/ha)
7222	0.8-1.2	Resistente	8594 (116) <sup>1</sup>
7181	0.6-1.2	Resistente	8455 (114)
7153	0.2-0.6	Resistente	7569 (103)
7152	0.2-0.4	Resistente	7239 (98)
7140	0.2-0.6	Resistente	6354 (86)
Bg 90-2	2.0-2.5	Susceptible	7396 (100)
CICA 8	0.6-0.8	Resistente	7101 (96)

<sup>1</sup> Las cifras entre paréntesis son porcentajes de los rendimientos con respecto al testigo.

### Mejoramiento de CICA 8

Aunque la variedad CICA 8 está ampliamente adaptada y produce altos rendimientos, su volcamiento moderado, especialmente en el sistema de secano y en el que depende de la lluvia estacional, es un notorio defecto. En ensayos preliminares de rendimiento se probaron 46 líneas retrocruzadas (CICA 8/2 x Bg 90-2) junto con líneas ya evaluadas, 10 en Villavicencio y 26 en CIAT-Palmira. Nueve líneas mejoraron su resistencia al volcamiento y superaron en rendimiento a CICA 8 (Cuadro 4).

Cuadro 4. Rendimiento y calidad del grano de nueve líneas retrocruzadas de CICA 8 (CICA 8/2 x Bg 90-2) mejoradas por resistencia al volcamiento, en La Libertad, Villavicencio, Colombia.

Línea No.	Calificación del centro blanco	Rendimiento (kg/ha)
M-1012	0.0	7291
M-1013	0.2	6458
M-1003	0.2	6458
M-1009	0.0	6059
M-1011	0.2	6041
M-1008	0.0	5800
M-1005	0.2	5659
M-1004	0.0	5364
M-1001	0.0	5243
CICA 8	0.8	4974

### **Mejoramiento Genético por Mutación**

Los progenitores de amplio espectro que donan resistencia a piricularia son generalmente altos, de paja débil y susceptibles al volcamiento. Puesto que ellos representan el modelo típico indeseable, su utilidad como progenitores recurrentes está severamente limitada. Retrocruzarlos con donantes altos puede resultar efectivo si recapturan el complemento del gene para resistencia, pero produciría un tipo de planta indeseable, de bajo rendimiento. Se intentó entonces reducir la altura de dichos donantes por medio de mutaciones inducidas por radiación para convertirlos en progenitores recurrentes adecuados.

Se sembró la generación  $X_2$  de 14 variedades irradiadas (CIAT. Informe Anual del Programa de Arroz. 1979) y

las variedades Tetep, Tadukan, Moroberekan, O.S.6, IAC 25 y Tapuripa. En todas las seis variedades se han identificado ya plantas enanas.

### **Evaluación de Introducciones**

Durante el año se observaron algunas de las 240 líneas avanzadas ya mejoradas. 203 procedentes del International Institute for Tropical Agriculture (IITA) y 37 del International Rice Research Institute (IRRI). Se comprobó que todas las líneas africanas son del tipo alto que emite un macollamiento bajo, es decir, inadecuadas para cultivos de riego; a las líneas del IRRI, por su parte, les faltó vigor temprano. Sin embargo, algunas serán ensayadas en los Llanos.

El principal objetivo de la investigación desarrollada por la sección de Fitopatología durante 1980 fue la aplicación intensiva de métodos mejorados para evaluar las enfermedades del arroz, especialmente en La Libertad, Villavicencio, Colombia. Aplicando estos métodos, se diferenciaron en los materiales mejorados niveles variables de resistencia a las principales enfermedades del arroz: pircularia, escaldado de la hoja y añublo de la vaina.

El desarrollo de razas nuevas del hongo causante de la pircularia del arroz facilitó la identificación del carácter conocido como resistencia por infección lenta a esa enfermedad en varias líneas y cultivares.

Se obtuvo también información básica sobre el manejo de la pircularia, que podrá utilizarse para evaluar la resistencia a esa enfermedad y para controlarla.

Se sigue suministrando asesoría en el control de enfermedades en América Latina y se continúa evaluando la susceptibilidad del germoplasma básico a enfermedades nuevas o de menor importancia.

## Resistencia a las Enfermedades

Se requieren técnicas de evaluación confiables y sencillas para poder realizar esfuerzos integrados de mejoramiento genético que desarrollen variedades con niveles más altos de resistencia durable a las enfermedades. La manipulación adecuada de la enfermedad es imprescindible para asegurar una adecuada presión de las enfermedades aun en sitios reconocidos como aptos para estas pruebas.

### Piricularia del Arroz

**Pruebas en camas de infección.** El CIAT empleó la prueba de las camas de infección para seleccionar

materiales por la alta susceptibilidad de las hojas a esa enfermedad y no tanto para identificar los tipos de resistencia a ella. En La Libertad, estas pruebas se beneficiaron de un clima favorable y prolongado y de abundante inóculo natural.

En La Libertad y en CIAT-Palmira se evaluaron, en total, 8708 líneas mejoradas (Cuadro 1). En el CIAT, casi el 50% de las líneas mejoradas resultó resistente a la pircularia, y el 31% en La Libertad. Buena parte de este último porcentaje derivaba de cruzamientos en que intervenía CICA 7.

Cuadro 1. Evaluación de la resistencia a pircularia en camas de infección en dos localidades.

Grupo	Número de materiales <sup>1</sup>			Total
	R	I	S	
<b>CIAT-Palmira</b>				
Líneas mejoradas	4195	4102	181	8478
Materiales del IRTP	1015	719	9	1743
Materiales de Fitopatología, CIAT	158	130	2	290
<b>La Libertad</b>				
Líneas mejoradas	72	150	8	230
Variedades del IRAT	18	8	0	26
Líneas de los E. U.	86	108	6	200
Variedades japonesas (resistentes en campo)	20	29	1	50
Líneas coreanas	16	76	8	100
Materiales de Fitopatología, CIAT	138	361	50	549
<b>Total</b>				<b>11,666</b>

<sup>1</sup> R= resistente, I=intermedio; S=susceptible.

La respuesta de las variedades diferenciales a las razas del hongo de la piricularia revelan la diversidad patogénica de éste en ambas localidades (Cuadro 2). Ocho de los diez genes de resistencia a la piricularia identificados en Japón son ineficaces contra el hongo causante de piricularia en La Libertad.

Cuadro 2. Respuesta de las variedades de arroz con reacción diferencial a las razas del hongo de la piricularia, en camas de infección en dos localidades.

Variedad diferencial <sup>1</sup>	Reacción <sup>2</sup>	
	CIAT-Palmira	ICA-La Libertad
<b>Grupo A</b>		
Raminad Str. 3	●	▲
Zenith	●	●
NP-125	●	▲
Usen	▲	▲
Dular	●	▲
<b>Grupo B</b>		
Shin 2 (Pi-K <sup>5</sup> ) <sup>3</sup>	▲	▲
Aichi Asahi (Pi-a)	▲	▲
Ishikari-shiroke (Pi-i)	▲	▲
Kanto 51 (Pi-k)	▲	▲
Tsuyuake (Pi-m,k)	▲	▲
Fukunishiki (Pi-z)	●	●
Yashiro Mochi (Pi-ta)	▲	▲
Pi No. 4 (Pi-ta <sup>2</sup> )	●	▲
Toride 1 (Pi-z <sup>1</sup> )	●	●
<b>Grupo C</b>		
IR 1905-81-3-1	●	▲
IR 34	●	●
IR 1529-680-3	▲	▲

<sup>1</sup> Grupo A = cultivares procedentes de diferenciales internacionales; Grupo B = diferenciales japoneses; Grupo C = materiales procedentes de diferenciales del IRR1.

<sup>2</sup> ● = resistente; ▲ = susceptible.

<sup>3</sup> Gene identificado como resistente a la piricularia del arroz en Japón.

**Cultivares con infección lenta en camas de infección.** Varios cultivares de arroz considerados como portadores del carácter de infección lenta se evaluaron en camas de infección en CIAT-Palmira, Villavicencio y Panamá. Rara vez las reacciones excedieron el grado 5 y típicamente variaron entre los grados 1 y 4 de la escala (Cuadro 3). IRAT 8 no mostró el carácter de infección lenta en estado de plántula, especialmente en Panamá.

**Evaluación de la resistencia a la piricularia en el campo.** Para evaluar los caracteres de infección lenta en la hoja y la panícula se sembraron líneas promisorias mejoradas, variedades comerciales y progenitores resistentes, en condiciones de secano, y con fertilización abundante para garantizar el ataque de la enfermedad.

Cuadro 3. Reacción de los cultivares de arroz que poseen resistencia por infección lenta, en camas de infección en tres localidades.

Cultivar	Reacción en		
	CIAT-Palmira	ICA-La Libertad	Panamá <sup>1</sup>
Tapuripa	3 (4) <sup>2</sup>	1 (3,4)	2
Ciwini	1	1 (3)	2
Camponi	1	4	1
Ceysvoni	2 (3)	2 (3)	1
Azucena	3, 4	4	4
LAC 23	1 (3,4)	4	1
IAC 25	2 (3)	4	-
O.S.6	3 (4)	2 (3)	2
IRAT 8	4	4 (5)	6
IRAT 10	1 (3,4)	1 (3)	-
IRAT 13	1 (3)	3	2
IRAT 106	-	3	-
IRAT 112	-	1	-
IRAT 116	-	2 (3)	-
IRAT 133	-	1	-
IRAT 140	-	3 (4)	-
IRAT 146	-	1 (3)	-
Moroberekan	1	3	2
6383	-	3	-
RS 25T	-	3	-
IR 11-452-1-1	3 (4)	4 (5)	2
Sensho	2 (4)	2 (3)	4

<sup>1</sup> Evaluados en Tocumen, en octubre de 1979.

<sup>2</sup> Escala estándar de evaluación; la cifra entre paréntesis indica la presencia de unas pocas lesiones y de hojas que muestran diferentes reacciones.

Cuadro 4. Evaluación de líneas mejoradas, variedades comerciales y donantes con resistencia a piricularia en ICA-La Libertad, Colombia.

Grupo <sup>1</sup>	Piricularia en la hoja		Piricularia en la panícula <sup>4</sup>		
	Promedio de la evaluación <sup>2</sup>	Tasa diaria de infección <sup>3</sup>			
A	5685	0.15 b <sup>5</sup>	0.036 efghi	0.30 l	
	5738	1.29 b	0.044 defghi	0.87 l	
	5698	0.94 b	0.029 fghi	10.05 jkl	
	5728	0.91 b	0.057 defghi	21.77 ghj	
	5854	0.48 b	0.101 abcd	24.89 ghi	
	5715	0.27 b	0.082 bcdef	33.91 fg	
	5709	2.68 b	0.069 bcdef	35.56 efg	
	5684	2.22 b	0.117 ab	48.95 cde	
	5732	1.92 b	0.155 a	57.63 bc	
	5734	1.50 b	0.075 bcdef	71.01 a	
	5852	1.29 b	0.095 bcde	72.23 a	
	B	CICA 4	15.29 a	0.087 bcdef	53.08 bcd
		CICA 9	20.46 a	0.087 bcdef	48.58 cde
CICA 8		3.95 b	0.068 bcdef	26.32 gh	
IR 22		15.29 a	0.062 bcdef	41.03 def	
DMS	5.14	0.05		11.47	

<sup>1</sup> A = líneas mejoradas; B = variedades comerciales.

<sup>2</sup> Promedio de 3 replicaciones.

<sup>3</sup> Coeficiente de regresión para la transformación logarítmica de la curva.

<sup>4</sup> Severidad de la infección en la panícula: 0 = sin infección; 100 = fuerte infección.

<sup>5</sup> Los promedios en cada columna seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel de 5% según la prueba de Duncan.

Las repeticiones eran los intervalos de tiempo en que se observaban los efectos de los cambios climáticos en el desarrollo de la enfermedad. Las líneas 5685, 5738 y 5698 se comportaron mejor que CICA 8 (Cuadro 4). Aparentemente, PI 184675-2 no demuestra resistencia a la piricularia, especialmente a la infección de la panícula (Cuadro 5).

Cuadro 5. Evaluación de progenitores respecto a su resistencia a piricularia en el campo, en ICA-La Libertad, Colombia.

Cultivares	Piricularia en la hoja			Piricularia en la panícula <sup>3</sup>	
	Vivero de piricularia <sup>1</sup>	Promedio de evaluación	Tasa diaria de infección <sup>2</sup>		
Ta-poo-cho-z	1	0.05 b <sup>4</sup>	0	i	0.18 l
Colombia 1	1 (3.4)	0.08 b	0	i	0.56 l
Moroberekan	2 (3)	0.33 b	0.031	fghi	0.89 l
Mamoriaka	4	1.40 b	0.018	ghi	4.55 kl
Dissi Hatif	5	6.34 b	0.049	cdefghi	11.56 ijkl
Tadukan	3.4	1.16 b	0.085	defghi	14.87 hijkl
Ca 902/b/3/3	4	1.78 b	0.044	bodef	16.45 hijk
Carreon	2 (3)	0.19 b	0.006	hi	21.83 ghij
Tetep	3.4	1.11 b	0.034	fghi	28.91 fgh
Dawn	2 (3)	0.83 b	0.035	efghi	33.06 fg
C 46-15	5	0.58 b	0.109	abc	34.35 fg
PI 184675-2	5	4.27 b	0.05	cdefghi	63.94 ab

<sup>1</sup> Escala uniforme de evaluación: 0-2 = resistente; 3-5 = intermedia; 6-9 = susceptible; la calificación entre paréntesis considera la presencia de unas pocas hojas que manifiestan reacciones diferentes.

<sup>2</sup> Coeficiente de regresión de la curva de progreso de la enfermedad, transformada logarítmicamente, durante un período de observación.

<sup>3</sup> Severidad: 0 = sin infección; 100 = fuerte infección.

<sup>4</sup> Las medias en cada columna seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel de 5% según la Prueba de Amplitud Múltiple de Duncan. Las comparaciones incluyen los materiales del Cuadro 9.

Esos experimentos indicaron lo siguiente:

- Se observaron diferencias varietales significativas en la tasa de infección de piricularia en la panícula en materiales cuya infección foliar fue similar (Cuadros 4 y 5).

- En La Libertad se comprobó una alta correlación entre la tasa de infección foliar y la infección de la panícula (Cuadro 6).

Es muy difícil medir la tasa de infección aparente en presencia de una gran cantidad de inóculo natural, especialmente durante los estados intermedios de desarrollo de la enfermedad y en consecuencia, se puede sobreestimar la tasa de infección en los cultivares con infección lenta y subestimarla en los que son altamente susceptibles.

Cuadro 6. Correlaciones lineales de los parámetros de evaluación del desarrollo de piricularia en arroz, en ICA-La Libertad, Colombia.<sup>1</sup>

Piricularia en la panícula	Piricularia en la hoja				
	Infección inicial	Infección máxima	Infección final	Evaluación media	Tasa de infección
A	B	C	D	E	F
B	0.122				
C	0.359	0.232			
D	0.366	0.665**	0.932**		
E	0.294	0.903**	0.986**	0.888**	
F	0.637**	0.188	0.258	0.231	0.193

<sup>1</sup> Observaciones de 28 cultivares durante tres diferentes períodos de siembra.

**Diseminación de la enfermedad.** Se cree que los cultivares dotados de infección lenta se oponen a la dispersión de la enfermedad. Para probar esta suposición, se estudiaron en CIAT-Palmira y en La Libertad varios cultivares conocidos por su carácter de resistencia por infección lenta que exhibieron tres patrones característicos de la enfermedad (Figura 1):

**Patrón I.** Desarrollo rápido de la enfermedad junto a la fuente del inóculo, agudo descenso inicial de su ataque al alejarse de la fuente, estabilización y severa infección final. CICA 4, IR 22, IRAT 8, Suzuhara Mochi y Fanny manifestaron este patrón.

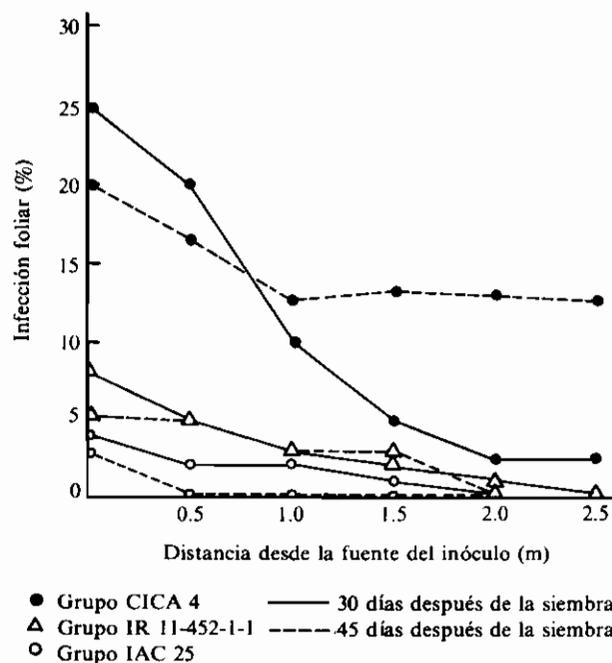


Figura 1. Desarrollo de la piricularia en la hoja a diferentes distancias de la fuente del inóculo, en CIAT-Palmira.

Patrón II. Desarrollo intermedio de la enfermedad junto a la fuente del inóculo y disminución moderada de aquella con la distancia a la fuente. IR 11-452-1-1, Sensho, O.S.6 y Azucena se consideraron de este grupo.

Patrón III. Escaso desarrollo de la enfermedad junto a la fuente del inóculo y lenta disminución de aquella con la distancia a la fuente. IAC 25 y Tapuripa mostraron este patrón.

Todos los cultivares conocidos que poseen resistencia horizontal se ajustaron a los patrones II o III, excepto Suzuhara Mochi, que se consideró susceptible.

En La Libertad no se observó ningún gradiente de la enfermedad a lo largo de la distancia entre la fuente de inóculo y las plantas, debido a la gran cantidad de inóculo natural.

**Evaluación del carácter de infección lenta en generaciones tempranas.** La identificación del carácter de infección lenta en generaciones tempranas, especialmente en plantas individuales  $F_2$ , suscita varios problemas. Se inició un experimento a largo plazo para comprobar si un método sugerido por otros científicos<sup>1</sup> se podía aplicar en las generaciones tempranas para detectar caracteres de infección lenta.

Plántulas escogidas en tres poblaciones —P 2359 (Tapuripa/CICA 4), P 2379 (CICA 4/Camponi) y P 2387 (IR 11-452-1-1/CICA 4)— fueron transplantadas a lotes irrigados y cultivadas luego en condiciones de secano. Se observó en las plantas individuales, su número máximo

de macollas, su embuchamiento, su floración inicial y su madurez. Por comparación con plantas susceptibles estándar se conformó previamente un grupo de plantas que se usó como criterio de selección (Cuadro 7). Las progenies de Tapuripa, Camponi e IR 11-452-1-1, conocidas por su resistencia horizontal, se comportaron mejor que CICA 4, un progenitor susceptible común (Cuadro 8).

Cuadro 7. Criterios de selección respecto a la resistencia por infección lenta a piricularia en plantas individuales de arroz, en generaciones tempranas.

Clasificación	Hoja		Panicula	
	Formación de tallos	Embucha- miento	Floración inicial	Madurez
Sin infección	N	N	N	N
Resistente	N	N	N	L
	N	N	L	L
	N	L	N	L
	N	L	N	N
Intermedia	L	L	L	L
	L	L	N	L
	N	L	L	L
	L	L	N	N
Susceptible	S	S	S	S
	L	S	S	S
	L	L	L	S
	L	S	L	S
	S	S	L	S
	S	S	L	L
	S	S	N	L
L	L	N	S	

<sup>1</sup> N = sin infección; L = menos infección que en las plantas estándar; S = igual que en las plantas estándar que presentan la máxima infección al momento de la evaluación.

<sup>1</sup> Loegering, W. Q. et al. 1976. Rating general resistance on a single-plant basis. *Phytopathology* 66:1445-1448.

Cuadro 8. Comportamiento de las poblaciones  $F_2$  de arroz y de sus progenitores respecto a su resistencia por infección lenta a piricularia.

Grupo	Número de plantas				Total
	Sin infección	Resistentes	Intermedias	Susceptibles	
<b>P 2359</b>					
(Tapuripa/CICA 4) <sup>1</sup>	44 (8.4) <sup>2</sup>	114 (21.9)	338 (64.9)	25 (4.8)	521
Tapuripa	8 (40)	6 (30)	6 (30)	0	20
<b>P 2379</b>					
(CICA 4/Camponi) <sup>1</sup>	20 (3.7)	54 (9.9)	434 (79.3)	39 (7.1)	547
Camponi	3 (15)	11 (55)	4 (20)	2 (10)	20
<b>P 2387</b>					
(IR 11-452-1-1/CICA 4) <sup>1</sup>	10 (1.8)	93 (17.1)	392 (71.9)	50 (9.2)	545
IR 11-452-1-1	0	4 (20)	13 (65)	3 (15)	20
CICA 4	0	0	12 (60)	8 (40)	20

<sup>1</sup> Progenitores de las poblaciones.

<sup>2</sup> Los valores entre paréntesis son porcentajes.

A los materiales se les hizo su descripción genealógica y fueron cosechados en masa durante la siguiente generación. Estos mismos principios se aplicarán en estudios ulteriores para evaluar las líneas F<sub>3</sub>.

### Escaldado de la Hoja

Se cree que el daño producido por el escaldado de la hoja (*Rhynchosporium oryzae*) va en aumento en América Latina pero aún se ignora si ello sea debido a un

mayor empleo de fertilizantes nitrogenados, a mejores oportunidades de supervivencia del hongo y a su multiplicación en los residuos vegetales de las variedades de alto rendimiento, o quizás a la gradual acumulación de tipos de patógenos más durables.

**Nuevo parámetro de evaluación.** Los métodos convencionales de evaluación no perciben la diferente capacidad de las variedades de arroz para restringir el crecimiento del hongo.

Cuadro 9. Evaluaciones de la resistencia al escaldado de la hoja en condiciones de secano, en ICA-La Libertad, Colombia.

Identificación	Area foliar afectada (%) <sup>1</sup>				Promedio de la evaluación (%)	Tasa diaria de infección <sup>1</sup>
	70 DDS <sup>2</sup>	80 DDS	90 DDS	100 DDS		
5738	7.1 <sup>4</sup>	9.5	31.5	37.0	21.3	0.076
5854	5.3	12.6	29.5	39.0	21.6	0.084
5685	11.6	14.1	24.0	38.0	21.9	0.053
5715	9.3	12.0	36.0	34.0	22.8	0.063
5698	11.3	14.8	33.3	35.5	23.7	0.054
5728	12.4	15.9	29.5	47.0	26.0	0.063
5709	15.1	14.8	34.5	40.5	26.2	0.051
5684	5.1	21.4	34.5	52.0	28.3	0.097
5852	8.6	15.7	40.0	50.0	28.6	0.084
Colombia 1	4.6	8.2	19.2	25.0	14.3	0.068
Tadukan	6.8	6.9	20.1	33.5	16.8	0.070
Ta-poo-cho-z	8.3	10.6	19.8	30.5	17.3	0.055
Mamoriaka	8.5	16.4	28.4	32.5	21.5	0.056
Moroberekan	9.5	8.4	31.0	38.3	21.8	0.069
Ca 902/b/3/3	8.9	10.3	29.8	41.0	22.5	0.072
Carreon	9.3	18.8	40.0	35.0	25.8	0.060
Dissi Hatif	10.1	10.0	37.3	46.0	25.9	0.078
CICA 8	6.1	17.1	24.8	41.0	22.3	0.076
Promedio					22.7	0.068

<sup>1</sup> Se observó la parte superior de las plantas.

<sup>2</sup> DDS=días después de la siembra.

<sup>3</sup> Coeficiente de regresión para la transformación logarítmica de la curva de la enfermedad.

<sup>4</sup> Según el sistema convencional, 0-5% = muy resistente; 6-15% = resistente; 16-25% = intermedia; más de 25% = susceptible.

Este problema es crítico en los ensayos de campo donde es imposible ajustar uniformemente el inóculo inicial. Así pues, se hicieron evaluaciones periódicas para cuantificar la tasa de desarrollo de la enfermedad en algunas variedades (Cuadro 9, arriba).

**Interacción diferencial.** Los resultados del VIOAL-Es (Vivero Internacional de Observación del Escaldado de la Hoja) revelaron una interacción diferencial con las localidades en donde se hicieron los ensayos (Cuadro 10). No existe aún una explicación para estas diferencias.

Las líneas 5685, 5698 y 5709 obtuvieron mejor calificación que otras a pesar de que al principio sufrieron más por la enfermedad. Otras líneas estuvieron menos enfermas al principio y al final del ensayo pero su tasa de aumento de la enfermedad fue mayor.

Cuadro 10. Reacciones diferenciales<sup>1</sup> del arroz frente al ataque del escaldado de la hoja, en seis localidades<sup>2</sup>.

Identificación	Colombia	Panamá <sup>3</sup>		El Salvador	Guate- mala	Honduras
		T	I			
IET 6056	6	5	5	5	4	1
IR 4505-4-1-2	3	3	7	3	7	1
IR 9575 Sel	6	3	5	5	3	7
IET 6581	3	7	5	3	3	1
CICA 8	3	3	5	7	3	3
IR 42	3	3	3	3	3	1
Damaris	1	3	1	1	3	1
IR 1802-52-2-4-1	2	2	1	3	2	1
Sirandah						
Silungkang	6	5	7	-	5	5

<sup>1</sup> Escala uniforme de evaluación: 1-2 = resistente; 3-4 = moderadamente resistente; 4-5 = moderadamente susceptible; 6-9 = susceptible.

<sup>2</sup> Datos del VIOAL-Es, IRTP, 1979. <sup>3</sup> T = Tocumen; I = IDIAP.

## Añublo de la Vaina

La ocurrencia natural tan irregular del añublo de la vaina (*Thanatephorus cucumeris*) en los sitios de los ensayos y una escala de evaluación complicada hacen difícil evaluar la resistencia varietal a esta enfermedad.

Cuadro 11. Escala de evaluación, y su ponderación, para la inoculación artificial con el patógeno del añublo de la vaina del arroz.

Grado <sup>1</sup>	Ponderación
1 ●	9
1 ▲	8.5
1 ■	8
2 ●	7
2 ▲	6.5
2 ■	6
3 ●	5
3 ▲	4.5
3 ■	4
4 ●	3
4 ▲	2.5
4 ■	2
5 ●	1
5 ▲	0.5
5 ■	0
6 <sup>2</sup>	0

<sup>1</sup> El número indica la posición de la vaina en donde se localiza la lesión más alta. La posición de la vaina bandera es 1. El número aumenta a medida que desciende la posición de la vaina en la cual: ● más arriba del punto medio; ▲ en el punto medio; ■ más abajo del punto medio.

<sup>2</sup> Más abajo de la quinta vaina.

Cuadro 12. Reacciones de algunas líneas y variedades de arroz frente al ataque del añublo de la vaina.<sup>1</sup>

Identificación	Inoculación artificial <sup>1</sup>		Observación de campo <sup>2</sup>
	Índice de enfermedad	Clasificación	
5685	1.89	MS	6.3
5709	1.67	MS	-
5715	1.42	MS	6.3
5738	2.54	S	6.0
5854	0.63	MR	5.7
5002	2.21	S	-
5009	0.75	MR	-
5010	1.58	MS	-
5029	1.38	MS	-
CICA 7	4.30	HS	-
CICA 8	1.71	MS	4.3
IR 22	4.08	HS	-
Pankaj	0.63	MR	2.7
IR 1487-194-5-3-2	5.67	HS	7.0

<sup>1</sup> 0 = resistente (R); 0.1-1 = moderadamente resistente (MR); 1.1-2 = moderadamente susceptible (MS); 2.1-4 = susceptible (S); más de 4 = muy susceptible (HS).

<sup>2</sup> Información del VERAL, Tocumen, Panamá; valor medio de tres replicaciones empleando la escala uniforme de evaluación.

Se diseñó una escala simple pero útil, para evaluar inoculaciones artificiales así como infecciones de campo (Cuadro 11). El índice de enfermedad, o sea un valor ponderado del grado de la enfermedad, se calcula así:

$$\text{Índice de enfermedad} = \frac{\text{grado de frecuencia} \times \text{equivalente ponderal}}{\text{número total de macollas observadas}}$$

Para probar este índice se inocularon artificialmente plantas de 70 días de edad y se evaluaron después de la floración inicial (Cuadro 12). La escala de calificación coincide con la evaluación de campo hecha en Tocumen, Panamá.

## Añublo Bacterial

Se informó de la presencia del añublo bacterial causado por *Xanthomonas oryzae*, ahora conocida como *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae*, en Colombia y Panamá, en 1975. Siendo esta enfermedad una amenaza potencial del cultivo, se hizo una inoculación artificial con el aislamiento I 186 para evaluar las líneas mejoradas y varias resultaron resistentes a este aislamiento. De las variedades comerciales cultivadas en Colombia, solamente CICA 7 e IR 22 se clasificaron como resistentes.

## Mancha Ojival

Desde que el CIAT identificó por primera vez esta nueva enfermedad (*Drechslera gigantea*) en los cultivos de arroz de Colombia, Panamá y Perú, la mancha ojival ha sido hallada en Méjico, Guatemala y Honduras, donde ataca severamente a algunos cultivares.

**Evaluación de la resistencia mediante inoculación artificial.** Setenta y cinco cultivares y líneas mejoradas fueron inoculados artificialmente con un aislamiento monoconidial. CICA 4, CICA 6 y CICA 7 fueron muy susceptibles mientras que CICA 9, IR 22, IR 8 y Bluebonnet 50 demostraron una gran resistencia a la enfermedad.

**Origen de la susceptibilidad.** Varias líneas o cultivares susceptibles —tales como CICA 4, CICA 6, CICA 7 y CICA 8 y las líneas 5709, 5715 y 5734— tienen a IR 930 como su progenitor común.

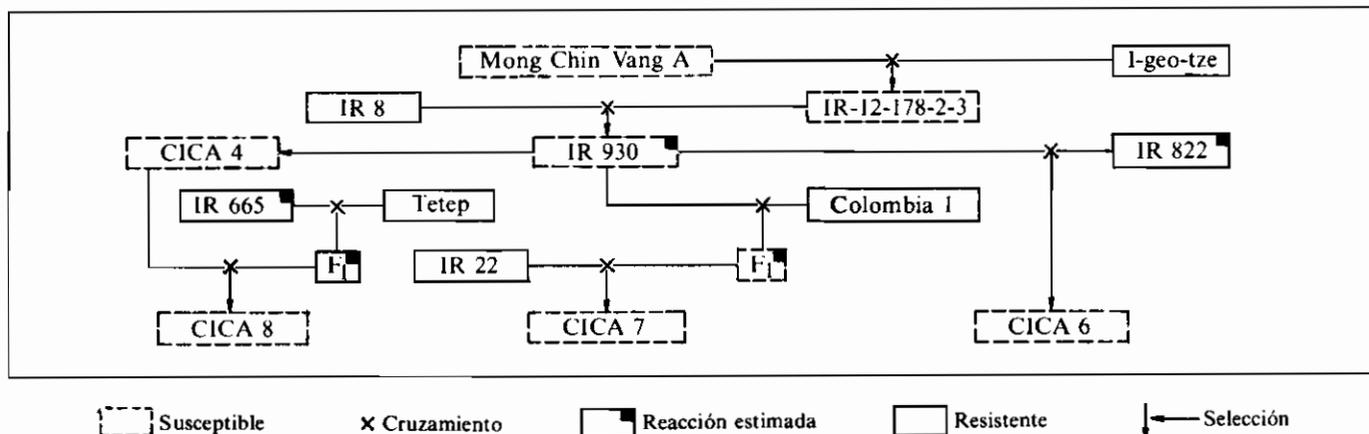


Figura 2. Derivación de la susceptibilidad a la mancha ojival del arroz causada por *Drechslera gigantea*.

Para rastrear el origen de la susceptibilidad, varios padres y sus progenies fueron inoculados artificialmente con cinco aislamientos monoconidiales obtenidos de CICA 6, de CICA 7 y de la línea 5715. La susceptibilidad fue heredada de Mong Chin Vang A, a través de IR 12 y luego de IR 930 (Figura 2) y parece que es genéticamente dominante sobre la resistencia.

### Pudrición de la Vaina

Esta enfermedad, causada por *Ophiobolus oryzinus*, se observa generalmente en los arrozales de Colombia, Panamá y Perú donde afecta las vainas y las hojas al acercarse la madurez de la planta. No se dispone de un método de evaluación puesto que la enfermedad se considera como de menor importancia.

Se llevó a cabo un ensayo preliminar para evaluar la reacción de la planta ante la enfermedad usando la técnica de inoculación que se emplea con el añublo de la vaina.

Cuadro 13. Reacciones de diferentes variedades de arroz a la pudrición del cuello de la vaina foliar en inoculaciones artificiales.<sup>1</sup>

Variedad	Tallos enfermos (%)	Longitud de la lesión (cm)	Hojas afectadas (%)
Inti	82.4	4.3	21.4
IR 8	81.4	4.1	24.2
CICA 4	76.4	5.1	25.7
Bluebonnet 50	92.6	5.1	26.5
CICA 8	85.1	5.4	29.3
Yushin	84.7	6.5	33.1

<sup>1</sup> Se inoculó a los 60 días después de la siembra, y se evaluaron las variedades 30 días después.

Aunque la longitud de las lesiones y el porcentaje de hojas afectadas podrían ser parámetros útiles de evaluación, el lento progreso de la enfermedad y la senectud natural de las hojas hacen difícil su evaluación (Cuadro 13).

### Manejo y Control de Enfermedades

**Desarrollo de la piricularia en condiciones de riego y de secano.** Aunque el clima de La Libertad favorece el desarrollo de la piricularia durante la primera temporada anual de cultivo del arroz, el que se cultiva con riego sufre mucho menos la enfermedad que el arroz de secano.

Se diseñó entonces un experimento para intensificar el ataque de la piricularia de la hoja en el arroz con riego; se incluyó un tratamiento con cal, porque su aplicación para disminuir la toxicidad por Al es una práctica común en esa región.

Las parcelas de secano se enfermaron más sin importar la variedad de arroz o el tratamiento con cal (Figura 3). En ellas fue posible diferenciar claramente los niveles de resistencia de Tetep y de CICA 8; esos niveles, en cambio, fueron similares en las parcelas inundadas (Figura 4). En éstas, además, el efecto de la cal sobre el desarrollo de la enfermedad fue significativo para CICA 4, pero no para CICA 8 y Tetep; en condiciones de secano en cambio, el encalado tuvo poco efecto.

El efecto benéfico de la cal sobre la piricularia en las parcelas con riego se atribuye a una mejor nutrición de la planta que promueve un aumento en el crecimiento vegetativo, el cual suministra, a su vez, un microclima más favorable.



Figure 3. CICA 4 infectada naturalmente por piricularia en un cultivo con riego (derecha) y en otro de secano (izquierda) en ICA-La Libertad, 1980.

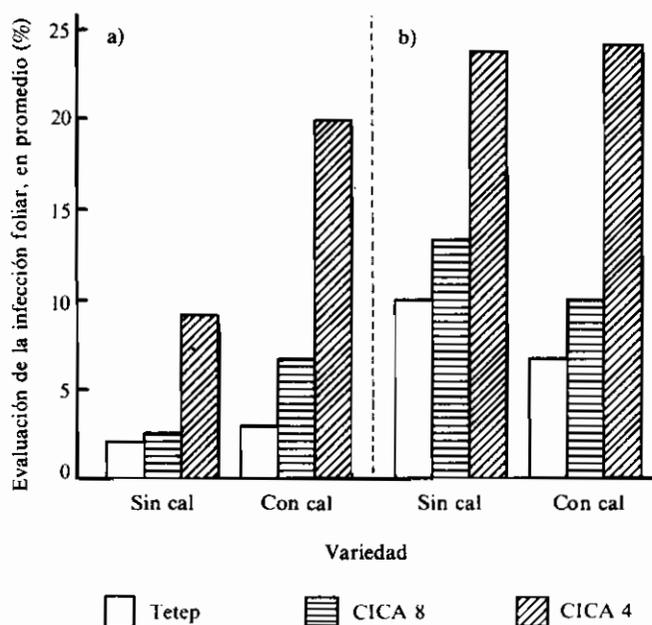


Figura 4. Desarrollo de la piricularia en la hoja en condiciones de riego y de secano con y sin aplicación de cal, en ICA-La Libertad, Colombia, 1980. a) Arroz con riego; b) arroz de secano.

**Pérdida en rendimiento causada por la piricularia en la panícula.** La infección del cuello, ya sea parcial o total, dificulta la evaluación de la piricularia en la panícula. Por ello, la calificación dada a la enfermedad no mide exactamente su severidad y su cuantía total. Para corregir estas imprecisiones, se añadió a la escala de evaluación el porcentaje de granos vacíos, y se ponderó cada grado de la escala para que reflejara la severidad de la infección en la panícula. La escala revisada se probó con el estudio de la relación entre la severidad de la piricularia en la panícula —en CICA 4 y CICA 9— y su rendimiento, en parcelas de secano.

Se indujeron varios niveles de la enfermedad mediante la aplicación de un fungicida en las diferentes etapas de crecimiento de las plantas hasta el comienzo de su floración. Como resultado, la incidencia del escaldado de la hoja fue intensa y su ataque uniforme en todas las parcelas.

Se obtuvo una relación lineal negativa altamente significativa entre el rendimiento y la infección en la panícula no obstante la interferencia de otros problemas del cultivo como el escaldado de la hoja (Figura 5).

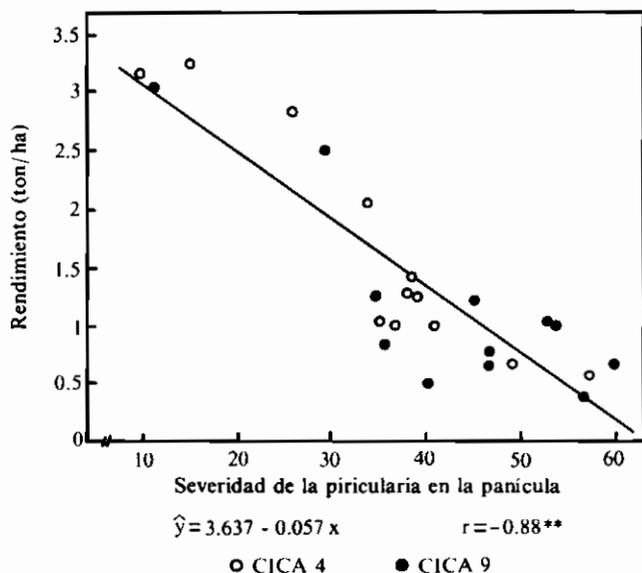


Figura 5. Efecto de diferentes niveles de piricularia en la panícula sobre el rendimiento del arroz en condiciones de secano, en ICA-La Libertad, Colombia, 1980A.

Sin embargo, se observó en la evaluación una tendencia a subestimar los niveles más bajos de la infección y a calificar excesivamente los niveles más altos. Esta varianza se estudiará con detenimiento para establecer si se debe a error humano o a una ponderación incorrecta de los grados de la escala.

La tasa de reducción del rendimiento por unidad de variación de la severidad de piricularia puede cambiar según la variedad de arroz, fenómeno que se estudiará más tarde.

**Epoca de aplicación de fungicidas para controlar piricularia en la panícula.** Los agricultores colombianos aplican el fungicida recomendado dos o tres veces durante el período de floración para controlar la piricularia en la panícula, haciendo generalmente la primera aplicación al comienzo de la floración.

A menudo, la panícula está severamente afectada por la piricularia sin que se presenten sus síntomas visuales, a no ser una infección en el entrenudo situado debajo del cuello. Esta observación permite suponer que la aplicación del fungicida sistémico antes de la floración puede ser más efectiva que después de la floración. Para comprobarlo, CICA 4 y CICA 9, sembradas en condiciones de secano, fueron asperjadas con un fungicida sistémico, Tricyclazole (5-metil-1,2,4-triazol (3,4-6) benzotiazol) formulado como polvo mojable al 75%.

Los resultados indicaron que la aplicación del fungicida en la etapa de embuchamiento protegió mejor la panícula y aumentó el rendimiento del cultivo (Cuadro 14). La aplicación temprana puede además reducir la infección basal de la hoja bandera (Figura 6) frecuentemente asociada con la infección del cuello.

Cuadro 14. Efecto de la época de aplicación de un fungicida (Tricyclazole) sobre la severidad de la piricularia en la panícula y sobre el rendimiento de dos variedades de arroz cultivadas en condiciones de secano en ICA-La Libertad, Colombia.

Epoca de aplicación	CICA 4		CICA 9	
	Piricularia en la panícula <sup>1</sup>	Rendto. <sup>2</sup> (ton/ha)	Piricularia en la panícula <sup>1</sup>	Rendto. <sup>2</sup> (ton/ha)
Embuchamiento	17.86	3.46 a	13.21	2.92 a
Floración inicial	26.95	3.14 ab	19.16	2.51 b
10 días después de la floración	34.06	2.65 bc	33.82	2.03 c
Testigo sin tratar	42.05	2.35 c	46.61	1.61 d

<sup>1</sup> Grado de severidad: 0 = sin infección; 100 = fuerte infección.

<sup>2</sup> Promedio de tres repeticiones. Los promedios dentro de una columna seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel de 5% según la Prueba de Amplitud Múltiple de Duncan.



Figura 6. Infección de piricularia en el cuello de la planta de arroz.

## Observación y Vigilancia de las Enfermedades

**Aparición de nuevas razas de *Pyricularia oryzae* en Colombia.** Desde que CICA 8 salió al mercado como variedad comercial en 1978, rara vez ha presentado lesiones de piricularia típicas de la reacción de susceptibilidad, aunque sí ha sufrido una tasa de infección del cuello de aproximadamente un 10%.

En 1980, sin embargo, aparecieron, como parches dispersos, focos de piricularia que variaban de pequeños a muy grandes en varios cultivos de secano de CICA 8 en los Llanos de Colombia. En estos focos, las plantas sufrieron de 60 a 80% de infección foliar. Los agricultores hicieron una aplicación adicional de fungicida para controlar la piricularia de la hoja. Con el retorno de la precipitación normal en la región, se desvanecieron los focos, se extinguió la piricularia en la hoja y se obtuvieron los altos rendimientos acostumbrados.

La mayor parte de los aislamientos de piricularia tomados en CICA 8 tienen una patogenicidad similar a los que se tomaron en Tetep, el supuesto donante de resistencia de CICA 8. En la identificación de razas se han observado, hasta la fecha, seis diferentes patrones de reacción (Cuadro 15), y casi todos los aislamientos de CICA 8 y Tetep se ajustaron al patrón 6. CICA 9, conocida comúnmente en Colombia como muy susceptible a la piricularia tanto en la hoja como en la panícula, resultó ser resistente a este grupo particular de aislamientos. Se cree que la resistencia de CICA 7 pudo derivarse de Colombia 1, que también es resistente a estos aislamientos corrientes.

La supervisión continúa para determinar si este grupo de razas aumenta en la población del hongo de la piricularia, sobre todo cuando se estudian aislamientos que demuestran una acentuada virulencia en CICA 8, Tetep y otros progenitores resistentes.

Cuadro 15. Patrones de reacción a aislamientos monoconidiales de *Pyricularia oryzae* de algunas variedades comerciales de arroz y de donantes resistentes, en Colombia.

Grupo	Patrón de reacción <sup>1</sup>					
	1	2	3	4	5	6
<b>Variedades comerciales</b>						
CICA 8	●	●	●	●	●	▲
CICA 9	●	●	●	▲	▲	●
CICA 7	●	●	●	●	●	●
CICA 4	▲	▲	▲	▲	●	▲
IR 22	▲	▲	●	▲	●	▲
IR 8	▲	●	●	▲	●	▲
Bluebonnet 50	●	■	●	●	●	■
<b>Donantes resistentes</b>						
Ta-poo-cho-z	●	●	●	●	●	●
Colombia 1	●	●	●	●	●	●
Tetep	●	●	●	●	●	▲
Tadukan	●	●	●	●	●	▲
Ca 902/b/3/3	●	●	●	●	●	▲
Carreon	●	■	●	●	●	●
C 46-15	●	●	●	●	●	■
Dissi Hatif	■	▲	●	●	●	▲
Mamoriaka	■	▲	▲	●	●	■

<sup>1</sup> ● = resistente; ▲ = susceptible; ■ = la reacción varía entre los aislamientos.

**Presencia de la mancha ojival del arroz en México, Guatemala y Honduras.** Anteriormente, la sección de Fitopatología informó sobre la ocurrencia, en cultivos de arroz de Colombia, Panamá y Perú, de la mancha ojival causada por *Drechslera gigantea*. Más recientemente, se halló que un daño foliar severo aquejaba a CICA 6 e IR-3839-1 en Chetumal, Quintana Roo, México, a INIAP 415, a CICA 7 y a una línea de P 882 en Guaymas, Honduras; y a varias líneas en Guatemala. Entre las líneas mejoradas, la 5861 y la 5865 fueron severamente afectadas con grados de infección de 6 a 8 —según el sistema de evaluación estándar— en Tocumen, Panamá.

La sección de Agronomía trabajó en los siguientes proyectos en 1980: a) estudio y refinamiento de diversas técnicas de control de malezas; b) evaluación de la dinámica de las poblaciones insectiles en conexión con el desarrollo del arroz; c) investigación de posibles fuentes de fertilizantes comerciales, naturales y artificiales; d) evaluación de líneas mejoradas de arroz; y e) desarrollo de sistemas continuos de producción de arroz.

### Control de Malezas

**Control integrado de malezas.** La investigación se orientó al estudio de la forma más adecuada para el control integrado de malezas en el arroz. Se tuvieron en cuenta cuatro factores culturales en los experimentos: diferentes variedades de arroz, métodos de riego, sistemas de siembra y dosis de fertilizante nitrogenado.

Algunas variedades de arroz crecen más vigorosa o rápidamente que otras lo que les permite competir más eficazmente con las malezas. Así por ejemplo, las variedades CICA 4 y CICA 8 son más vigorosas y compiten mejor que la IR 22.

El riego por inundación, además de ejercer un efecto favorable en el crecimiento del arroz y en su rendimiento, es eficaz en el control de las malezas porque impide o demora la germinación de algunas especies de malezas y disminuye el crecimiento de las plantas no acuáticas. Por otro lado, la inundación esporádica, que suministra la humedad requerida por el cultivo, favorece también el crecimiento de las malezas. El sistema es comparable al arroz de secano favorecido, pero con este método de riego, las malezas obtienen la adecuada humedad, el oxígeno y la luz que necesitan para su desarrollo.

Se ensayaron dos métodos de siembra: el trasplante a 20 x 20 cm de distancia entre sitios de plántulas de arroz de 30 días de edad y la siembra al voleo de 60 kg/ha de

semilla pregerminada en lotes fangueados libres de malezas. El trasplante da una ventaja de 30 días a la plántula de arroz sobre las malezas, mientras que con semilla pregerminada esa ventaja es de tres días solamente.

Es importante aplicar oportunamente la dosis recomendada de fertilizantes nitrogenados, con una humedad adecuada del suelo, ya que el arroz responde a la fertilización en la mayoría de los suelos de América Latina. El momento propicio de la aplicación depende no sólo del cultivo sino de la población y el desarrollo de las malezas. Se compararon dos dosis de fertilizantes nitrogenados, 0 y 150 kg/ha.

Para calcular la influencia de las variables mencionadas en los rendimientos del arroz, se hicieron en un caso, deshierbas periódicas completas antes de que se estableciera la competencia, y en otro se permitió el libre crecimiento y competencia de las malezas. Las ventajas de integrar alguno de los componentes del control de malezas resultaron evidentes.

Cuando no se controlan las malezas, deben sembrarse variedades más vigorosas como CICA 4 o CICA 8 cuyos rendimientos superan a los de IR 22, pero cuando el control de malezas es completo, IR 22 arroja altos rendimientos.

En presencia de las malezas, el riego por inundación duplicó el rendimiento de la variedad CICA 4 (4570 kg/ha) si lo comparamos con el que obtuvo cultivada con riego esporádico (2047 kg/ha). No obstante, cuando se hizo control mecánico de las malezas, el método de riego no influyó en los rendimientos.

No fue posible determinar la forma o la época más favorable para la aplicación de los fertilizantes nitrogenados en relación con el control de las malezas o con su efecto sobre los rendimientos; los fertilizantes aumentaron el crecimiento de las malezas y por consiguiente disminuyeron el rendimiento del arroz.

Tampoco se hallaron diferencias apreciables en el comportamiento de las malezas en el arroz cuando variaban los métodos de siembra, especialmente si se aplicaba riego por inundación en todo el ciclo del cultivo.

Los sistemas de riego no causan, por sí solos, rendimientos diferentes cuando se hacen como complemento del control mecánico y químico de las malezas.

**Control químico de malezas.** En todos los países de América Latina se han ensayado herbicidas de eficacia comprobada para el control de las malezas en el arroz. Modificando a veces la forma, época y método de aplicación de los herbicidas o combinando más de un producto, es posible mejorar el control de las malezas, aumentar los rendimientos del cultivo o reducir sus costos.

Se han emprendido estudios con el fin de: a) complementar el control de malezas para incrementar la producción disminuyendo los costos y procurando una mayor eficacia en el uso de los herbicidas selectivos y la deshierba mecánica; b) buscar la época de aplicación más apropiada, teniendo en cuenta el modo de actuar de los herbicidas y su fitotoxicidad para con las semillas de arroz en germinación y en emergencia; c) observar la acción residual de los herbicidas y las clases de malezas que escapan a su control para justificar entonces el uso de un herbicida hormonal postemergente.

La deshierba manual antes de que la maleza compitiera con el cultivo permitió mayores rendimientos del arroz que cuando se aplicaron herbicidas; sin embargo, cuando la deshierba manual fue complementada con el herbicida hormonal MCPA los rendimientos se redujeron porque ese agroquímico causa fitotoxicidad en el arroz.

Los herbicidas preemergentes aplicados sobre campos sembrados con semilla pregerminada pueden también disminuir la población de plantas de arroz. Al comparar butaclor en dosis de 2.7 kg i.a./ha y bentiocarbo (3 kg i.a./ha) se obtuvieron, con este último, rendimientos significativamente más altos. Mientras la semilla de arroz esté cubierta con suelo el butaclor no le causa daño, pero si éste entra en contacto con la semilla, la toxicidad puede ser severa.

Las aplicaciones preemergentes de bentiocarbo cinco días después de la siembra, seguida por MCPA (380 g

i.a./ha) como postemergente cuando la población de malezas inicia su desarrollo, permite obtener rendimientos similares a los de varias deshierbas manuales, siendo ésta una alternativa de control donde el costo de la mano de obra sea mayor que el de los dos herbicidas más su aplicación.

Empleando la red de profesionales adiestrados en la producción de arroz, se efectuarán pruebas uniformes de control de malezas en la región latinoamericana empezando por América Central. Con este proyecto el CIAT contribuye a solucionar un grave y costoso problema de la producción de arroz.

## Dinámica de las Poblaciones de Insectos

Varias especies de insectos atacan el arroz en América Latina. El insecto *Sogatodes oryzicola*, el saltahojas del arroz, ha ocasionado los daños más severos que haya sufrido el cultivo. A finales de la década de los años 50, *S. oryzicola* era portador del virus de la "hoja blanca", y luego, en la década de los 60, con sus altas poblaciones causó un daño directo a las plantas de arroz. Las variedades mejoradas poseen resistencia genética efectiva contra esta plaga.

Los agricultores continúan aplicando insecticidas para controlar ésta y otras plagas porque el trópico cálido húmedo favorece la proliferación de insectos. El problema es más común en las regiones donde se cultiva arroz durante todo el año, porque allí los insectos no pasan por un período de diapausa definido y se presentan en casi todas las épocas del cultivo. Con un conocimiento de las plagas y de la dinámica de su población, aquéllas se pueden controlar mejor a menor precio y se puede precisar el momento en que debe usarse el control químico.

Se han hecho recolecciones periódicas de insectos para determinar su población en relación con el desarrollo de la planta del arroz y con algunos factores ambientales en diversas épocas del año. Los resultados preliminares señalaron que la población del insecto *Hydrellia* sp. es considerable hasta la cuarta semana del cultivo, disminuyendo posteriormente; además, se ha descubierto una relación inversa entre la cantidad de precipitación y la población de *Hydrellia*.

El insecto *Epitrix* sp. se presentó también en gran número en periodos de menor precipitación.

## Fertilizantes Nitrogenados

En la mayor parte de los suelos de América Latina el arroz responde con mayores rendimientos a las aplicaciones oportunas de nitrógeno. Desafortunadamente, el precio de los fertilizantes está aumentando y hay indicios de que gran parte del nitrógeno se pierde en las aplicaciones comerciales.

En años anteriores, la sección de Agronomía investigó y recomendó épocas de aplicación de nitrógeno en relación con el desarrollo de la planta, los días de riego y la humedad disponible del suelo. En 1979 y en 1980 se preocupó por hallar fuentes naturales y artificiales de fertilizantes que pudieran ser más eficientes y económicas que las actuales de tipo comercial.

En un trabajo para tesis doctoral de la Universidad de Florida (E. U.) se recolectaron en Colombia especies del biofertilizante *Azolla*; dos de ellas, *A. filiculoides* y *A. caroliniana*, ya fueron identificadas. Se investigará el mejor método de multiplicación comercial de *Azolla* y su eficacia como fuente de nitrógeno.

En el sector de los fertilizantes comerciales modificados, el CIAT está trabajando por intermedio del International Fertilizer Development Center (IFDC) sobre diferentes formulaciones nitrogenadas y cómo hacerlas fácilmente disponibles para las plantas. Algunas se están ensayando en cultivos de arroz sembrados en suelos de diferentes características variando su posición respecto a la zona radical de la planta.

Las siembras se hicieron en tres zonas del Valle del Cauca en Colombia, y en distintos tipos de suelos, ya que los de CIAT-Palmira no son representativos de muchas regiones arroceras.

## Evaluación de Líneas Promisorias

Una labor importante que cumple la sección de Agronomía es la evaluación de líneas mejoradas promisorias para seleccionarlas y ofrecerlas como variedades a algunos países. Entre los factores que se analizan en esas líneas figuran: sus características agronómicas, su comportamiento en diferentes sistemas de cultivo y el manejo que deben recibir.

Se comparó el comportamiento de seis líneas promisorias con el de las variedades CICA 4, CICA 8 e IR 22. El experimento se trasplantó según tres diferentes densidades (20 x 20 cm, 30 x 30 cm y 40 x 40 cm) y con dos niveles de fertilizante nitrogenado (0 y 150 kg/ha).

En los tratamientos sin nitrógeno las plantas no sufrieron volcamiento; en cambio, en las parcelas fertilizadas con 150 kg/ha de N el volcamiento fue manifiesto en dos de los testigos —11% en IR 22 y 5% en CICA 8— mientras que las líneas mejoradas no se volcaron. Las distancias de siembra no influyeron en el volcamiento.

La dosis de nitrógeno aplicado no produjo, en general, grandes diferencias en los rendimientos excepto en las líneas 5685, 5698 y 5852, sembradas a la distancia de 20 x 20 cm, y en la línea 5684 y la variedad CICA 8, sembradas a 30 x 30 cm (Cuadro 1).

Respecto a las densidades de siembra, se observó que a menores distancias se obtuvo mayor producción. Cuando no se aplicó nitrógeno, los rendimientos no presentaron diferencias significativas en las distancias de 20 x 20 cm y 30 x 30 cm.

Cuadro 1. Efecto de la distancia de trasplante y de dos niveles de fertilización nitrogenada sobre el rendimiento de tres variedades y seis líneas promisorias de arroz.

Distancia de trasplante (cm)	Nitrógeno aplicado (kg/ha)	Rendimiento de arroz en cáscara seco (kg/ha)								
		Variedades			Líneas promisorias					
		CICA 4	CICA 8	IR 22	5684	5685	5698	5709	5738	5852
20 x 20	0	6742	8013	7225	6821	7065	6595	7566	7967	7467
	150	6705	7540	6825	7769	9063	9055	8239	9031	10,045
30 x 30	0	4178	5009	5713	4628	5618	5318	5510	5497	5880
	150	5644	6847	6074	6583	6840	6001	6994	6122	6586
40 x 40	0	3068	4051	4354	3504	5808	3896	6324	3429	4295
	150	4052	5109	4508	4382	5329	4596	5252	4480	4928

Al aplicar nitrógeno, y a las mismas distancias de siembra, las líneas 5709 y 5684 tampoco presentaron diferencias significativas. Lo mismo sucedió con las líneas 5698, 5852 y 5685 a las distancias de 30 x 30 cm y 40 x 40 cm en los dos niveles de nitrógeno (Cuadro 1). Se usó el sistema de trasplante debido a la escasa cantidad de semilla pero las próximas comparaciones se harán mediante los sistemas de siembra más difundidos en América Latina.

## Producción Continua de Arroz

Los objetivos del programa de producción continua de arroz incluyen: a) perfeccionar un método para aumentar la producción de arroz en fincas pequeñas; b) establecer lotes de demostración para enseñar a los pequeños agricultores el manejo de ese sistema; c) mantener información actualizada sobre costos, rendimientos y técnicas de cultivo; y d) utilizar esta información en días de campo con fines de adiestramiento.

Cada 15 días se sembraba con semilla pregerminada un lote de 0.10 ha y se trasplantaba otro de 0.11 ha. Esta siembra continua simula dos pequeñas propiedades de una hectárea cada una. En el sistema con trasplante, toda el área se cultiva 2.6 veces por año y en el otro, 2.4 veces al año. Se está estudiando un mejor uso del equipo, de la mano de obra, del agua y del suelo empleado en estos sistemas.

En pequeños sistemas como éste, el trasplante no resultó útil porque exige más jornales de los que se había calculado considerando sólo la mano de obra familiar.

Cuando se sembró semilla pregerminada y se obtuvieron 2.4 cosechas anuales, los promedios de rendimiento en la parcela de 6 ton/ha resultaron en un total de 14.4 ton/ha para el terreno de una hectárea, lo cual indica que el rendimiento mensual fue de 1.2 ton/ha de arroz en cáscara seco.

El sistema adolece, con todo, de varios inconvenientes, siendo el principal la preparación del suelo. Para estos

experimentos se utilizó un cultivador mecánico de 10 HP y aunque ese tractor se dedicaba en el CIAT a otras labores, el mantenimiento de una máquina de su tamaño sería costoso si únicamente cultivara pequeñas parcelas de arroz. Se calculó que el tractor puede preparar eficientemente el suelo a razón de 16.5 ha por año.

El cultivo intenso del suelo en este sistema no da tiempo a la materia orgánica para que se descomponga totalmente y además, no rompe el ciclo vital de algunas plagas. Es también probable que otras especies inocuas se conviertan en plagas cuando su población aumente.

La inundación permanente del suelo, común en los lotes de producción continua, estimuló la presencia de caracoles de las familias Physidae y Planorbidae y obligó a controlarlos con sulfato de cobre o con el insecticida Lindano, además del drenaje periódico de las parcelas. Por el daño que causaron a las hojas con su acción masticadora murieron muchas plántulas y se estimaron rendimientos de cerca de 1 ton/ha en parcelas donde no se controlaron los caracoles.

El control de malezas fue también deficiente por causa del breve tiempo transcurrido entre cultivos consecutivos; por consiguiente, se impone el uso de herbicidas lo que aumenta los costos de producción.

Varias especies de pájaros (*Molothrus bonariensis*, *Scalis lutescens*, *Gallinula chloropus* y *Sporophila* sp.) visitaron con frecuencia las parcelas, ocasionando daños en las plantas y aumentando los costos de producción del cultivo.

Por algunos de los problemas antes mencionados, las instrucciones para el manejo de las parcelas de producción continua de arroz han variado. Para disminuir la intensidad de siembra, toda el área de 1 ha se divide en 11 lotes iguales, cultivándose así, 2.2 veces por año. Se calcula que si se siembra sólo cada 17 días, habría tiempo suficiente para que las parcelas se sequen más, lo que mejoraría la preparación del suelo. El control de malezas y de insectos se haría también más efectivo y los costos totales disminuirían un poco.

## Adiestramiento

Desde sus comienzos, el Programa de Arroz ha adiestrado profesionales adscritos a los programas nacionales de arroz. En un principio el adiestramiento se dedicaba a aspectos especializados del cultivo, más tarde se establecieron formalmente los cursos intensivos. Hoy se ofrecen tres clases de cursos: dos dentro del CIAT, los intensivos y los de entrenamiento especializado, y también los cursos organizados en diversos países latinoamericanos. Habiendo obtenido en sus primeros años buenos resultados en el adiestramiento de profesionales, el CIAT decidió aumentar el número de participantes en los cursos de adiestramiento de arroz. Desde 1978, el número de técnicos inscritos, por año, en esos cursos llegó a 31, es decir, más del doble de los registrados anteriormente, y en 1979 su número llegó a 47.

Los siguientes son los objetivos de la labor de adiestramiento en el Programa de Arroz:

1. Contribuir al desarrollo de una red de profesionales en América Latina que adelanten actividades de investigación y transferencia de tecnología.
2. Ayudar a los programas nacionales a adiestrar a su personal técnico y científico, para lograr la cristalización de esfuerzos independientes o cooperativos tanto en investigación como en transferencia de tecnología.
3. Ayudar a los profesionales de estas instituciones nacionales a actualizar y ampliar sus conocimientos en la investigación y en la producción del arroz.

### Adiestramiento en Producción de Arroz con Riego

Cuadro 1. Número de profesionales adiestrados por el Programa de Arroz del CIAT en 1980.

País anfitrión	No. de participantes			Intensidad total de adiestramiento en meses-hombre	
	III Curso Intensivo	Adiestramiento especializado en			
		Fitomejoramiento	Agronomía		Patología
Belice	1 (1.5) <sup>1</sup>		1 (4.5)	6.0	
Brasil	6 (9.0)		1 (4.5)	13.5	
Colombia	4 (6.0)		2 (9.0)	15.0	
Cuba		1 (4.5)		4.5	
República Dominicana	1 (1.5)		1 (4.5)	6.0	
Ecuador	3 (4.5)	1 (4.5)		9.0	
El Salvador	2 (3.0)			7.5	
Guatemala	2 (3.0)		1 (4.5)	7.5	
Haití	2 (3.0)	1 (4.5)		7.5	
Honduras	1 (1.5)			1.5	
México		1 (3.5)		3.5	
Panamá	2 (3.0)		1 (4.5)	7.5	
Perú	3 (4.5)		1 (4.5)	9.0	
Total	27 (40.5)	4 (17.0)	8 (36.0)	98.0	

<sup>1</sup> Los números entre paréntesis indican meses-hombre de adiestramiento.

En 1980 se adelantó un proyecto de investigación sobre arroz irrigado con la colaboración de la Oficina de Adiestramiento del CIAT. El proyecto se dividió en dos etapas: el III Curso Intensivo llamado también fase multidisciplinaria intensiva, con una duración de seis semanas, y el adiestramiento especializado, de 18 semanas.

En la primera fase participaron 27 técnicos entre investigadores y agentes de extensión, procedentes de 11 países de América Latina y en la segunda fase, once profesionales latinoamericanos. Los escogidos para el adiestramiento especializado habían tomado previamente el III Curso Intensivo. En el Cuadro I aparece el número total de participantes que recibió adiestramiento en arroz en el CIAT durante 1980.

Cada participante del proyecto de adiestramiento en agronomía y fitopatología del arroz tuvo la oportunidad de planear, sembrar, evaluar y cosechar experimentos de

campo. Los ensayos se orientaron a la solución de los problemas que los participantes suelen hallar en sus respectivos países y a enseñarles, como propósito principal, cómo pueden planear proyectos de investigación sobre esos problemas locales. Dos técnicos de Cuba y México se inscribieron para recibir exclusivamente adiestramiento especializado en mejoramiento del arroz.

### **Cursos de Adiestramiento en los Países Latinoamericanos**

El proyecto de adiestramiento en posgrado ha continuado llevando cursos de arroz a los países de América Latina que los solicitan; ocho de ellos han sido organizados durante los últimos tres años. En 1980 terminaron esos cursos 16 técnicos de Perú y 12 de Panamá.

## Planificación de la Investigación

En 1980 los economistas agrícolas diseñaron un plan de investigación que permitirá establecer algunos criterios para asignar los recursos destinados a la investigación entre los diferentes sistemas de producción de arroz en América Latina. En años pasados se aplicaron dos criterios diferentes: la eficiencia y la equidad. El criterio de eficiencia se refiere a los incrementos máximos de la producción que podría generar la investigación, y el criterio de equidad, a la distribución de los beneficios que resultarán de la investigación. Se ha establecido un tercer criterio que se refiere a la ventaja relativa de un determinado país o región en términos del comercio internacional del arroz en América Latina.

Con el fin de estudiar estos criterios, se diseñaron tres proyectos de investigación: a) una evaluación de los sistemas de producción de arroz en América Latina; b) una evaluación de la distribución de los beneficios potenciales de cada sistema de producción de arroz; y c) una evaluación del impacto que ejercería un incremento en la producción de cada sistema sobre el comercio internacional del arroz.

**Sistemas de producción de arroz.** Se intentó clasificar los sistemas de producción de arroz en términos de condiciones ambientales y disponibilidad de recursos. Se obtuvieron en un principio, seis clases diferentes: a) un sistema con riego que se caracteriza por un uso intenso de insumos comerciales como fertilizantes y pesticidas, y está localizado en la región central de Colombia; b) un sistema con riego, caracterizado por un uso escaso de insumos comerciales que se localiza en Corrientes, Argentina; c) un sistema de secano, en suelos fértiles, localizado en Costa Rica; d) un sistema de secano, en suelos poco fértiles con alta precipitación, localizado en los Llanos de Colombia; e) un sistema de secano, en suelos infértiles con baja precipitación, ubicado en Brasil; y f) un sistema dependiente del agua de lluvia, ubicado en Ecuador.

Las tendencias en la expansión del área cultivada, en la producción, los rendimientos y la rentabilidad del arroz se están estudiando y se extrapolan para definir mejor los principales limitantes en el desarrollo de cada sistema de producción. Aquéllos se clasificarán luego como biológicos, económicos o de dotación de recursos, y de esta manera el Programa de Arroz podrá predecir la probabilidad de éxito que tendría para superar las limitaciones de un determinado sistema de producción de arroz.

**Distribución de beneficios.** Este proyecto aplicará una metodología ya bien establecida para evaluar la distribución de los beneficios provenientes de la investigación, y empleará dos conceptos básicos: los excedentes del productor y los del consumidor. El análisis podría hacerse muy sofisticado si se clasifican los consumidores por categorías de ingresos y los productores por tamaño y tenencia de la tierra, o podría ser muy sencillo al considerar consumidores y productores simplemente como dos grandes grupos. El alcance del análisis quedará fijado por la disponibilidad de información sobre las elasticidades del precio y del ingreso.

**Impacto de un incremento en la producción del arroz sobre su comercialización en América Latina.** Un aumento en la producción en algún sistema de cultivo de arroz en una nación reducirá su necesidad de importación, transformará un país importador en exportador neto, o aumentará el excedente exportable de un país exportador. Este tercer proyecto evaluará el impacto de estos cambios sobre el flujo de arroz en la región latinoamericana. Se utilizará un modelo lineal de transporte, en el que se estime, como su variable más importante, el precio sombra o costo de oportunidad tanto de un incremento en el excedente exportable de los exportadores actuales, como de un descenso en las necesidades de importación de los importadores actuales.

## Resultados Iniciales.

Durante el segundo semestre de 1980 se hizo una visita a tres sistemas de producción de arroz: el sistema de secano de los Llanos de Colombia, el sistema con riego de la región central de Colombia, y el sistema de secano de Costa Rica.

**Sistema de secano de los Llanos Orientales de Colombia.** La región de los Llanos Orientales produce el 15% del arroz de Colombia. Predominan en ella dos sistemas de producción: uno con riego, muy similar al usado en la parte central de Colombia y otro de secano, a lo largo de las cuencas de los ríos. Ambos sistemas están mecanizados y sus prácticas culturales y agronómicas son similares. Entre ambos existe una amplia capacidad de sustitución; cuando una variedad de arroz se adapta al sistema de secano, éste sustituye al cultivo con riego, porque así se ahorran los costos de irrigación.

La estructura de los costos de producción es similar en ambos sistemas. En el sistema con riego, el alquiler de la tierra representa el 8% de los costos totales; la siembra, 22%; los insumos comerciales, 33%; el riego, 7%; la cosecha, 20%; y otros costos, 10%. En el sistema de secano los costos se distribuyen así: alquiler de la tierra, 9%; siembra, 29%; insumos comerciales, 35%; cosecha, 18% y otros costos, 9%.

Las posibilidades de desarrollo de cada sistema son diferentes: están sujetas a la presencia de una infraestructura adecuada en el sistema con riego, y a la disponibilidad de variedades que puedan adaptarse al suelo y al régimen de lluvias de una región dada, en el cultivo de secano.

**Sistema con riego de la región central de Colombia.** Un 37% del arroz de Colombia se produce en la región central del país en donde sólo se practica el cultivo con riego. Allí los productores de arroz emplean la más moderna tecnología disponible. En contraste con otras regiones, los rendimientos entre fincas varían muy poco y en consecuencia, el promedio regional supera fácilmente al promedio nacional. Casi todos los productores están verticalmente integrados con la industria molinera, lo que les proporciona cierta libertad en el mercadeo de su arroz. En las fincas grandes que cuentan con un sistema de riego propio, el arroz se rota generalmente con pastos. En las fincas pequeñas que reciben agua de los sistemas de riego del gobierno, el arroz debe rotarse con algodón obedeciendo a normas estatales.

Esta región ostenta los más altos costos de producción por hectárea de todo el país, costos cuya estructura difiere de la existente en los Llanos Orientales. El alquiler de la tierra corresponde al 20% de los costos totales; la siembra al 13%; el uso de insumos comerciales al 32%; el riego al 4%; la cosecha al 12% y otros costos al 19%. Aquí, el alquiler de la tierra es tres veces mayor que en los Llanos y el nivel de aplicación de fertilizantes es sustancialmente más alto.

Las tasas de rentabilidad son muy sensibles a la variedad de arroz que se siembre; en realidad, la variedad determina el nivel de los costos de producción, siendo los gastos por insumos comerciales la principal fuente de variación. Debido a que CICA 8 arroja rendimientos más altos y soporta costos de producción más bajos que IR 22, se halló que era más rentable cultivar CICA 8 aunque su precio de sustentación fuera más bajo. El Cuadro 1 muestra los índices de beneficio-costos calculados para esas dos variedades en cuatro subregiones. Se aplicó la tasa oficial de descuento, que es de 2.5% mensual. En virtud de las asunciones hechas, IR 22 no fue rentable — excepto en el Norte del Tolima — y CICA 8 fue rentable en todas las regiones. Estos índices de beneficio-costos deben tomarse como estimados imperfectos pues no se consideró un uso alternativo de los insumos de producción que haría ese índice más alto si, por ejemplo, el costo de oportunidad de la tierra o de la mano de obra fuesen iguales a cero. El área sembrada con CICA 8 está aumentando en todas las regiones de Colombia excepto en el Norte del Tolima.

Cuadro 1. Índices de beneficio-costos para la producción de dos variedades de arroz en cuatro subregiones de la región central de Colombia, en el 1er. semestre de 1980<sup>1</sup>

Subregión	Variedad	
	IR 22	CICA 8
Meseta de Ibagué	0.95	1.13
Norte del Tolima	1.12	1.33
Sur del Tolima	0.96	1.12
Huila	1.01	1.29

<sup>1</sup> Las fuentes consultadas para la estimación de los índices son las siguientes: para los costos de producción, los promedios subregionales obtenidos por FEDEARROZ (sin publicar); para los rendimientos, los promedios subregionales de FEDEARROZ (sin publicar); para los precios, los de sustentación fijados por el IDEMA para el periodo considerado (IR 22: 12,500 \$Col/t; CICA 8: 11,777 \$Col/t); para la tasa de descuento, la tasa de interés comercial anual del 30% aplicada por el FMI. Agosto de 1980.

La futura expansión del área arrocera en la región central está limitada por la disponibilidad de agua, especialmente en la parte central del Tolima, donde se

encuentra cerca del 70% de toda la tierra irrigada en el país por proyectos financiados por el gobierno. Dado que las tasas de rentabilidad son sensibles a las variedades sembradas se puede predecir con bastante seguridad que la producción futura de arroz en esta región dependerá de la disponibilidad de variedades que tengan rendimientos más altos, o costos de producción más bajos, para que sus índices de beneficio-costo sean mayores que la unidad.

**Sistema de secano de Costa Rica.** Se destacan en Costa Rica dos regiones arroceras que practican un sistema de producción de secano mecanizado en que se hace uso intensivo de los insumos comerciales. La principal diferencia entre ambas regiones es el patrón de lluvias. En el Pacífico Seco, las lluvias caen durante el primer semestre, siguiendo un patrón algo irregular que somete a un riesgo relativamente alto la producción del arroz. En el Pacífico Sur, es posible cultivar arroz en ambos semestres pero en la mayor parte de las fincas la siembra principal se hace en el primer semestre. En esta región los patrones de lluvia son más regulares.

La estructura de los costos de producción en Costa Rica es muy semejante a la de los sistemas de secano en los Llanos colombianos. El alquiler de la tierra corresponde al 7% de los costos totales; la siembra, al 17% (más bajo que en los Llanos); los insumos comerciales, al 38%; la cosecha, al 17%; y otros costos, al 21% (más alto que en los Llanos). La incidencia relativamente mayor de "otros costos" en los costos totales de producción se debe principalmente a la póliza de seguro y a los beneficios sociales, no incluidos ambos en los costos totales de los Llanos.

Costa Rica ha sido uno de los principales beneficiarios de las nuevas variedades de arroz, que hoy se siembran en casi el 100% del área total cultivada, y cuya adopción ha surtido los siguientes efectos: a) entre 1966 y 1980, los rendimientos nacionales en promedio aumentaron de 0.7 t/ha a 3.0 t/ha; b) Costa Rica se ha transformado de importador neto de arroz a exportador con un excedente de 50,000 t; y c) el consumo *per capita* de arroz aumentó de 45 kg en 1970 a 51 kg en 1976, aunque este aumento podría explicarse en términos de un descenso en los precios reales del arroz dado que el consumo *per capita* de frijol y maíz disminuyó en el mismo período.

Para el futuro se espera un aumento sustancial en el área cultivada o en los rendimientos del cultivo. La variabilidad en las lluvias eleva el riesgo de sembrar arroz en la mayor parte de las tierras aún no cultivadas. Sin embargo, valiéndose del crédito y de las pólizas de seguro de cosecha el gobierno está estimulando la producción de

arroz en áreas donde el riesgo es menor, aunque el actual nivel tecnológico no permite esperar que los rendimientos aumenten.

Las futuras tendencias de producción están sujetas al grado de intervención estatal en dos sectores: primero, el desarrollo de un proyecto de riego en el Pacífico Seco permitirá recoger dos cosechas al año, elevando así el rendimiento promedio nacional e incrementando la producción nacional por lo menos en un 50%; el segundo sector comprende los precios de sustentación, el crédito y las pólizas de seguro que han sido reorientadas para estimular la producción.

**Comparación entre regiones.** En el Cuadro 2 se comparan los costos de producción de arroz en las tres regiones mencionadas. Costa Rica tiene el costo más bajo por hectárea, que es muy similar al de los Llanos de Colombia. El costo por hectárea en la región central de Colombia es un 30% más alto que en las otras regiones, aunque allí los altos rendimientos compensan por esta diferencia. En términos de costo por unidad de producción, la región de los Llanos exhibe los más bajos y Costa Rica los más altos.

Cuadro 2. Costos de producción de arroz para tres sistemas de producción en América Latina, 1er. semestre de 1980.<sup>1</sup>

Costos	Colombia		Costa Rica
	Llanos Orientales, con riego y de secano	Región central, con riego	Pacífico Seco y Pacífico Sur, de secano
US\$/ha	900	1215	810
US\$/t	180	202	279

<sup>1</sup> Los costos de producción y los rendimientos se tomaron de los datos promedios obtenidos por FEDEARROZ, en Colombia y por el Banco Central, en Costa Rica. Las tasas oficiales de cambio se tomaron del International Finance Statistics, FMI, Agosto de 1980.

Este año se revisaron los índices estimados de beneficio-costo para los sistemas mencionados que se presentan en el Cuadro 3. Estos índices deben interpretarse con cierta precaución por las siguientes razones: a) los costos de producción y las cifras de rendimiento empleadas son promedios regionales o nacionales y las varianzas de estos datos influirán indirectamente en los índices de beneficio-costo; b) se asumió que los costos de oportunidad de los diferentes insumos de producción eran los precios comerciales pagados por los insumos; y c) el precio de sustentación con que se estimaron las

ganancias brutas en ambos países, fue inferior al precio comercial. Por consiguiente, hay un sesgo decreciente en estos cálculos. No obstante, los índices son útiles para cotejar la rentabilidad de la producción de arroz con otras alternativas en cada región.

Cuadro 3. Índices de beneficio-costo para varios sistemas de producción de arroz en América Latina, 1er. semestre de 1979.<sup>1</sup>

Sistema	Índice beneficio-costo
<b>Colombia</b>	
Llanos, secano	0.84
Llanos, con riego	0.93
Región central, con riego	1.11
<b>Costa Rica</b>	
Pacífico seco, secano	1.05
Promedio, secano	0.96

<sup>1</sup> Los costos de producción y los rendimientos se tomaron de los promedios obtenidos por FEDEARROZ, en Colombia, y por el Banco Central, en Costa Rica. La tasa de descuento se tomó del International Finance Statistics, FMI, Agosto de 1980 (para Colombia, 30% anual; para Costa Rica, 8% anual).

El mayor índice de beneficio-costo corresponde al sistema con riego en la región central de Colombia. Este resultado no es sorprendente porque sus rendimientos promedian 6 t/ha, contra 5 t/ha en los Llanos y 3 t/ha en Costa Rica. Sin embargo, aunque la tasa de ganancia sea alta, podría ser baja para un inversionista potencial que afronte la escasez de algunos insumos básicos como la

tierra y el agua: el alquiler de la tierra —se mencionó antes— cuesta hasta tres veces más que en otras regiones. En suma, la región está aprovechando su ventaja relativa en la producción de arroz.

El sistema de secano de los Llanos tiene el más bajo índice de beneficio-costo, debido en parte a los bajos promedios de rendimiento obtenidos en esa región. En contraste con la región central, los rendimientos de las fincas individuales que aplican este sistema varían ampliamente porque hay entre ellas grandes diferencias en la calidad de la tierra y en los patrones de lluvia. En las tierras menos favorecidas los rendimientos se ven más afectados por las variaciones de las lluvias. Sin embargo, algunos productores de secano han informado sobre rendimientos tan altos como los obtenidos en los sistemas con riego de esa misma región. Estos rendimientos más altos pueden lograr que el índice de beneficio-costo del sistema de secano en los Llanos sea mayor.

El bajo índice de beneficio-costo estimado para los Llanos no explica la rápida expansión del sistema de secano en esa región. Si la hipótesis antes mencionada de la variación de los rendimientos es válida, uno de los principales limitantes para que este sistema se extienda será el alto riesgo que implica.

Los otros tres sistemas presentan índices beneficio-costo cercanos a la unidad, si se disculpan las limitaciones de la información recibida. Esto significa que la producción de arroz, dadas las suposiciones hechas, es una oportunidad competitiva de inversión.

## Programa de Pruebas Internacionales de Arroz para América Latina

El Programa de Pruebas Internacionales de Arroz (IRTP) para América Latina se fundó a mediados de 1976 como un proyecto cooperativo entre el CIAT y el IRRI, y es un método muy útil para transferir nueva tecnología a los programas nacionales de la región latinoamericana. Además de facilitar el flujo de germoplasma de arroz a nivel internacional, el IRTP permite a los científicos del IRRI y del CIAT relacionarse, en conferencias y viajes de supervisión, con investigadores en arroz y con los problemas que limitan la producción de ese cultivo en América Latina.

En 1980 las actividades del IRTP en América Latina se concentraron en estrategias ya establecidas: a) evaluación, multiplicación y distribución a los programas nacionales de germoplasma básico procedente del IRRI y del CIAT; b) identificación, en varios países, de los problemas que limitan la producción y de los proyectos de investigación que sean necesarios; c) compilación y organización de los resultados de los viveros distribuidos en 1978 y 1979; y d) evaluación del germoplasma de los viveros del IRTP distribuidos en 1980.

### Resultados de los Viveros Distribuidos en 1978

Los datos de los viveros distribuidos en 1978 se analizaron y sus resultados se comentaron en un breve resumen (CIAT, Informe Anual del Programa de Arroz, 1979). Los informes finales de cuatro viveros de rendimiento (VIRAL-T, VIRAL-S, VIAVAL y VIRAL-F) y de tres viveros de observación (VIOAL, VIPAL y VIOSAL) se publicaron en español y en inglés y se distribuyeron a todos los cooperadores nacionales en América Latina y a los participantes en la reunión del IRTP organizada en el IRRI del 21 al 25 de abril de 1980.

### Resultados de los Viveros Distribuidos en 1979

En 1979 los viveros aumentaron en número, de 7 a 13, a petición de los programas nacionales. Se despacharon, a

23 países de América Latina, 258 juegos que contenían, contando los diferentes viveros distribuidos, 497 líneas. En el Cuadro 1 se presentan los datos recibidos de cada vivero hasta noviembre de 1980. Este año el porcentaje de datos recibidos (47.3%) fue bajo comparado con el del año pasado (68%) a causa, sobre todo, de las condiciones climáticas que afectaron las cosechas de arroz en algunos países. En la República Dominicana y en Haití un huracán destruyó los viveros, y en Nicaragua no se cosecharon debido a la situación política. Los datos de varios viveros se están analizando y los resultados finales se publicarán en 1981.

Cuadro 1. Datos recibidos de los viveros del IRTP para América Latina distribuidos en 1979.

Vivero <sup>1</sup>	Número de juegos		Datos recibidos (%)
	despachados	recibidos	
VIRAL-P	40	18	45.0
VIRAL-T	28	13	46.4
VIRAL-Tar	9	2	22.0
VIRAL-S	30	16	53.3
VERAL	23	14	60.8
VIOAL	14	9	64.3
VIOAL-S	25	14	56.0
VIPAL	32	16	50.0
VIOAL-Es	18	9	50.0
VIAVAL	13	7	53.8
VIOSAL	8	-	-
VITBAL	10	3	30.0
VIRAL-F	8	1	12.5
Total	258	122	47.3

<sup>1</sup> Viveros Internacionales para América Latina:

- VIRAL-P = Rendimiento de Arroz-Varietades Precoces.
- VIRAL-T = Rendimiento de Arroz-Varietades Tempranas.
- VIRAL-Tar = Rendimiento de Arroz-Varietades Tardías.
- VIRAL-S = Rendimiento de Arroz-Varietades de Secano.
- VERAL = Especifico de Rendimiento de Arroz.
- VIOAL = Observación del Arroz.
- VIOAL-S = Observación del Arroz de Secano.
- VIPAL = Piricularia del Arroz.
- VIOAL-Es = Observación del Escaldado de la Hoja del Arroz.
- VIAVAL = Añublo de la Vaina del Arroz.
- VIOSAL = Observación de la Salinidad y la Alcalinidad.
- VITBAL = Temperaturas Bajas en Arroz.
- VIRAL-F = Rendimiento de Arroz-Varietades Flotantes.

El Cuadro 2 presenta los materiales que mejor se comportaron en los viveros de rendimiento VIRAL-P, VIRAL-T, VIRAL-S y VIAVAL. El germoplasma del vivero específico de rendimiento (VERAL) comprendía 11 líneas promisorias que combinan la resistencia múltiple a piricularia de Tetep, Colombia 1, Dissi Hatiff, C-46-15 y Carreón y se sembró en 15 localidades en cultivos con riego y en condiciones favorables de secano. En el Cuadro 3 aparecen sus rendimientos en grano y la incidencia de piricularia tanto en la hoja como en el cuello.

El segundo Vivero Internacional de Piricularia para América Latina (VIPAL, 79) se sembró en 16 localidades y en él se evaluó la infección de piricularia en el estado de plántula. Ese germoplasma se evaluó también con respecto a la infección del cuello en seis localidades. Los resultados de la infección foliar indicaron que 36 de las 126 líneas fueron resistentes, con grados de infección entre 1 y 3, 37 fueron moderadamente resistentes (grados

de infección no mayores de 4), y 53 se consideraron susceptibles (grados de infección mayores de 5). Los datos de infección del cuello por piricularia, registrados en seis localidades, indicaron que entre las 36 líneas resistentes a la infección foliar 14 fueron resistentes también a la piricularia en el cuello, con grados de infección entre 1 y 4, y 22 resultaron susceptibles con grados de infección del cuello mayores de 5. De manera similar, entre las 37 líneas calificadas como moderadamente resistentes a la piricularia en la hoja, 11 manifestaron resistencia a la piricularia en el cuello y 26 fueron susceptibles. Finalmente, entre las 53 líneas susceptibles a piricularia en la hoja, 11 fueron clasificadas como resistentes y 41 como susceptibles a la infección en el cuello.

Las líneas evaluadas como resistentes o moderadamente resistentes a la piricularia en la hoja o en el cuello, o a las dos, serán evaluadas posteriormente en el cuarto Vivero Internacional de Piricularia que se distribuirá en 1981.

Cuadro 2. Promedio de rendimiento y días a la floración de las cinco mejores selecciones de cuatro viveros del IRTP para América Latina, distribuidos en 1979.

Viveros y selecciones	Origen	Rendimiento (ton/ha)		Días a floración
		Promedio	Rango	
<b>VIRAL-P, sembrado en 18 localidades<sup>1</sup></b>				
IET 4094	India	5.1	1.8 - 8.1	94
IET 6507	India	4.9	2.1 - 7.0	92
B 541b-Pn-58-5-3-1	Indonesia	4.8	1.4 - 8.1	96
MRC 603/303	Filipinas	4.7	2.0 - 7.3	96
BR 51-46-1-C1	Bangladesh	4.4	1.4 - 8.0	104
<b>VIRAL-T, sembrado en 12 localidades<sup>2</sup></b>				
IR 3273-339-2-5	IRRI	5.3	2.2 - 7.5	105
CICA 8	Colombia	5.0	1.8 - 7.8	104
B 542b-Pn-68-9-2-2	Indonesia	4.7	2.3 - 6.8	104
IR 4568-225-3-2	IRRI	4.6	1.9 - 6.7	101
IET 1785	India	4.5	2.3 - 6.3	98
<b>VIRAL-S, sembrado en 13 localidades<sup>3</sup></b>				
CICA 8	Colombia	4.4	0.5 - 7.5	114
IR 43	IRRI	4.0	0.2 - 7.2	108
B 2360-11-3-2-9	Indonesia	3.8	0.1 - 7.3	111
IR 9671-01141-5	IRRI	3.6	0.2 - 6.8	108
IR 9679-9-2-3-9	IRRI	3.6	0.2 - 5.7	108
<b>VIAVAL, sembrado en 7 localidades<sup>4</sup></b>				
B 189C-KN-45-1-3	Indonesia	5.9	3.6 - 7.3	105
IR 4422-98-3-6	IRRI	5.7	1.7 - 7.8	115
CICA 8	Colombia	5.5	1.9 - 7.4	113
CHIANUNG Sen Yu 19	Taiwan	5.4	2.5 - 7.1	109
IR 2796-44-2	IRRI	5.1	1.7 - 7.1	117

<sup>1</sup> Diez ensayos con riego y ocho de secano.

<sup>2</sup> Siete ensayos con riego y cinco de secano.

<sup>3</sup> Tres ensayos con riego y diez de secano.

<sup>4</sup> Cinco ensayos con riego y dos de secano; todas las líneas fueron resistentes al añublo de la vaina.

Algunas de las líneas, resistentes a *Sogatodes* y con grano de buena calidad, serán incluidas también en los viveros de rendimiento que les correspondan en 1981.

Los resultados de los viveros de observación del arroz sembrados tanto en condiciones de riego (VIOAL) como de secano (VIOAL-S) y ensayados en 10 y 14 localidades, respectivamente, indicaron que 57 líneas del VIOAL y 13 del VIOAL-S poseían tolerancia a piricularia, además de un ciclo de crecimiento precoz o intermedio y un buen potencial de rendimiento. Estas líneas promisorias serán incluidas en 1981 en los respectivos viveros de rendimiento para América Latina.

El primer Vivero de Observación del Escaldado de la Hoja (VIOAL-Es, 79) se sembró en 10 localidades. La

enfermedad se evaluó en cinco localidades de América Central y en dos regiones al norte de América del Sur, en donde los ataques de la enfermedad son más frecuentes. Entre las 61 líneas de este vivero, 12 fueron calificadas como resistentes en todas las localidades, con grados de infección entre 1 y 4; 22 demostraron ser resistentes en seis localidades y susceptibles en una localidad; y 27 líneas se clasificaron como susceptibles, con grados de infección mayores de 5 en más de una localidad.

De los viveros distribuidos en 1979, los programas nacionales de algunos países seleccionaron varias líneas para futuros ensayos regionales y para pruebas de rendimiento. Brasil y Costa Rica seleccionaron 24 líneas cada uno, Haití diez y Panamá tres.

Cuadro 3. Promedio de rendimiento e incidencia de la piricularia en el germoplasma del VERAL sembrado en 15 localidades de América Latina, 1979.

Designación	Origen ICA/CIAT	Rendimiento (ton/ha)		Piricularia	
		Riego <sup>1</sup>	Secano <sup>2</sup>	Infección foliar <sup>3</sup>	Infección en el cuello <sup>4</sup>
P1369-4-16M-1-2M-4	5709	6.2	4.7	R	2.5
P1264-6-11M-1-3M-4	5852	6.0	4.1	R	3.2
P1404-1-1M-1-1M-1	5734	5.5	3.4	R	2.2
P1397-4-9M-3-3M-3	5732	6.0	4.1	R	2.7
P1377-1-15M-4-1M-1	5715	5.7	4.3	MR	2.9
P1274-6-8M-1-3M-1	5685	6.2	4.3	R	2.0
P1386-6-8M-1-3M-1	5728	5.3	4.0	MR	2.0
P1429-8-9M-2-1M-5	5738	5.4	3.9	MR	2.0
P1270-1-4M-3-1M-5	5684	5.0	3.6	MR	3.2
P1342-6-6M-1-2M-3	5698	5.6	3.5	MS	2.2
P1377-1-15M-1-2M-3	5854	5.7	4.3	R	2.5
CICA 7 (Testigo)	Colombia	4.3	3.7	MS	2.6
CICA 8 (Testigo)	Colombia	6.4	4.2	MR	2.2
CICA 4 (Testigo)	Colombia	5.6	3.6	S	4.5

<sup>1</sup> Promedio de ocho localidades.

<sup>2</sup> Promedio de siete localidades en condiciones de secano favorecido (buena distribución de lluvias).

<sup>3</sup> Basada en 15 localidades; R = resistente; MR = moderadamente resistente; MS = moderadamente susceptible; S = susceptible.

<sup>4</sup> Promedio de seis localidades bajo una escala de 1 a 9; 1 = menos del 1% de panículas infectadas; 9 = 50-100% de panículas infectadas.

## Evaluación y Selección de Germoplasma

**Evaluación de los viveros del IRRI en 1979.** En 1979 se recibieron 12 viveros, con 1692 líneas originarias del IRRI para su evaluación, para multiplicar su semilla y para seleccionar las mejores de entre ellas. Los viveros se sembraron en CIAT-Palmira durante julio y agosto (CIAT. Informe Anual del Programa de Arroz. 1979). Este germoplasma fue cosechado y evaluado por su resistencia a *Sogatodes* y por la calidad de su grano a principios de 1980.

De las 1692 líneas, se descartaron 1052 una vez probadas en el campo; de ellas, 692 sufrieron segregación y 360 exhibieron un tipo de planta deficiente. Se seleccionaron 640 líneas en condiciones de campo y se evaluaron en el laboratorio por su resistencia a *Sogatodes* y por la calidad de su grano. De este germoplasma, 255 líneas produjeron un grano de baja calidad (centro blanco y grano corto) y 108 fueron susceptibles a *Sogatodes*; de las 282 líneas seleccionadas, 55% provenían del IRRI y el resto de la India y Colombia, principalmente.

**Viveros del IRTP en 1980.** En 1980 se despacharon, en total, 298 juegos de 14 viveros a 24 países de América Latina (Cuadro 4). Entre los 623 materiales de estos viveros se contaban los 282 seleccionados en los viveros del IRRI, 286 líneas promisorias seleccionadas de los viveros distribuidos en América Latina en 1979 y 55 líneas recibidas de los programas nacionales. Se formó un nuevo Vivero de Observación para Suelos Ácidos (VIOAL-SA) que incluyó germoplasma tolerante al anaranjamiento; este problema, causado por los suelos ácidos, se observó en los viveros VIRAL-P, VIRAL-T, VIOAL-Es, VIAVAL, VERAL y VIPAL de 1979 que se sembraron en Belice, en Colombia (La Libertad) y en El Salvador. Los testigos resistentes del vivero de piricularia —Colombia 1, Carreón y Tetep— también fueron altamente resistentes al anaranjamiento en La Libertad. Estas variedades fueron incluidas, como testigos resistentes, en el vivero de observación distribuido a los países en que los suelos ácidos constituyen un problema.

Cuadro 4. Viveros del IRTP para América Latina distribuidos en 1980.

Vivero <sup>1</sup>	Número de materiales	Número de grupos	Rango del rendimiento <sup>2</sup> (ton/ha)
<b>Viveros de Rendimiento</b>			
VIRAL-P	15	39	4.2 - 6.7
VIRAL-T	24	29	3.7 - 7.8
VIRAL-Tar	15	14	5.1 - 8.4
VIRAL-S	24	36	4.9 - 7.0
VERAL	11	26	5.4 - 7.2
VIRAL-F	13	7	3.5 - 7.5
VITBAL	25	7	2.7 - 6.1
VIAVAL	10	13	3.6 - 6.5
<b>Viveros de Observación</b>			
VIOAL	83	18	3.6 - 8.9
VIOAL-S	63	24	2.5 - 9.0
VIOAL-Es	64	16	3.4 - 7.9
VIPAL	152	47	2.7 - 9.0
VIOAL-SA <sup>3</sup>	105	14	2.7 - 9.1
VIOSAL	19	10	1.8 - 7.5
Total	623	298	

<sup>1</sup> La identificación de la sigla de cada vivero aparece al pie del Cuadro I.

<sup>2</sup> Promedio de dos siembras hechas en el CIAT, con riego y transplante.

<sup>3</sup> VIOAL-SA = Vivero Internacional de Observación del Arroz para América Latina-Suelos Ácidos.

**Evaluación de los viveros del IRRI en 1980.** Entre mayo y junio de 1980 llegaron 14 viveros del IRRI que contenían 1581 materiales y fueron sembrados en CIAT-Palmira. Parte de ese germoplasma se cosechó y se está evaluando tanto su resistencia a *Sogatodes* como la calidad de su grano; el resto será evaluado a principios de 1981. El germoplasma seleccionado y los materiales que

mejor se comportaron en los viveros distribuidos en 1979 serán incluidos en los viveros del IRTP para América Latina en 1981.

**Otras fuentes de germoplasma.** Para aumentar las fuentes de germoplasma en los viveros de secano distribuidos en América Latina se pidió semilla de materiales promisorios al Institute de Recherches Agronomiques Tropicales (IRAT) y al Instituto Agronómico de Campinas (IAC), en Brasil.

En 1980 se recibió semilla de 95 materiales, 41 del IRAT y 54 del IAC, que se sembraron en CIAT-Palmira para su evaluación y para multiplicar su semilla. Las líneas promisorias formarán parte del Vivero de Observación para Suelos Ácidos y del Vivero de Rendimiento de Secano en 1981.

Se introdujeron, a través del IRRI, ocho híbridos de cruces de arroz x sorgo obtenidos en la República Popular de China para su observación en las condiciones del CIAT. En el campo, estos híbridos demostraron madurez temprana (95-115 días), estatura baja o intermedia (76-100 cm), plántulas de escaso vigor, tipo deficiente de planta y bajo rendimiento de grano (1.5-3.0 ton/ha). En el laboratorio, los híbridos resultaron susceptibles a *Sogatodes* pero resistentes al virus de la hoja blanca. En estado de plántula, también fueron resistentes a piricularia en las camas de infección.

## Viajes de Observación y Visitas Individuales

Los viajes de observación y las visitas individuales del IRTP se orientaron a la evaluación del germoplasma distribuido a los cooperadores, al conocimiento del estado actual de la investigación y a la identificación de problemas que afectan tanto la producción del arroz como el adiestramiento del personal de los programas nacionales.

**Viajes de observación.** El viaje de observación a América Central se realizó entre el 8 y el 23 de septiembre de 1980. Los participantes observaron las actividades de investigación de los programas nacionales, el germoplasma de los viveros del IRTP de 1980 y cultivos comerciales de Costa Rica, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá. Tomaron parte en él uno o dos científicos de cada uno de estos países, junto con un científico del CIAT, un fitopatólogo de la Universidad de Louisiana (E. U.), un científico de Sudán y dos del IRRI —uno de ellos, su coordinador para América Latina.

Los programas de investigación en América Central han mejorado sustancialmente si se comparan con los que existían durante un viaje de supervisión hecho en 1977. Estos programas no son grandes pero están bien organizados y han sido orientados a la solución de los principales problemas del cultivo. Panamá adelanta un pequeño proyecto de hibridación y en otros países se están evaluando materiales procedentes, en su mayoría, del proyecto de mejoramiento del CIAT y de los viveros del IRTP.

En América Central el arroz se produce principalmente en condiciones de secano favorecido, excepto en Nicaragua en donde casi toda la producción se obtiene con riego y por siembra directa. En Honduras y Panamá se están organizando proyectos para convertir el sistema de secano en cultivos de arroz con riego.

Los principales limitantes de la producción son la piricularia (*Pyricularia oryzae*), el escaldado de la hoja (*Rhynchosporium oryzae*) y la helmintosporiosis (*Helminthosporium oryzae*). La pudrición de la vaina (*Acrocylindrium oryzae*), el añublo de la vaina (*Thanatephorus cucumeris*) y la pudrición del tallo (*Leptosphaeria salvinii*) se han recrudecido y pueden convertirse en un problema serio. Los insectos predominantes son: los gusanos trozadores (*Spodoptera* spp. y *Mocis* sp.), los barrenadores (*Elasmopalpus lignosellus*), los chinches del tallo (*Tibraca limbativentris*, *Oebalus poecilus*) y sogata (*Sogatodes oryzicola*).

Además de las restricciones impuestas por las enfermedades y los insectos, la falta de semilla certificada es un factor limitativo en los cinco países centroamericanos. La carencia de personal adiestrado, especialmente en fitopatología, es una limitación muy seria en Guatemala, Honduras y Nicaragua.

**Visitas individuales.** Este año se hicieron visitas individuales a Chile, Cuba, República Dominicana, Ecuador, Haití, Jamaica, México, Panamá y Perú. En Chile, Haití y Jamaica la visita tenía por objeto conocer su sistema de cultivo y sus problemas.

En la zona templada de Chile, el arroz es de siembra directa e irrigado; pocos agricultores transplantan. Durante 1979-1980 se sembraron en total 47,000 ha con variedades japónicas (Oro, Quella y Niquen) que rindieron, en promedio, 4.0 ton/ha. El problema crítico en la producción es la falta de buenas variedades precoces y tempranas que sean insensibles al fotoperíodo y altamente tolerantes a las temperaturas bajas. Otro problema serio es una mancha parda en las glumas del

grano —tal vez una enfermedad fungosa— que causa esterilidad. Las malezas representan también un grave problema porque o no hay semilla certificada o la nivelación del suelo es deficiente.

En Jamaica se cultivan actualmente con arroz 200 ha; toda el área cuenta con riego y se obtienen dos cosechas al año pero suministran menos del 5% del consumo nacional que es de 40,000 ton de arroz blanco; el resto se importa de Guyana. El gobierno planea extender el área cultivada hasta 5000 ha para producir anualmente dos cosechas con riego y satisfacer las necesidades nacionales. Las variedades comerciales comúnmente usadas —CICA 9 y CICA 4— se comportan bien. Se recomendó, para su producción comercial, a CICA 8, variedad que se ha portado bien en varios ensayos realizados en la Estación Experimental Elim.

Los funcionarios del Ministerio de Agricultura solicitaron la admisión de Jamaica en la red de ensayos del IRTP porque desean recibir germoplasma mejorado y asistencia en el adiestramiento de sus técnicos. Se observaron en Jamaica tres problemas fitosanitarios: piricularia, helmintosporiosis y escaldado de la hoja. La salinidad es un problema serio en los suelos turbosos del área de Falmouth y las líneas IR 2153-26 e IR 2153-46 del IRRI, sembradas en esa área, resultaron altamente tolerantes a la salinidad.

Durante la visita a Haití se observaron los cultivos de arroz en el Valle del Artibonite, cuya extensión es de 45,000 ha; de ellas, 80% está dedicado al arroz, que se cultiva con riego y se transplanta. Las fincas pertenecen a pequeños agricultores. Los principales problemas observados fueron la deficiencia de Zn, el control y drenaje del agua, las malezas y los pájaros. El programa de investigación evalúa materiales de los viveros del IRTP recibidos del CIAT. Se están probando 10 líneas seleccionadas del VIRAL-P y del VIRAL-T de 1979 en 15 ensayos regionales con el fin de seleccionar una o dos líneas para su producción comercial.

Perú fue visitado con el objeto de participar en un curso corto, organizado por el programa nacional de arroz con la cooperación del CIAT, en la Estación Experimental de Vista Florida, en Chiclayo. Durante la visita se evaluó el germoplasma de los viveros del IRTP recibidos del IRRI y del CIAT. También se observaron varios cultivos comerciales en el Valle de Chancay. Los arroceros sufrieron una prolongada sequía en 1980, considerada la peor en 70 años. Debido a que el embalse de Tinajones, que suministra agua al arroz y a otros cultivos, estaba casi vacío, sólo se sembraron 3000 ha de arroz —una décima

parte del área normal— en el Valle de Chancay. El gobierno tuvo que importar arroz para hacer frente a la demanda nacional.

En la visita a Cuba se dio énfasis al análisis de los desórdenes nutricionales. El Dr. S. Yoshida, fisiólogo del IIRRI, fue invitado para ayudar en la evaluación de estos problemas, que se resumen en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Problemas observados en las principales zonas arroceras de Cuba que fueron visitadas en mayo de 1980.

Empresa (Provincia)	Área (ha)	Varietalidad	Cantidad cultivada (%)	Problemas
La Sierpe (Sancti Spiritus)	27,000	IR 880	90	Deficiencia de Zn y Fe; pH del suelo 6.0 - 6.8
		IR 1529	10	
Vado del Yeso (Gramma)	13,000	Nylamp	60	Salinidad
		IR 1529	24	
		IR 880	16	
Yara (Gramma)	12,000	Nylamp	80	Volcamiento de la raíz <sup>2</sup>
		IR 1529	20	
Los Palacios (Pinar del Río)	36,700	IR 880	85	Amarilleamiento de las hojas; pH del suelo 4.1 - 4.5; daño por insectos ( <i>Hydrellia</i> sp.)
		IR 1529	15	
Nueva Paz <sup>1</sup> (La Habana)	540	IR 1529	50	Salinidad; deficiencia de Zn y Fe; pH del suelo 7.0 - 8.0
		Nylamp	50	

<sup>1</sup> Producción de semilla.

<sup>2</sup> Las variedades sufrieron volcamiento solamente en esta zona; la causa del volcamiento no ha sido aún identificada.

Se visitó también a Ecuador con el fin de acompañar al Dr. B. Vergara, del IIRRI, quien fue invitado por el programa nacional de arroz para observar la zona arroceras de la provincia de Guayas. Los cultivos de arroz en las áreas más bajas de esta provincia están sujetos a inundaciones esporádicas de una o dos semanas durante el estado de macollamiento. Los agricultores siembran variedades tradicionales —Pico negro, Donato y SML— que rinden hasta 3.5 ton/ha.

El cultivo del arroz en Guayas es muy similar al de Indonesia, donde los expertos en arroz están desarrollando variedades mejoradas con tolerancia a períodos cortos de sumersión. Para colaborar con el programa nacional, muestras de semilla de todas las variedades nativas fueron llevadas al IIRRI para ensayar su respuesta a la sumersión y también para cruzarlas con variedades mejoradas o con fuentes de resistencia a la sumersión. Semilla de

generaciones tempranas ( $F_2$  o  $F_3$ ) de las progenies resistentes será enviada a Ecuador para su selección final en condiciones ambientales locales.

En la visita a México y Panamá se evaluó principalmente el germoplasma de los viveros del IRTP distribuidos en 1980. Se identificaron varias líneas promisorias resistentes a la piriularia, al escaldado de la hoja, a la helmintosporiosis, al añublo de la vaina y a la pudrición de la vaina en viveros sembrados en condiciones de secano al sureste de México y en Tocumen, Panamá. Las variedades IR 42, IR 43 y CICA 8 sobresalieron en todas las localidades mexicanas. Estas observaciones complementan los datos tomados en el CIAT y son muy valiosas para la selección final de materiales que continuarán en los viveros del IRTP para América Latina.

En Panamá se observaron también (septiembre 19 de 1980) cultivos comerciales de CICA 8 y CICA 7 (110 y 100 ha, respectivamente) sembrados en condiciones de secano en la finca de la Universidad de Panamá, en David. En esa época, CICA 8 fue severamente atacada por piriularia en el estado de plántula (40 a 50 días de edad); CICA 7, en cambio, resultó muy tolerante a la enfermedad. En la segunda visita (un mes después) se observó que CICA 8 se había recuperado de la infección foliar de piriularia en un 90% del área fuertemente afectada. Esa recuperación no se debió probablemente a los fungicidas, ya que la parcela testigo, que no los recibió, se recuperó mejor; se calculó un rendimiento de 6-7 ton/ha para ese cultivo.

Otros dos cultivos comerciales de CICA 8 sembrados en esa región y atacados por piriularia en el estado de plántula, demostraron también una buena recuperación.

Las observaciones hechas en Panamá junto con la información obtenida en los Llanos Orientales de Colombia —en donde CICA 8, en condiciones de secano, también se recuperó de la piriularia en estado de plántula— pueden indicar que esa variedad tiene buena capacidad de recuperación de la infección foliar de piriularia.

### Multiplicación y Distribución de Semilla Básica

Se está multiplicando la semilla básica de las variedades CICA, de progenitores donantes y de materiales promisorios para satisfacer los pedidos de los programas nacionales y de otras instituciones de América Latina. Hasta el momento, 988 kg de semilla de nueve variedades así como algunas líneas han sido enviados a nueve países latinoamericanos.

## Publicaciones del Programa y del Personal Científico

**Ahn, S.-W.** 1980. *Eyespot of rice in Colombia, Panamá and Perú.* Plant Disease 64(9):878-880.

**Centro Internacional de Agricultura Tropical.** 1980. *Informe Anual del Programa de Arroz, 1979.* Cali, Colombia, 49p. Serie 02SR1-79. Disponible también en inglés.

**Centro Internacional de Agricultura Tropical.** *Arroz del CIAT para América Latina.* Carta Informativa. Nos. 1-2. Serie 01SR-1,2.

**Cheaney, R. L.; Jennings, P.R.** 1980. *Problemas en cultivos de arroz en América Latina.* Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical. 94p. Serie 07SR-1. Disponible también en inglés. Reimpresión de la edición original de 1975.

## **Personal**

(a diciembre 31 de 1980)

### **Científicos principales**

Joaquín González, MS, Agrónomo, Coordinador  
Sang-Won Ahn, PhD, Fitopatólogo  
Peter R. Jennings, PhD, Fitomejorador  
Manuel Rosero, PhD, Fitomejorador, Científico de  
Enlace del IRRI  
Héctor Weeraratne, PhD, Fitomejorador

### **Científico posdoctoral**

Rafael Posada, PhD, Economía

### **Asociados de investigación visitantes**

- \* Luis E. Dussán, Ing. Agr., Agronomía
- \* William Zimmerman, Botánico, Agronomía

### **Asociados de investigación**

- \*\* Elías García, Ing. Agr., Adiestramiento
- Marco Perdomo, Ing. Agr., Agronomía
- \*\* Eugenio Tascón, Ing. Agr., Adiestramiento

### **Asistentes de investigación**

Luis Eduardo Berrío, Ing. Agr., Pruebas Internacionales  
Yolanda Cadavid de Galvis, Ing. Agr., Agronomía  
Jenny Gaona, Ing. Agr., Pruebas Internacionales  
Luis Eduardo García, Ing. Agr., Mejoramiento  
Luis Octavio Molina, Ing. Agr., Mejoramiento  
Edgar Tulande, Ing. Agr., Patología  
Miguel Eduardo Rubiano, Ing. Agr., Patología

- \* Se retiró en 1980
- \*\* Asignado por el Programa de Adiestramiento y Conferencias