

601-0

# Arroz

## en las Américas

Volumen 14 No. 2 Diciembre 1993 ISSN 0120-2634

### En este número:

La eficiencia del N .....	1
Urea incorporada al suelo seco en Perú .....	2
Nitrógeno para el arroz en Venezuela .....	4
<b>Manejo del Cultivo</b> .....	5
Cartilla del arrocero hondureño .....	5
<b>Genealogía del Arroz</b> .....	7
Dee-geo-woo-gen .....	7
<b>Más y Mejores Variedades</b> .....	8
Variedades liberadas en América Latina y el Caribe en 1986 y 1987 .....	8
<b>Biología del Arroz</b> .....	9
Cultivo de tejidos .....	9
<b>Arroz en Asia</b> .....	10
¿Plantas que atraen insectos benéficos? .....	10
El arroz podría fijar el N del aire .....	10
<b>Arroz en la Actualidad</b> .....	10
Federico Cuevas se retira del INGER y deja el CIAT .....	10
Nuevo Director Adjunto del CIAT para el arroz .....	11
IX Conferencia Internacional de Arroz: segundo anuncio .....	12
¿Qué Sabe Usted del Arroz? Arroz en la Mesa (Ver página suelta)	

### La eficiencia del N

**P**ara optimizar el efecto del fertilizante nitrogenado, agrónomos de Perú y Venezuela ensayan las dosis y su fraccionamiento, el efecto de los ciclos de cultivo, y la aplicación en suelo seco incorporando con rastra. Las técnicas de cultivo empleadas en varios países se presentarán con regularidad en el boletín (Venezuela en el número anterior y Honduras en éste). Una nueva sección, "Biotecnología del Arroz", explicará en términos sencillos las técnicas que emplea esa ciencia y su aplicación al arroz. En "Genealogía del Arroz" presentaremos desde hoy los progenitores de las variedades mejoradas de arroz (las protagonistas de la revolución verde) que actualmente se cultivan en casi todo el mundo.

En el IRRI, sus economistas prevén cambios en los factores de producción del arroz, sus entomólogos diseñan un olfactómetro de insectos, y sus nutricionistas ofrecen dos platos exquisitos con arroz.

Comité Editorial



**Arroz**

en las Américas

Vol. 14 No. 2 Diciembre 1993  
ISSN 0120-2634

#### Colaboran en este número:

*Fernando Montero B.*, Ing. Agrón., Programa de Investigaciones en Arroz, Estación Experimental Vista Florida, Chiclayo, Perú.

*Juan Chipoque S., Arcesio Olivera N. y Víctor Carranza O.*, Técnicos agrícolas del Programa Nacional de Arroz, Estación Experimental Agrícola Huarangopampa, Perú.

*Aurelio Amaya*, Investigador en fertilidad de suelos, Asociación de Productores de Semilla Certificada de los Llanos Occidentales (APROSCHELLO), Apartado 140, Acarigua, Estado Portuguesa, Venezuela.

*Heraldo Lavaire y Roldan Suazo N.*, Coordinador e investigador, respectivamente, Programa Nacional de Arroz, San Pedro Sula, Honduras.

*Thomas R. Hargrove*, Comunicador, Jefe de la Unidad de Comunicaciones, CIAT, Apartado aéreo 6713, Cali, Colombia.

*Luis Eduardo Berrío*, Profesional especialista, Red Internacional para la Evaluación Genética del Arroz (INGER) para América Latina, CIAT, Apartado aéreo 6713, Cali, Colombia.

Las contribuciones enviadas a *Arroz en las Américas* han sido ajustadas por el editor al estilo y a los propósitos divulgativos del boletín.

**Edición:** Francisco Motta (editor)  
Gladys Rodríguez (asistente editorial)

**Producción:** Artes Gráficas del CIAT

#### Comité Editorial

*Albert Fischer*, Fisiólogo, Programa de Arroz, CIAT

*Elcio P. Guimarães*, Fitomejorador, Programa de Arroz, CIAT

*Mark Winslow*, Fitomejorador, Coordinador, Programa de Arroz, CIAT

El contenido de *Arroz en las Américas* puede reproducirse citando la fuente. Suscripción gratuita en la Oficina de Distribución de Publicaciones, Unidad de Comunicaciones, CIAT, Apartado aéreo 6713, Cali, Colombia.

## Urea incorporada al suelo seco en Perú

### A. En la costa norte

F. Montero B.

#### Eficiencia del N

El arroz se siembra por trasplante (método indirecto) en el 90% del área arrocería de Perú, y se fertiliza a voleo, es decir, se aplica la urea (o el sulfato de amonio) sobre la lámina de agua. Aunque se fracciona la aplicación (la mitad al macollamiento y la otra mitad al inicio de la panoja), gran parte del nitrógeno se pierde por volatilización. Esta pérdida es un efecto de la reacción del fertilizante con el suelo y el agua estancada de las 'pozas', en la cual los nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ) se reducen a compuestos gaseosos ( $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}$ , y aun  $\text{N}_2$ ) y el amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) a amoníaco ( $\text{NH}_3$ ). Del 25% al 50% del N de la urea aplicada a voleo se pierde con el agua que se escurre o infiltra, y como gas en el aire.

Es preciso, por tanto, mejorar la eficiencia de los nutrimentos aplicados al arroz cultivado con riego en la costa y en la selva peruanas. El IRRI elevó esta eficiencia al incorporar el fertilizante en la capa reducida del suelo. Otros investigadores (S. K. de Datta, en 1975, en la Universidad de Filipinas, por ejemplo) obtuvieron incrementos de 20% a 25% en el rendimiento de grano, respecto a la práctica convencional, cuando incorporaron el sulfato de amonio de 5 a 10 cm en el suelo; en estas condiciones, la eficiencia de la aplicación aumenta 2.5 veces.

#### Objetivos y métodos

En estos experimentos, instalados en la Estación Experimental Vista Florida (EEVF) entre 1986 y 1990, se estudiaron varios métodos de incorporación del N y se compararon con la fertilización

tradicional del cultivo. El terreno se preparó con dos pases cruzados de rastra de discos excéntrica (semipesada) y se niveló con 'rufa' (un rodillo o tabla niveladora). La incorporación del N se hizo en suelo seco y en hileras, según el experimento. El cultivo se manejó según las recomendaciones dadas para los valles irrigados de la costa norte.

#### Experimentos y resultados

Se prepararon cinco niveles de N (80, 160, 200, 240 y 320 kg/ha) y se ensayaron dos, tres o cinco según el experimento. Se emplearon diversos diseños experimentales, se aplicó urea, y se tomó como testigo la práctica tradicional de fertilización (PTF): 50% del N al inicio de las macollas y 50% al empezar la formación de la panoja.

1. En el experimento sobre *profundidad de incorporación* del N (4 niveles de N; 3 profundidades: 5 cm, 10 cm y 15 cm; factorial 4 x 5) se obtuvieron los siguientes resultados: incorporando la urea un poco más de 5 cm en suelo seco, la eficiencia del uso del N y el rendimiento de grano aumentan (Figura 1).

2. El *método de incorporación* (3 niveles de N; 7 métodos de aplicación: desde incorporación fraccionada en hileras hasta la aplicación total a voleo en suelo seco; parcelas divididas, con los métodos en las subparcelas) arrojó el siguiente resultado: no hay diferencias significativas en rendimiento entre las aplicaciones en suelo seco (incorporación de urea en hileras y de urea superficial con rastra, y a voleo sin incorporar, tanto en fracciones como en total); la diferencia,

# Distribución del Cultivo del Arroz en América Latina y el Caribe

Rice Distribution in Latin America  
and the Caribbean

Segunda Aproximación  
Second Approximation

Diciembre 1993  
December 1993



SP1



SP2



SP3



SP4



SP5

## Sistemas de Producción<sup>1</sup> (SP)

Production Systems

- SP1 ○ Con riego (irrigated)
- SP2 ◊ De temporal en tierras bajas (rainfed lowland, varzeas)
- SP3 △ De secano mecanizado (mechanized upland)
- SP4 ▣ De secano manual y estable (manual stabilized upland, traditional)
- SP5 ▴ De secano manual y migratorio (manual shifting upland, frontier upland)

1. Cada signo representa 1000 ha.  
Las manchas de color en los mapas indican alta densidad de signos

Estos mapas individuales (y el mapa único que reúne los cinco colores) fueron desarrollados por el Programa de Uso de Tierras y el Programa de Arroz del CIAT, empleando el soporte lógico (software) ARC-INFO de los Sistemas de Información Geográfica, SIG (GIS, en inglés).

# Distribución del Cultivo del Arroz en América Latina y el Caribe

Rice Distribution in Latin America  
and the Caribbean

Segunda Aproximación  
Second Approximation

Diciembre 1993  
December 1993



SP1



SP2



SP3



SP4



SP5

## Sistemas de Producción<sup>1</sup> (SP)

Production Systems

- SP1 ○ Con riego (irrigated)
- SP2 ◇ De temporal en tierras bajas (rainfed lowland, varzeas)
- SP3 △ De secano mecanizado (mechanized upland)
- SP4 ◻ De secano manual y estable (manual stabilized upland, traditional)
- SP5 ▴ De secano manual y migratorio (manual shifting upland, frontier upland)

1. Cada signo representa 1000 ha.  
Las manchas de color en los mapas indican alta densidad de signos

Estos mapas individuales (y el mapa único que reúne los cinco colores) fueron desarrollados por el Programa de Uso de Tierras y el Programa de Arroz del CIAT, empleando el soporte lógico (software) *ARC-INFO* de los Sistemas de Información Geográfica, SIG (GIS, en inglés).

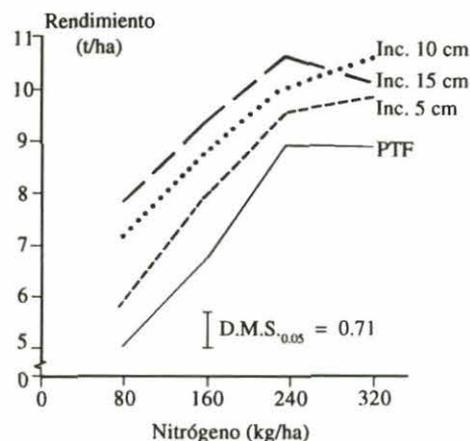


Figura 1. Efecto de la profundidad de incorporación de la urea en el rendimiento del arroz, comparado con el de la práctica tradicional (PTF). EEVF, Perú, 1987. Inc. = incorporación.

en cambio, entre esas aplicaciones y la PTF es significativa. La PTF fue superada por los tres métodos de incorporación indicados.

3. En el experimento sobre *tiempos de incorporación* (3 niveles de N; 6 épocas de incorporación: desde 0 hasta 28 días antes del trasplante; parcelas divididas, con épocas en subparcelas) se observó que incorporando la urea el día del trasplante o 4 días antes de él se obtenían rendimientos significativamente más elevados que los de la PTF.

4. Se ensayaron también los métodos de *incorporación con aplicación fraccionada 2/3 + 1/3* (5 niveles de N; 3 formas de incorporación antes del trasplante y al inicio de la panoja, más el testigo; parcelas divididas, con 4 repeticiones y métodos en subparcelas) y los resultados fueron similares a los del experimento 2.

5. Se ensayaron finalmente *épocas de incorporación con aplicación fraccionada 2/3 + 1/3* (en 6 épocas —0, 4, 8, 12, 16 y 20 días antes del trasplante— 2/3 de la urea, y 1/3 al inicio de la panoja, más la PTF; bloques completamente al azar con 4 repeticiones). Los resultados fueron los siguientes: se obtienen rendimientos similares si se incorpora la urea al momento del trasplante o de 4 a 20 días antes de éste. Todas las aplicaciones ensayadas fueron significativamente superiores a la PTF.

Aunque la urea puede permanecer incorporada en el suelo, en condiciones ideales, hasta 20 días antes del trasplante del arroz, se recomienda trasplantar en los 8 días que siguen a la incorporación; así se reduce el riesgo de pérdida del N.

## B. En el nororiente

J. Chiroque S., A. Olivera N. y V. Carranza O.

Las variedades que se cultivan en esta región, Inti y Amazonas, se fertilizan con 240 kg/ha de N según la PTF antes descrita. Para evitar la pérdida de N por volatilización, los técnicos de la Estación Experimental Agrícola Huarangopampa (EEAH) estudiaron también la incorporación de la urea en suelo seco. Los resultados fueron similares a los obtenidos en Vista Florida (ver nota anterior).

1. En todas las profundidades de incorporación de la urea (5, 10 y 15 cm) se superó el rendimiento de grano obtenido con la PTF. Se recomienda incorporar a 10 cm porque es fácil pasar una rastra liviana sobre la urea aplicada a voleo en la superficie del terreno. El fraccionamiento de la urea (75% antes del trasplante y 25% al inicio de la panoja) se recomienda donde el suministro de agua no es constante, y la incorporación del 100% del fertilizante antes del trasplante donde el agua es abundante. En este experimento, con 200 kg/ha de N el incremento del rendimiento, con respecto a la PTF, fue de 1.67 t/ha (7.47 vs. 5.80 t/ha) en la incorporación total inicial (antes del trasplante); en la incorporación fraccionada, ese rendimiento fue de 1.43 t/ha (7.22 vs. 5.80 t/ha).

2. La incorporación de 240 kg/ha de urea inmediatamente antes del trasplante (tiempo óptimo: 2 días antes) resultó en un incremento del rendimiento de 1.5 t/ha con respecto a la PTF; el incremento fue menor cuando se incorporó el fertilizante en otras épocas (4, 8 y 16 días antes del trasplante). Esta mayor productividad estuvo asociada además al mejor

En conclusión, la incorporación de la urea en suelo seco a 10 ó 15 cm de profundidad eleva la eficiencia de uso del N, de manera que el rendimiento del arroz aumenta de 0.5 a 2 t/ha en relación con la PTF.

macollamiento y al mayor número de granos por panoja de la variedad Amazonas; tales características, unidas a la resistencia a enfermedades (añublo y virus de la hoja blanca) y a la calidad molinera de la variedad, han contribuido a su rápida difusión entre los agricultores en un programa de transferencia de tecnología emprendido por la EEAH.

3. La incorporación del nivel convencional de urea (240 kg/ha, aplicando 100% al trasplante), tanto en suelo seco como en el fangueo, permitió lograr incrementos de rendimiento (1.3 y 0.6 t/ha, respectivamente) sobre la PTF. La incorporación con el pie del trasplantador, en el fangueo, no dio respuesta positiva.

4. Finalmente, en parcelas de comprobación de esta técnica de incorporación de urea en Puche y La Papaya, provincia de Bagua, entre 1988 y 1990, el rendimiento de arroz en cáscara superó el obtenido con la PTF en 1.8 y 1.9 t/ha, respectivamente, aplicando 200 kg/ha de N. Mayores incrementos de rendimiento respecto a la PTF se obtuvieron con 240 kg/ha de N en las parcelas de comprobación establecidas en 1991 en Tomaque y Bagua (1.70 y 2.17 t/ha, respectivamente) incorporando 2/3 antes de la siembra y aplicando luego 1/3 a voleo en la lámina de agua. En Cajaruro, el incremento sobre la PTF llegó a 2.78 t/ha con agua abundante e incorporando el 100% del nivel convencional de N al trasplante. El suministro de agua en Tomaque y Bagua no fue constante durante el período vegetativo.

# Nitrógeno para el arroz en Venezuela

A. Amaya

## Variables y dosis de N

La eficiencia de uso del N es muy baja en los arrozales irrigados del Estado Portuguesa, Venezuela: las plantas recuperan solamente del 30% al 40% del N aplicado. Esta recuperación depende del manejo del cultivo, del manejo del fertilizante, de la variedad sembrada, y del tipo de suelo. Para estudiar esas variables se establecieron ensayos en dos fincas de la localidad Chispa, donde se probaron dos variedades (Araure 1 y Araure 4), 3 niveles de N (90, 120 y 150 kg/ha), y una aplicación fraccionada de todos los niveles en tres épocas (Cuadro 1). Cualquier recomendación (dosis y época de aplicación) de fertilización con N se basa en un experimento de campo hecho en la localidad estudiada en varios ciclos de cultivo.



Fertilización fraccionada de N en dos variedades venezolanas.

Araure 4 en un suelo francoarenoso (M.O. = 3.35%, pH = 6.1, K = 103 ppm, P = 82 ppm). El suelo se preparó con fangueo, se drenó bien a la siembra, y se fertilizó con 46 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 60 kg/ha de K<sub>2</sub>O; 24 horas más tarde se cubrió con una lámina de agua. La fuente de N fue urea perlada. Se sembró semilla pregerminada (125 kg/ha para Araure 4 y 150 kg/ha para Araure 1).

## Fertilizantes y suelos

En el ciclo de verano 1990-91 (octubre a marzo) y en el de invierno 91 (mayo a septiembre), se sembró Araure 1 en un suelo franco-arcillolimoso (M.O. = 2.5%, pH = 6.6, K = 68 ppm, P = 60 ppm) y

## Resultados

- El nivel de 120 kg/ha de N correspondió al mayor rendimiento de Araure 1 en verano (5.47 kg/ha); en invierno no hubo

respuesta a las dosis de N ni al fraccionamiento de la aplicación, aunque el rendimiento se deprimió un poco con el nivel de 150 kg/ha. El testigo sin N rindió en verano 2.92 kg/ha y en invierno 4.80 kg/ha (Cuadro 1).

- Araure 4 no respondió a la fertilización. Al aumentar el nivel de N, su rendimiento tendió a disminuir, tanto en verano como en invierno. El testigo sin N rindió 5.94 kg/ha en verano y 5.82 kg/ha en invierno.

- La aplicación fraccionada (Cuadro 1) no dio diferencias significativas en ninguno de las dos variedades.

- La interacción de los factores estudiados sólo fue significativa en Araure 1 para el ciclo de verano. La aplicación en verano de 120 kg/ha de N a los 25, 40 y 60 DDS correspondió al rendimiento más alto de Araure 1 (6.80 kg/ha). No hubo significancia en los rendimientos obtenidos en invierno. Los rendimientos de los testigos fueron los mismos que se indican antes.

Cuadro 1. Efecto de la dosis de N y de su aplicación fraccionada en el rendimiento de Araure 1, en Chispa, Edo. Portuguesa, Venezuela, 1990-1991.

Tratamientos	Araure 1 (kg/ha) Verano 1990-91 <sup>a</sup>
<b>Dosis de N (kg/ha)</b>	
0	2.92 c
90	4.70 b
120	5.47 a
150	4.96 a
<b>Fraccionamiento de la aplicación (DDS)<sup>b</sup></b>	
Siembra - 25 - 60	4.36 a
25 - 40 - 60	4.88 a
25 - 40 - 75	4.29 a
Interacción dosis x fracción (M.D.S. <sub>0.05</sub> )	0.09
CV (%)	16.09

a. Medias con letras iguales no son significativamente diferentes según M.D.S. al 5%.  
b. Tres fracciones iguales de cada dosis; DDS = días después de la siembra.

Cuadro 2. Efecto de la interacción de las dosis de N con la aplicación fraccionada de éstas en el rendimiento de la variedad Araure 1, en Chispa, Edo. Portuguesa, Venezuela, 1990-1991.

Dosis (kg/ha)	Épocas de aplicación de fracción de dosis (DDS) <sup>a</sup>			Araure 1 (kg/ha) Verano 1990-91 <sup>b</sup>
0 (testigo)	—			2.92 c
90	S	25	60	4.81 b
120	S	25	60	5.14 b
150	S	25	60	4.60 b
90	25 40 60			4.84 b
120	25 40 60			6.80 a
150	25 40 60			4.94 b
90	25 40		75	4.45 b
120	25 40		75	4.46 b
150	25 40		75	5.53 b
	CV (%)			16.09

a. S = siembra; DDS = días después de la siembra.  
b. Medias con letras iguales no son significativamente diferentes según M.D.S. al 5%.

## Manejo del Cultivo

### Cartilla del arrocero hondureño

H. Lavaire y R. Suazo N.

Entre los años setenta y ochenta, el rendimiento del arroz en Honduras se duplicó según el Censo Nacional Agropecuario. Actualmente es de más de 3 t/ha, mayor que el promedio centroamericano, pero es superado por el de El Salvador y el de Nicaragua en cerca de 1 t/ha. En Honduras se siembra principalmente arroz de secano. Para elevar el rendimiento del cultivo, el Programa Nacional de Arroz ha elaborado, desde 1989, la guía técnica de manejo del cultivo que aquí presentamos.

#### A. Suelos

Que tengan alto contenido de arcilla (para retener mucha humedad). Los suelos francos son aptos, con dos condiciones: lluvias abundantes y bien distribuidas, o infraestructura de riego mínima para suplir la ausencia de lluvias en etapas críticas del cultivo. En los suelos planos se produce más arroz que en los pendientes, sobre todo si la variedad sembrada es enana.

#### B. Ambiente

Se cultiva hasta 700 msnm. Zonas principales: franja costera del Atlántico, zona baja de Olancho y Comayagua, y sur de Honduras. Temperatura: de 25 a 36 °C.

#### C. Preparación del suelo

En Honduras, el 93% del arroz se cultiva en condiciones de **secano**. Para éstas se recomiendan las siguientes labores:

1) Voltear el suelo inmediatamente después de la cosecha (elimina así insectos y semillas de malezas); si los vacunos se alimentan con el rastrojo en el verano, arar un mes antes de la siembra (con las primeras lluvias).

2) Hacer un pase de rastra una semana antes de la siembra.

3) Hacer un segundo pase de rastra inmediatamente antes de la siembra.

Estas tres labores, así espaciadas, dejan el suelo mullido y eliminan organismos dañinos.

4) Profundidad de arada: de 20 a 25 cm (cuanto más penetre la raíz, más agua absorberá).

#### D. Semilla

1) Variedad: Cuyamel 3820 (rinde bien y resiste enfermedades en muchas regiones). ICA-La Libertad (para Comayagua y Olancho; rinde bien y fue aceptada por los agricultores).

2) Calidad buena (garantiza germinación y crecimiento uniformes, y plántulas vigorosas con más raíces).

#### E. Siembra

1) Cantidad de semilla: de 100 a 120 kg/ha si siembra Cuyamel 3820; en época seca, el macollamiento se reduce hasta en 25% (se compensa con más semilla).

2) Humedad del suelo: a) si es difícil sembrar en la entrada del invierno, hacerlo en suelo seco (20 días después habrá buena germinación y buen desarrollo de las plántulas); b) de preferencia, sembrar en suelo humedecido con las primeras lluvias (la temperatura del suelo influye en la germinación uniforme).

3) Las distancias entre surcos y entre plantas dependerán del método de siembra, de la labranza (terreno más o menos limpio), de la fertilidad del suelo, de los insumos disponibles (fertilizantes, herbicidas), y del tiempo disponible para la preparación. Los métodos de siembra más empleados son:

a) Con **chuzo o espigue** (espeque): sembrar en sitios (postura individual) cuando la topografía impide el tránsito de los bueyes; los sitios a 20 cm en cuadro, colocando hasta 20 semillas por sitio. Así se logra mayor número de tallos por sitio.

b) Con **semilla pregerminada**: sumergir en agua la semilla durante 24 horas (contenida, por ejemplo, en los empaques del grano); sacar los sacos y dejarlos escurrir; esparcir luego la semilla sobre un piso de madera o cemento durante 24 a 36 horas, cubierta con un lienzo; sembrarla enseguida cubriéndola con poca tierra sin terrones. Con este método el arroz se adelanta a las malezas.

c) Siembra **con bueyes**: en suelo bien preparado, hacer surcos separados 30 cm. Conviene usar un yugo más pequeño que el empleado en la siembra de maíz. Asimismo, la orejuela puede ser más angosta, o puede eliminarse (acortando distancias) si el suelo es muy fino (pulverulento). Con este método, que es muy

popular entre los pequeños y medianos productores de El Salvador, se usa el suelo con igual eficiencia que la siembra mecanizada porque ha permitido acortar el espacio entre los surcos. Es recomendable no sobrepasar la cantidad de semilla por hectárea no importa cuál sea el número de surcos; conviene además cubrir la semilla con una capa delgada de tierra (menos de 2 cm de grosor).

d) Siembra **a voleo**: la semilla se lanza a voleo con la mano, con una esparcidora manual, con una voleadora movida por el tractor, o desde una avioneta; luego se incorpora al suelo (no más de 5 cm) con un pase de rastra liviana. Se recomiendan 128 kg de semilla por hectárea. Este método es rápido, pero la germinación es desuniforme (semilla incorporada a profundidad variable).

e) Siembra **mecanizada en surcos**: una sembradora halada por el tractor deposita la semilla a chorro en surcos distanciados de 15 a 30 cm. El suelo debe estar bien preparado. Este método es rápido, y tanto la distribución de la semilla como la profundidad de siembra son uniformes.

#### F. Fertilización

El fertilizante favorece el crecimiento vigoroso de las raíces y de la planta toda, y se incrementa, por tanto, la capacidad de la planta para tolerar efectos adversos como la sequía, las plagas y las enfermedades.

1) Factores que determinan la fertilización necesaria: fertilidad natural del suelo (indicada por el análisis del suelo), variedad que se siembra, población de plantas, y cantidad disponible de agua.

2) Cantidad recomendada:

a) **Región norte**. - De la fórmula 12-24-12, 106 kg/ha al momento de la siembra (suelo húmedo) o inmediatamente después de germinado el arroz (suelo seco). - De urea, 71 kg/ha en cada una de las tres aplicaciones: primera, de 25 a 30 días después de la germinación; segunda, de 60 a 65 días después de ésta (planta en macollamiento, desarrolla hijos fuertes); y tercera, 25 días antes de la aparición de la panícula (planta en reproducción, hace muchos hijos productivos de grano bien lleno). -La urea es antieconómica en ciertas zonas

cuyo suelo tiene mucho nitrógeno; puede ser aun peligrosa para el cultivo (vegetación excesiva, poca penetración de la luz, aparición de enfermedades, tal vez acame, incremento de espigas estériles y de granos vanos, y macollas tardías).

b) **Región centro-occidental** (Valle de Comayagua y alrededores). - De 18-46-0 (o de 17-50-0), 106 kg/ha al momento de la siembra o inmediatamente después de la germinación. - Urea: como en la región norte.

3) Método de aplicación: - En la siembra, y en suelo húmedo, fertilizante + semilla (pueden quedar juntos) en chorro seguido. - Después de germinado el arroz, aplicar fertilizante en suelo húmedo (en día nublado o por la tarde), nunca sobre el follaje mojado por lluvia o rocío matinal (el fertilizante disuelto se adhiere a las hojas, las quema, y no fertiliza). - Urea: adoptar la recomendación anterior, y evitar aplicarla en suelos inundados (reacciona con el agua y se transforma en gases que se volatilizan).

4) Arroz de riego en la época seca: - Las plantas son bajas, con menos hijos; sus hojas, cortas y erectas, captan más luz. - El fertilizante nitrogenado genera mayor respuesta que en invierno (aumentan los hijos o macollos, el área foliar, y el crecimiento en general). - Conviene aplicar más nitrógeno y reducir distancia entre surcos o posturas (hay mayor distribución de la luz, menos competencia por ella, y menor tendencia al acame: el nitrógeno adicional generará entonces más hijos productivos).

#### G. Control de insectos

Los insectos que cortan plántulas a ras del suelo (gallina ciega y carapacho); los insectos del follaje (barrenadores del tallo —como el de la caña de azúcar, el bipuntado, el rosado— y masticadores de hojas —como el gusano cogollero y el gusano medidor); y los insectos del grano (varias chinches: verde, común y hedionda) se evaden con prácticas de cultivo adecuadas como la siembra y la cosecha oportunas, la preparación del suelo antes indicada, el uso correcto de los insumos.

Se controlan también con insecticidas que recomendará el agrónomo o el extensionista rural cuando la población de la plaga se acerque al nivel que causa un daño económico al cultivador. Se han ensayado (en Olanche) y aplicado los siguientes productos:

1) Contra carapacho (*Eutheola* sp.) y gallina ciega (*Phyllophaga* sp.), dos productos (carbofuran, 17 kg/ha, y terbufos, 26 kg/ha) esparciendo los gránulos en el surco a la siembra o mezclándolos con el fertilizante.

Recomendaciones: - aplicar con sumo cuidado (ambos productos son muy tóxicos); - prever posible aplicación si el terreno fue pastoreado por vacunos en el verano, o si tiene áreas bajas donde se acumula la humedad. Signos de su presencia: plántulas cortadas a ras del suelo y aún insertadas en él.

2) Contra barrenadores (géneros *Diatraea*, *Trypariza* y *Sesamia*) se ha usado metamidophos (0.8 a 2.3 lt/ha); contra los masticadores de follaje (géneros *Spodoptera* y *Mocis*) se ha aplicado metil-paration (0.8 a 2.3 lt/ha); y contra las chinches del grano (*Nezara*, *Leptocoris* y otros géneros), ambos productos. Estos dos insecticidas son muy tóxicos y su aplicación se ha restringido.

#### H. Control de malezas

Las malezas causan el 70% de las pérdidas de la producción arrocerca en Honduras.

1) Problemas: inadecuado manejo de los herbicidas (hay muchos herbicidas en el mercado, pero los productores no los conocen bien y los aplican mal o inoportunamente); deficiente preparación del suelo.

2) Control inicial, agronómico, para reducir la población de malezas y anticiparse a la germinación de semillas persistentes en el suelo: - buena preparación del suelo (ver sección C.); - siembra de semilla pregerminada.

3) Control químico, primera aplicación: a) Productos selectivos: Stam LV-10 (propanil) y 2,4-D: en posemergencia de malezas; y Procol (pendimetalina): en premergencia de malezas. Los tres combinados si las malezas ya han emergido.

b) Según la clase de maleza: - para caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*): con Procol-500, después de la siembra; o mejor, en mezcla: Stam LV-10 (5.5 lt/ha) + Procol (1.56 lt/ha) + 2,4-D (0.8 lt/ha), si las plántulas tienen de 2 a 4 hojas; aplicado en Olanche y zona norte; - para coyolillo o coquito (*Cyperus* sp.): con mezcla anterior; 2,4-D eleva la eficiencia del propanil.

4) Época adecuada para aplicar: plántulas de maleza con 2 a 4 hojas y suelo con contenido intermedio de humedad.

a) Primera aplicación (si la anterior no se hizo): 10 días después de germinación del arroz, con Stam LV-10 solo (4.7 a 6.2 lt/ha) o con 2,4-D (0.8 lt/ha).

b) Segunda aplicación: de 10 a 15 días después de la primera, con Stam LV-10 (6.2 a 7.8 lt/ha) + 2,4-D (1.3 lt/ha).

5) Equipo para aspersión: su estado deficiente y su mal manejo son, principalmente, la causa del mal uso del herbicida porque contribuyen a que se aplique una dosis incorrecta.

Observe, por tanto, las siguientes normas:

- Termine la aspersión al mismo ritmo (avance y bombeo) con que la inició.

- No aplique muy de mañana, porque el rocío (o la lluvia nocturna) diluye la concentración de la aspersión en las hojas. Espere que esa humedad se evapore.

- No aplique muy tarde en el día, porque si llueve en la noche la aspersión del herbicida se diluirá. Trate de terminar la jornada de aspersión a la 1:00 p.m.

- No asperje cuando el suelo esté seco, porque no obtendrá así un buen control de malezas.

- Use boquillas del tipo y dimensión recomendados: por ejemplo, "Tiyet" 8002 (u 8001) de abanico (Tiyet = Teejet).

- Si la zona es lluviosa, o hay riesgo de que llueva después de la aspersión, añada un adherente (310 ml/ha) a la solución del herbicida.

6) Productos compatibles: Si aplica un herbicida cuyo ingrediente activo (i.a.) es propanil (Stam, Herbax, otros), no aplique insecticidas (especialmente organofosforados y carbamatos) antes o después del herbicida (ni en mezcla con él), porque la absorción conjunta de ambos productos causa fitotoxicidad al arroz. Consulte al agrónomo o al extensionista.

#### I. Control de enfermedades

Una enfermedad reduce la producción de arroz sólo cuando las condiciones ambientales la favorecen. La principal enfermedad del arroz es la 'quema' o añublo causado por el hongo *Pyricularia oryzae*, el cual ataca las hojas, los nudos del tallo, y la panícula (cuello, eje, pedúnculo, granos).

1) Lesiones: - grandes (centro grisáceo con bordes café, o sin ellos); - pequeñas (color café; son reacción de tolerancia de la enfermedad); - forma y color variables (según variedad y ambiente); - en cuello de panícula (verdes primero, café después; pudren el cuello, que se parte); - en granos (unos son vanos, otros sin calidad molinera).

2) Condiciones favorables:

a) **Climáticas:** - temperatura baja (noche fría + día cálido); - humedad relativa alta; - luminosidad escasa; - viento suave; - llovizna frecuente o prolongada (lluvia excesiva favorece la recuperación de las plantas).

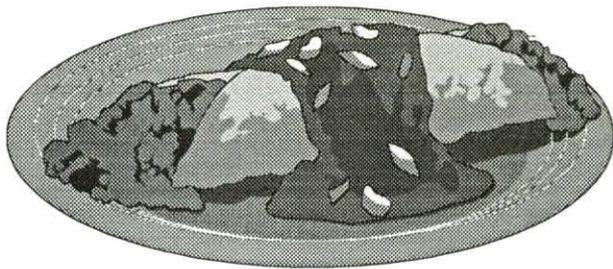
b) **Del suelo:** - suelo muy ácido, infértil y con poco fósforo; - suelos ligeros (arenosos) y bien drenados (a veces favorecen mucho la enfermedad); - adición de nitrógeno (según la fuente de N y la época en que lo aplica).

3) **Control:**

a) **Genético:** variedades resistentes o

## Arroz en la Mesa

### Arroz con coco y con carne (Nigeria)



#### Ingredientes

- 1 libra de pollo
  - ¼ cdta. de sal
  - Un poco de pimienta
  - ½ taza de aceite
  - 2 tazas de agua
  - 2 cocos, rallados
  - 2 tazas de arroz
  - 2 cebollas, picadas
  - ½ taza de pasta de tomate
  - ¼ cdta. de ají chili (opcional)
- cdta. = cucharadita

#### Preparación

Limpie y corte el pollo en trozos pequeños; sazónelo con sal y pimienta ('marinado') durante 15 minutos. Caliente el aceite; fría el pollo hasta dorarlo, y luego cocínelo en el agua a fuego lento hasta que esté tierno; retire entonces la carne de su caldo.

Combine ahora el caldo con el coco y hierva la mezcla durante 5 minutos. Lave el arroz, agréguelo a la mezcla, y déjelo que se cocine.

Caliente 1 cucharada de aceite. Añádale la cebolla picada, y fríala (sauté) un minuto; agregue la pasta de tomate y cocine a fuego lento durante 5 minutos. Añada entonces el pollo, mezcle bien, y deje a fuego lento. Cuando el arroz esté casi listo, agréguele el pollo con su salsa y cocine a fuego lento durante 10 minutos. Sirvalo caliente.

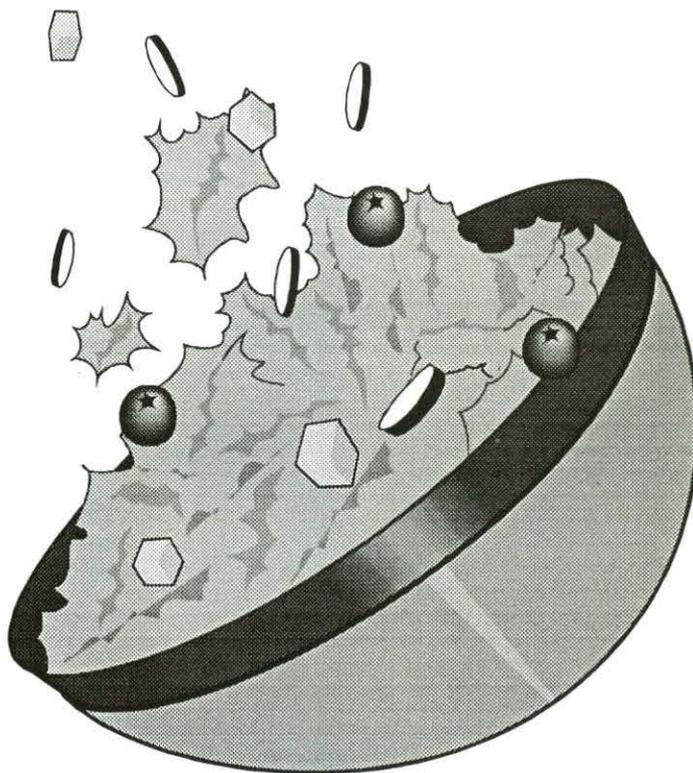
### Orchata (México)

#### Ingredientes

- 2 tazas de arroz (sin cocinar)
- 2 astillas de canela
- 1½ tazas de azúcar
- 2 latas de leche en polvo
- 4 litros de agua

#### Preparación

Remoje el arroz en el agua durante 3 horas. Páselo a una licuadora y añada la canela; licúelo hasta que quede una pasta suave. Viértalo en un recipiente para postres; añada la leche y el azúcar. Sirvalo con hielo.



## ¿Qué Sabe Usted del Arroz?

### La revolución verde

La escasez de alimentos era crítica en el mundo —sobre todo en Asia— a principios de los 60. En 1967, una publicación exitosa (*Famine 1975*, "Hambruna en el 75", Paddock) pronosticaba para los años 70 una 'época de hambrunas'; India y Egipto, al menos, no tenían salvación. Las condiciones socioeconómicas de los países asiáticos impidieron la transferencia de tecnología agropecuaria avanzada de América del Norte y Europa. El Club de Roma anunció, finalmente, que la tasa de producción de alimentos no podía superar la del crecimiento de la población.

Se inició entonces un proyecto global que reuniera científicos de muchos países para que, sin restricciones políticas, hallaran el modo de incrementar la cantidad y la calidad del arroz, un cultivo vital en el mundo. Se estableció así en 1960 el International Rice Research Institute (IRRI), apoyado por las fundaciones Ford y Rockefeller y con la colaboración del gobierno de Filipinas.

El arroz tradicional era alto y frondoso y su tallo débil; cuando la panícula se cargaba de grano, caía al agua donde se podría o era consumida por las ratas. El

IRRI modificó entonces la arquitectura de la planta del arroz tropical. En 1962 sus fitomejoradores fertilizaron las panículas de Peta, una variedad alta y vigorosa de Indonesia, con polen de Dee-geo-woogen, una variedad enana de tallos duros originaria de China. Cuatro años después ya podía el Instituto liberar a IR8, la variedad que revolucionó la producción del arroz. A ella siguieron cientos de variedades semienanas de tallos rígidos que se cultivan hoy en el 40% de los arrozales irrigados del trópico alrededor del mundo.

El arroz semienano produce más grano con los mismos nutrientes que el tradicional, lo sostiene firmemente sobre el agua, y da cosecha durante todo el año y en diversas latitudes porque su crecimiento no depende de la duración del día.

Los agricultores asiáticos adoptaron a IR8 sin demora y lo denominaron el *arroz milagroso*. A él se unieron las variedades semienanas de trigo mejoradas por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), establecido en México. La adopción de las variedades modernas de estos tres cultivos y de su

nueva tecnología de producción —la más rápida y extensa en la historia de la agricultura del mundo en desarrollo— se ha conocido como la *Revolución Verde*.

En Asia Meridional y Sudoriental, el rendimiento del arroz aumentó en 57% entre los períodos 1964-66 (cuando apareció el arroz moderno) y 1984-86; la producción total creció en 88%; y la tierra sembrada aumentó sólo en 17%. Simultáneamente, la población aumentó en 61% en esa misma región. Indonesia, que siempre recibía donaciones de granos alimenticios, pudo donar 100,000 t de arroz a los países africanos empobrecidos por la sequía de 1985; a esa misma calamidad India donó otras 100,000 t de arroz, trigo y otros cereales.

Hoy, 1 de cada 10 habitantes del planeta (más de 500 millones) se alimentan solamente con el *incremento* de producción que generó la nueva tecnología del arroz desarrollada por el IRRI. La hazaña lograda por este centro y por el CIMMYT puede medirse mejor considerando lo que *no* sucedió: la 'profecía del hambre' no se había cumplido.

FUENTE: T. Hargrove, A grass called rice. (Multicopiado.)

### Becas en Japón

El Japan International Research Center for Agricultural Sciences (JIRCAS) ofrece 10 becas a investigadores de países en desarrollo interesados en las cuatro áreas siguientes (para cultivos tropicales y subtropicales): uso de plantas y microorganismos para técnicas de control ambiental; mecanismos de los cultivos para tolerar el calor; identificación y evaluación de cultivos que toleren medios salinos; y técnicas de conservación duradera del germoplasma de cultivos de propagación vegetativa. La investigación se llevará a cabo en la Okinawa Sub-

Tropical Station of JIRCAS en Ishigaki City, Okinawa Prefecture, dotada de equipo e instalaciones para investigación avanzada. **Candidatos:** pertenecer a entidad de investigación, poseer un doctorado (Ph.D.) en campo relacionado con ciencias naturales y tecnología (o exhibir logros equivalentes), tener preferiblemente menos de 45 años y disfrutar de buena salud, hablar bien el inglés (o el japonés), y estar comprometido con la investigación agrícola o forestal en los trópicos al terminar este estudio. La beca dura un año, empieza en octubre de 1994, y la

*fecha límite* para solicitarla es el 15 de marzo de 1994; ofrece un estipendio de 260,000 yenes al mes, tiquete aéreo de ida y regreso, alojamiento en Ishigaki y seguro completo. **Documentos:** solicitud de la beca (Form I), dos cartas de recomendación autorizadas (Form II) y certificado médico (Form III). **Informes:** Visiting Research Fellowship Program, International Relation Section, JIRCAS, Ohwashi 1-2, Tsukuba, Ibaraki, 305 Japan. Fax: 81-298-38-6316; télex: 3652456 JIRCASJ.

tolerantes (práctico y económico);

b) **Químico** (con fungicidas): - preventivo (hace durar más la tolerancia de las variedades mejoradas; evita o reduce pérdidas si hay ataque fuerte); aplicar antes de la aparición de lesiones (condiciones climáticas sugieren proximidad de ataque). - curativo: aplicar cuando 4% a 5% del área foliar ha sido atacada; aplicando 10 días antes de la floración

y 5 a 8 días después de ella, protege bien la producción de arroz. - fungicidas:

Nombre	Dosis (lt/ha)
Antracol (propineb)	2.0 a 4.0
Ditane M-45 (mancozeb)	2.0 a 4.0
Benlate (benomil)	0.5 a 1.0
Hinosán CE 30% (edifenfos)	0.7 a 1.0

## Genealogía del Arroz

Iniciamos esta sección para dar a conocer a los lectores del boletín los progenitores más importantes de las variedades comerciales de arroz. Fueron recolectados casi todos por el IRRI, que los conserva en su banco de germoplasma. El que describimos en este número ha sido la fuente primaria del carácter que controla el enanismo en el arroz.

### Dee-geo-woo-gen

Esta variedad semienana y de muchas macollas ya no se cultiva ni se usa en mejoramiento, pero sus genes se hallan en más variedades de arroz que los de cualquier otro material de este cereal. Su impacto en el mejoramiento del arroz no ha sido superado. Originaria de China, es la única fuente del carácter semienano que todavía se emplea en múltiples sitios fuera de ese país.

1. En 1871, la variedad Woo-gen (que significa 'extremo pardo') se conocía en Taiwan como una introducción de la provincia china de Fujian. Aparecen luego las variedades denominadas Taiwan Fang-Chih, primer registro conocido de Dee-geo-woo-gen (DGWG) o de sus ancestros; no se menciona aquí con claridad el carácter enano. Los nombres de variedades que llevaban los prefijos Dee-geo, I-geo o Hsia-geo eran de tipo enano.

2. Los registros de materiales de la estación experimental agrícola de Taiwan incluyen, en 1906, a DGWG y a Woo-gen. Esto sugiere que DGWG derivó de Woo-gen por mutación espontánea o que el gen mutante semienano apareció primero en otras variedades y pasó a Woo-gen en un cruce natural.

2. En 1939 se sembraron 5,000 ha con DGWG en Taiwan, 11,000 ha en 1953, y apenas 4,200 en 1965. Otras dos variedades semienanas se sembraban por entonces en la isla.

3. Después de la segunda guerra mundial, el instituto de investigación agrícola de Taiwan introdujo 660 variedades de China, casi todas de tipo indica; siete tenían nombres con Dee-geo o con I-geo. En 1951 y 1952, el instituto hizo un censo del arroz nativo de Taiwan, y halló 114 variedades de las cuales seis eran semienanas; una de ellas se llamaba DGWG. Lu (1979) cree, sin embargo, que los cultivadores no se interesaron probablemente en seleccionar un mutante semienano; otros eligieron a DGWG por caracteres como el peso de su panícula y el culmo alargado.

4. En 1962 se hicieron los primeros 10 cruces en IRRI, y en nueve de ellos los padres fueron DGWG o I-geo-tze (otra variedad semienana). En 1963, el Dr. Peter Jennings, jefe del programa de

### J. Cosecha

- 1) Época: cuando 3/4 de panícula tienen granos maduros.
- 2) Humedad del grano: 22% a 26%.

### K. Almacenamiento

No almacene arroz que tenga más de 14% a 16% de humedad en el grano.

mejoramiento varietal del IRRI, observó que las plantas de la generación F<sub>2</sub> de ese cruce segregaban según la proporción mendeliana 3:1, es decir, ¾ eran de porte alto y ¼ de porte bajo. El primer carácter era, por tanto, dominante, y el segundo recesivo; y éste era controlado por un solo gen. Jennings comprendió que, si disponía de un gen recesivo puro, obtendría siempre progenies semienanas; por consiguiente, era posible desarrollar una variedad de arroz semienano para el trópico. Años más tarde, el Dr. Jennings inició el Programa de Arroz del CIAT y fue su primer coordinador.

## Referencia

- Lu, Y. K. 1979. The origin of semidwarf genes. International Rice Research Newsletter, April 1979, no. 9.

FUENTE: T. Hargrove, Genetic building blocks of modern rice varieties. (Mimeografiado.)

## Más y Mejores Variedades

### Variedades liberadas en América Latina y el Caribe en 1986 y 1987

L. E. Berrío

A fines de los 60, la variedad IR 8, desarrollada por el IRRI, fue introducida en la región latinoamericana; su germoplasma—arroz semienano, moderno, muy rendidor—sustituyó a las variedades tradicionales altas de poco rendimiento, en las

áreas de riego. Con nuevos genotipos se mejoró más tarde la calidad del grano y la adaptación de la planta a sitios específicos. Gracias al esfuerzo de los mejoradores se han liberado ya más de 300 variedades en América Latina y el Caribe.

El Cuadro recopila los datos de las que se liberaron en 1986 y 1987 solamente, por razones de espacio; en los dos números siguientes de este boletín aparecerán las variedades liberadas en los períodos 1988-1989 y 1990-1991.

Variedades de arroz nombradas por los programas nacionales de América Latina y el Caribe en 1986 y 1987.<sup>a</sup>

No.	Nombre	Cruce <sup>b</sup>	Entidad <sup>c</sup>	País
<b>En 1986</b>				
1	Araguaia	IAC 47/TOS 2578-7-4-2-3-82	EMBRAPA-CNPAF	Brasil
2	MG 1	P 1217/P 1232	EPAMIG	Brasil
3	MG 2	BG280-1*2/PTB 33	EPAMIG	Brasil
4	Río Paranaíba	IAC 47/63-83	EMBRAPA-CNPAF	Brasil
5	CR1707	IR22//IR930-147-8/Colombia 1	Min. Agricultura	Costa Rica
6	INIAP 10	CICA 4//CICA 9/CICA 7	INIAP	Ecuador
7	Altamira 7	CICA 4//CICA 8/CICA 7	MIDINRA	Nicaragua
8	Porvenir 86	CICA 7//S 12-30/CICA 8	INIPA	Perú
9	San Martín 86	INTI/P 792-2-2	INIPA	Perú
10	Juma 62	IR1541-102-6-6//IR20*4/O. nivara	CEDIA	Rep. Dom.
<b>En 1987</b>				
11	Guayquiraró P.A.	IR224-54/H 99-20	EA/UNLP	Argentina
12	Villaguay P.A.	H 122F2/H 136F2	EA/UNLP	Argentina
13	Saavedra	Nam Sa-Gui 19//IR2071-88//IR2061-214-3-6-20	CIAT (Bol.)	Bolivia
14	San Pedro	P 1220/P 1244	CIAT (Bol.)	Bolivia
15	BR-IRGA 412	IR930-2//IR665-31-2-4	EMBRAPA-CPATB/IRGA	Brasil
16	BR-IRGA 413	IR930-2//IR665-31-2-4	EMBRAPA-CPATB/IRGA	Brasil
17	Centro América	IAC 25/63-83	EMBRAPA-CNPAF/EMPA	Brasil
18	EMPASC 105	Bin-Tang-Chieh//IR661-1-140-3-54	EMPASC	Brasil
19	EPEAL 101	IR665-23-3-1//IR665-33-8/Tetep	EPEAL	Brasil
20	EPEAL 102	P 1219/P 1249	EPEAL	Brasil
21	Guaraní	IAC 25/6383	EMBRAPA-CNPAF/EMGOPA-M	Brasil
22	Oryzica 3	CICA 7//CICA 8/Pelita 1-1	CIAT-ICA	Colombia
23	CENTA A 4	P 1223/P 1225	CENTA	El Salvador
24	ICTA Polochic	P 1223/P 1225	ICTA	Guatemala
25	Chetumal	Navolato A71//Carreón//Grijalva A71/Tetep	INIFAP	México
26	Palizada A86	Navolato A71*3/Tetep	INIFAP	México
27	Panamá 1048	P 1221/P 1229	IDIAP-FAUP	Panamá
28	Panamá 1537	CICA 7//S 12-30/P 901-22-11-5-3-2-18	IDIAP-FAUP	Panamá
29	Amazonas	IR1721-14-6-4-3//INTI	INIAA	Perú
30	Juma 61	J 212/CICA 9	CEDIA	Rep. Dom.

a. Con excepción de Araguaia, Río Paranaíba, Centro América y Guaraní, que son de secano, todas las demás variedades se recomendaron para riego o secano favorecido.

b. El lector interesado en el pedigrí de estas variedades puede solicitarlo al autor o al editor del boletín.

c. EMBRAPA-CNPAF = Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-Centro Nacional de Pesquisa em Arroz e Feijão; EPAMIG = Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais; INIAP = Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias; MIDINRA = Ministerio de Desarrollo Agropecuario y Reforma Agraria; INIPA = Instituto Nacional de Investigaciones y Promoción Agraria; CEDIA = Centro de Investigaciones Arroceras; CIAT = Centro de Investigación Agrícola Tropical (Bolivia); CPATB/IRGA = Centro de Pesquisa Agropecuária de Terras Baixas de Clima Temperado/Instituto Riograndense do Arroz; EMPASC = Empresa de Pesquisa Agropecuária de Santa Catarina; EPEAL = Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado de Alagoas; EMGOPA = Empresa Goiana de Pesquisa Agropecuária; CIAT-ICA = Centro Internacional de Agricultura Tropical (Colombia)-Instituto Colombiano Agropecuario; CENTA = Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria; ICTA = Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas; INIFAP = Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias; IDIAP = Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Panamá; INIAA = Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial.

## Biotecnología del Arroz

Iniciamos esta sección para informar a los lectores de *Arroz en las Américas* sobre las técnicas y procedimientos empleados en la investigación biotecnológica del arroz. Las dos áreas principales de esta ciencia son el cultivo de tejidos y la biología molecular.

### Cultivo de tejidos

Un científico puede obtener una planta completa haciendo que algunas células o un fragmento de tejido de esa planta se desarrollen en una solución nutritiva especial. Las dos técnicas más aplicadas aquí son el rescate de embriones y el cultivo de anteras. La manipulación de protoplastos se considera una técnica intermedia entre las dos áreas antes mencionadas.

#### Rescate de embriones

**El problema.** Algunas especies de arroz silvestre poseen resistencia a las enfermedades y plagas conocidas, y sobreviven además en suelos infértiles. Los genes responsables de esos caracteres podrían transferirse al arroz comercial, más susceptible a esos riesgos. Por desgracia, el número o la constitución genética de los cromosomas de ambos tipos de arroz (cultivado y silvestre) es diferente; cruzarlos, por tanto, es tarea muy difícil. Se logra la fertilización cruzada, pero el embrión resultante rara vez sobrevive. Caracteres valiosos permanecían así casi inaccesibles para los mejoradores.

**La solución.** El cultivo de tejidos permite rescatar embriones de cruces entre padres distantes (wide-cross, CPD); estos embriones contienen cromosomas adicionales, los conservan después de varios ciclos de retrocruzamiento, y los pierden paulatinamente hasta llegar a  $2n = 24$  (el arroz cultivado). En este punto el embrión recupera la fertilidad.

**La técnica.** Las semillas de un CPD se cosechan dos semanas después de ocurrida la fertilización y sus embriones se 'rescatan', es decir, se separan de la semilla asépticamente en un laboratorio, y se trasladan a tubos de ensayo donde se cultivan en la oscuridad; cuando germinan, se exponen a la luz.

Las plantitas están ya verdes y han desarrollado sus raíces; se pasan entonces a una solución nutritiva y se cultivan en ambiente controlado. Sólo cuando su crecimiento es vigoroso se trasladan al suelo. Estas plantas 'rescatadas' se retrocruzan con el progenitor cultivado hasta que éste adquiere el carácter deseado y recupera su fertilidad.

**Los resultados.** Los cromosomas de una línea nueva son muy parecidos a los del progenitor cultivado, pero tienen pequeñas regiones donde albergan los segmentos importantes del genoma silvestre; éstos fueron transferidos allí un poco al azar en eventos de sobrecruzamiento ocurridos en este proceso. Los caracteres deseados (expresión de esos genes) se identifican mediante técnicas de selección en las líneas nuevas.

Una desventaja del CPD es que genes indeseables del progenitor silvestre pueden pasar a la progenie junto con los deseables. Se requiere además un intenso retrocruce de la planta seleccionada hacia el progenitor cultivado para poder llegar a una nueva variedad.

Un ejemplo de éxito en el rescate de embriones: en 1977, los genes de la resistencia al virus del achaparramiento de los pastos, presentes en la especie silvestre *Oryza nivara* originaria de India, fueron introducidos en líneas de arroz del IRRI.

### Cultivo de anteras

**El problema.** Después de un cruce, la segunda generación, por ejemplo, puede presentar una línea promisoriosa; pero no se sabe si su progenie exhibirá las mismas características, porque la línea no es aún estable. El cultivo de anteras evita varias de las cinco o seis generaciones que toma la estabilización de una línea mejorada de arroz, y acelera así el mejoramiento del cultivo. En realidad, puede estabilizar una línea promisoriosa en una sola generación.

**La técnica.** Las células reproductivas masculinas de las anteras (el polen) tienen la mitad de los cromosomas de una célula de la planta (célula somática). El especialista en cultivo de tejidos toma las anteras de una florecilla de la panícula de arroz, y las pone en un medio de cultivo donde duplican sus cromosomas, es decir, se vuelven 'diploides'; estas células se desarrollan entonces en el medio, regeneran tejidos, y se convierten en plantas completas. En arroz y otras especies, la conversión de células 'haploides' en 'diploides' es espontánea.

**El resultado.** Para el mejorador, esas plantas son ya líneas fijas o estables puesto que tienen una sola combinación de genes. En la zona templada pueden obtenerse ahora plantas homocigóticas en dos generaciones. Un ejemplo de un carácter introducido mediante el cultivo de anteras es la tolerancia al frío que recibieron las variedades índicas cultivadas.

## Arroz en Asia

### ¿Plantas que atraen insectos benéficos?

D. Bottrell y otros investigadores de la división de entomología del IRRI buscan plantas de arroz que atraigan insectos depredadores de otros insectos dañinos o que sean parásitos de éstos. Este proyecto se asocia al MIP (manejo integrado de plagas) comentado en números anteriores de este boletín.

El aroma de una planta ayuda a atraer insectos depredadores y parásitos. Un

aparato denominado olfactómetro mide la preferencia del insecto: éste se coloca en la mitad de una plataforma cuadrada con entradas de aire en las cuatro esquinas. A las entradas se acoplan cámaras con plantas de arroz de diferentes variedades, y el aire de las cámaras se introduce suavemente por las entradas. El insecto se moverá hacia la entrada que emita su olor preferido.

Las variedades con más atractivo serán progenitores de líneas que conseguirán más tarde su propio control natural de plagas. El dinero ahorrado así en plaguicidas beneficiará al agricultor, y el agua de los arrozales será más limpia.

FUENTE: IRRI News Release, abril 1992.

### El arroz podría fijar el N del aire

En un taller internacional que evaluó el potencial del arroz para la nodulación y la fijación del nitrógeno —celebrado el año pasado en Los Baños, Filipinas— 30 expertos en fijación simbiótica del N de 13 países y 30 investigadores del IRRI anunciaron la posibilidad de obtener un tipo de planta de arroz que enriquezca con N su propio suelo como lo hacen las leguminosas. Estas plantas requerirán poco o ningún fertilizante y harán descender

significativamente los costos de abonamiento y mano de obra del cultivo en beneficio del agricultor.

El Dr. G. S. Khush, fitomejorador del IRRI, cree que antes de 3 años el grupo de expertos sabrá si es posible asociar organismos fijadores de N con la planta de arroz, y si éstos podrían considerarse como fuente de N en la nutrición de la planta. Identificados estos microorganismos, se

incorporarán en la planta mediante ingeniería genética para que proporcionen señales químicas apropiadas de la nodulación. El IRRI tiene ventajas comparativas para iniciar esta investigación: alberga en su interior la reserva mundial de germoplasma de arroz y mantiene un programa que investiga la fijación biológica de N.

FUENTE: IRRI News Release, marzo 1992.

## Arroz en la Actualidad

### Federico Cuevas se retira del INGER y deja el CIAT

En 1975 se creó el International Rice Testing Program (IRTP) con el fin de hacer accesibles a los programas nacionales de investigación las líneas modernas de arroz genéticamente mejoradas. A mediados de los 80, el IRTP se convirtió en INGER (International Network for Genetic Evaluation of Rice), una red coordinada por el IRRI que reúne científicos



de todo el mundo, y que ha demostrado ser un ejemplo de organización exitosa. Para abordar mejor los problemas regionales (sistemas de cultivo diferentes e instituciones de diversas capacidades), INGER se dividió en tres ramas: la africana, la asiática y la latinoamericana. De esta última fue nombrado coordinador el Dr. Cuevas en 1986.

INGER para América Latina y el Caribe empezó en 1976 como un esfuerzo conjunto del IRRI, del CIAT y de los sistemas latinoamericanos de investigación del arroz. INGER-América Latina ha organizado dos conferencias en la región y seis talleres subregionales, ha desarrollado dos bases de datos (una de recursos humanos y otra sobre mejoramiento), y ha definido ya la base genética del arroz de riego cultivado en América Latina y el Caribe. F. Cuevas coordinó estas actividades; además participó en el trabajo de evaluación de INGER que contribuyó a la liberación de 45 cultivares comerciales de arroz, a la descripción del mecanismo genético de resistencia al virus de la hoja blanca, a la comparación entre las evaluaciones hechas en diferentes zonas de América Latina, y al desarrollo de un método para seleccionar variedades tolerantes a la cosecha tardía.

Actualmente, el 67% de la producción arrocería de América Latina proviene de

cultivares mejorados ya sea para sistemas de riego o de secano favorecido; pues bien, 50% de esos cultivares salieron directamente de INGER. Es también notable la contribución indirecta de INGER al arroz latinoamericano: 14% de los cultivares comerciales se desarrollaron con progenitores introducidos en la región por medio de INGER, porcentaje que subió a 20% en los recientemente liberados. En 1988, los cultivares provenientes de INGER se sembraban en dos millones de hectáreas de América Latina y el Caribe. Sin duda, la red ha demostrado su creciente importancia como fuente de genes y como apoyo material para el rápido desarrollo del sector arrocería de esa región.

Uno de los logros decisivos de INGER fue la creación de una activa red de cooperación regional entre los científicos dedicados al arroz en diferentes países de la región mencionada. Si esta colaboración se mantiene, el mayor beneficio lo recibiría la investigación que combate, a corto y

a largo plazo, problemas críticos que limitan el mejoramiento del arroz en América Latina y el Caribe.

El Dr. Cuevas permanecerá en República Dominicana hasta fines de 1994 elaborando el material de un libro en que se discutan principalmente tres temas: las consecuencias financieras y ambientales de la futura expansión del área cultivable con arroz, la participación del sector privado en la investigación del arroz, y las modificaciones que requiera el manejo del cultivo para que éste sea una actividad agrícola competitiva que no necesite subsidios.

*Arroz en las Américas* agradece al Dr. Cuevas su participación en el Comité Editorial del boletín, y le desea los mejores resultados como investigador del arroz en América tropical.

## Nuevo Director Adjunto del CIAT para el arroz

William R. Scowcroft fue Director del Victorian Institute for Dryland Agriculture en Horsham, Australia; ocupó posiciones de administrador y de investigador en el Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO) y en otras instituciones del gobierno de Australia; trabajó luego en empresas agrícolas privadas de Canadá y fue asesor agrícola del gobierno de ese país. Desde septiembre pasado es Director Adjunto del CIAT para el área de Investigación en Desarrollo de Germoplasma, a la cual pertenece el Programa de Arroz.

El Dr. Scowcroft es australiano, estudió ciencias agrícolas en la Universidad de Sidney, y se doctoró en genética en la Universidad de California, en Davis. Su experiencia en fitogenética celular y en biotecnología, aunada a su habilidad como administrador, le permitirán hacer un buen papel en su actual cargo. Uno de los



objetivos del Dr. Scowcroft es dirigir hacia la protección de los recursos naturales y al desarrollo de la agricultura sostenible la investigación que hace el CIAT sobre el germoplasma vegetal (arroz, frijol, yuca y forrajes tropicales) asignado al Centro por mandato del GCAI.

El CIAT es, por tanto, responsable de que la producción del arroz de riego sea eficiente en la región latinoamericana para mantener los precios del consumidor

tan bajos como sea posible, dice el Dr. Scowcroft. Debe sostener también la función importante que está cumpliendo el arroz de secano como componente de sistemas de cultivo sostenibles en la sabana tropical.

INGER-América Latina y Caribe ha contribuido mucho al incremento y a la estabilización de la producción arrocería en esta región, opina el Dr. Scowcroft. Una cuarta parte del beneficio de esa acción —que se refleja en un 24% de reducción en el precio real del grano— pasó a la agroindustria del arroz (productores, procesadores, intermediarios del mercado, proveedores de agroquímicos, cooperativas). Estos inversionistas del arroz podrían dedicar una fracción de sus ganancias —obtenidas gracias a las variedades de arroz mejoradas por los investigadores de INGER— al mantenimiento de la investigación del arroz en la región.

El cultivo del arroz tiene futuro en América Latina y el Caribe, cree el Dr. Scowcroft. La producción ha aumentado 70% en los últimos 20 años, el

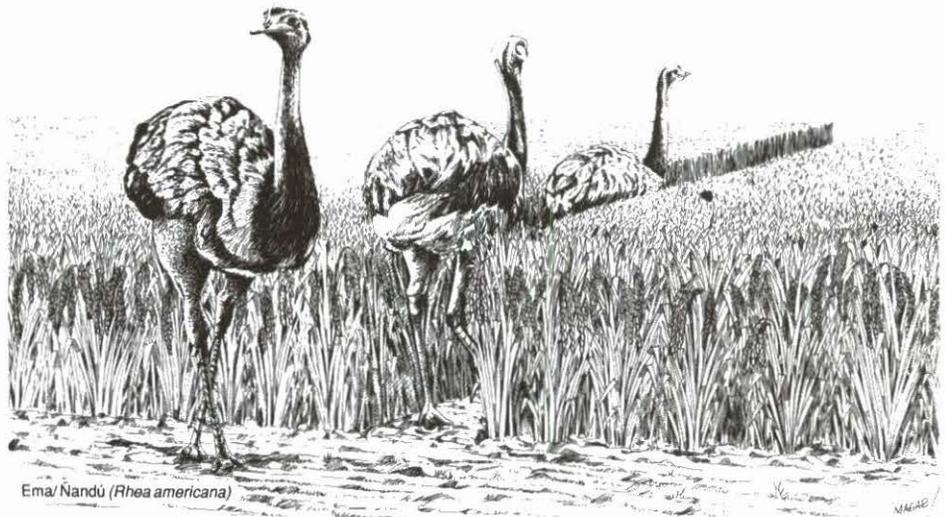
rendimiento ha experimentado un asombroso incremento de 3% en los últimos 10 años (1981-91), y el consumo ha sido tan alto que la región debió importar casi el

doble (844,000 t) en 1979-81 de lo que importó (459,000 t) en 1989-91.

## IX Conferencia Internacional de Arroz: segundo anuncio

Del 21 al 25 de marzo de 1994 se reunirán en el Castro's Park Hotel de Goiânia, Goiás, Brasil, todos los interesados en la agroindustria del arroz de América Latina y el Caribe. Esta reunión combina la IX Conferencia Internacional de los arroceros de esa región y la V Reunião Nacional de Pesquisa de Arroz (RENAPA) de Brasil. Organizan el evento CIAT, INGER-América Latina y el Centro Nacional de Pesquisa em Arroz e Feijão (EMBRAPA/CNPAF). El objetivo de la reunión es el estudio de las formas posibles de aumentar la productividad de la agroindustria del arroz en América Latina y el Caribe. El cultivo no podrá competir por recursos y mercados sin un flujo constante de nueva tecnología. Ahora bien, la generación de tecnología —sobre todo la del riego del arroz— ha perdido dinamismo en la región porque, entre otras razones, ya no es muy atractiva la producción autosuficiente que garantice la seguridad alimentaria. Se considera, en cambio, la política de reducir subsidios para estimular al productor eficiente. Simultáneamente se sugiere la protección recíproca, es decir, proteger al productor local en forma proporcional a como lo hacen los países competidores. Esta protección mínima limitará, no obstante, la rentabilidad del cultivo.

En cada día de sesiones se estudiará un tópico diferente: en el primero, el aumento del potencial de rendimiento, tanto biológico como comercial, mediante nueva tecnología genética disponible comercialmente; en el segundo, la integración del arroz a nuevos sistemas de cultivo para aumentar la producción del grano en las tierras actualmente cultivadas, usar intensivamente los recursos disponibles y reducir el riesgo de la tala de bosques; en el tercero, el desarrollo de nuevos productos a base de arroz para diversificar la



Emu/ Nandú (*Rhea americana*)

demanda del grano, revitalizar su industria en el futuro y ampliar sus mercados; y en el cuarto día, la investigación sobre el arroz en los países, tanto pública como privada, y la que hacen las instituciones internacionales para que adopte modelos más eficientes y produzca cambios tecnológicos rápidos.

La reunión ofrecerá presentaciones magistrales, grupos de trabajo y carteleras (posters); éstas permitirán a investigadores y empresarios arroceros exponer informalmente sus apreciaciones. Se entregará en la reunión una publicación con los resúmenes de los posters (enviados a la IX Conferencia Internacional de Arroz, INGER c/o CIAT, Apartado aéreo 6713, Cali, Colombia, y recibidos antes del 15 de octubre); cada resumen incluye un marco de referencia, objetivos, materiales y métodos, resultados, y conclusiones, todo en aproximadamente una página a espacio sencillo (ver modelo en el tarjetón de segundo anuncio de la Conferencia). Incluir nombre, dirección y teléfono de la persona responsable del poster en la reunión.

La inscripción no tiene costo para quienes hayan enviado un resumen antes del 15 de octubre o sean invitados especiales; ese costo será (en dólares o su equivalente en moneda brasileña) de \$100 para quienes envíen la tarjeta de preinscripción antes del 15 de diciembre, y de \$150 para los participantes tardíos. La tarjeta de preinscripción se envía a la dirección antes indicada (ver modelo en el tarjetón); contiene nombre completo del participante (apellido subrayado), nacionalidad, entidad en que trabaja, dirección postal, teléfono oficina, fax y télex, y pregunta al final si necesita ayuda para la visa de entrada en Brasil.

El fax de INGER c/o CIAT es (5723) 647243, y su teléfono (5723) 675050, ext. 396. El Comité Organizador de la IX Conferencia Internacional de Arroz tiene también oficina en EMBRAPA/CNPAF, 74001-970 Goiânia, GO, Brasil; fax (5562) 261-3880; teléfono (5562) 261-3022.