



# Arroz

## en las Américas

Volumen 13 No. 1 Abril 1992 ISSN 0120-2634

### En este número:

Siempre hay algo que mejorar .....	1
El CNPAF investiga: ¿decrece en Brasil el rendimiento del arroz de riego? .....	2
La selección recurrente mejora el arroz brasileño .....	4
Cómo se evalúa en Argentina el germoplasma de arroz .....	6
El germoplasma africano trae diversidad genética al arroz .....	7
<b>Arroz en la Actualidad</b> .....	8
VIII Conferencia Internacional en México .....	8
Arroceros destacados .....	9
El Programa de Arroz del CIAT cumplió una etapa .....	9
Cuando la mujer cultiva y el hombre decide .....	10
Casi todas descienden del IRRI .....	11
¿Necesita audiovisuales sobre arroz? ....	11
<b>Arroz en Asia</b> .....	12
Nueva línea estéril para obtener arroz híbrido .....	12
Si llega más UV a la tierra, el arroz cambiará .....	12
El papel de arroz es buen negocio .....	13
El IRRI anuncia la planta de arroz del futuro .....	14
<b>Arroz en la Mesa</b> .....	14
Valor nutritivo del arroz .....	14
Pudín tropical de arroz .....	15

### Siempre hay algo que mejorar

La labor de los fitomejoradores del arroz no cesa jamás. En Argentina obtienen variedades de riego para condiciones subtropicales (o semitempladas). En Brasil se amplía la base genética y se eleva el rendimiento con métodos nuevos. El CIAT y el ICA, en Colombia, introducen más de 30% de germoplasma africano para diversificar la base genética. El IRRI, por su parte, conciente de la uniformidad introducida en el arroz desde la IR8, obtiene una fuente de esterilidad masculina para estimular la producción de arroz híbrido, y anuncia el prototipo de la planta de arroz capaz de alimentar a los consumidores del futuro. Este y otros temas fueron también discutidos por la VIII Conferencia Internacional de arroceros latinoamericanos, cuyos resultados comentamos.

Este número del boletín presta también atención a las relaciones entre el arroz y el medio ambiente (aumento de radiación ultravioleta, investigación sobre emisión de metano, mosquitos en los arrozales), y al efecto del arroz en la actividad socioeconómica (el papel hecho con paja de arroz, la mujer agricultora y el investigador, y la presencia del arroz en la buena mesa).

Comité Editorial



Boletín del Programa de Arroz del CIAT para los investigadores de arroz latinoamericanos

#### Colaboran en este número:

*Paulo Hideo Nakano Rangel, F. J. P. Zimmermann y P. de C. F. das Neves*, del Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAP/EMBRAPA), Caixa Postal 179, 74.001 Goiânia, Goiás, Brasil.

*Arturo D. Carcaño*, del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Argentina.

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*

**Producción:** *Artes Gráficas del CIAT*

#### Comité Editorial

*Federico Cuevas*, Fitomejorador, Científico de enlace IIRI-CIAT

*Luis Roberto Sanint*, Economista, Programa de Arroz

*Alberto Pantoja*, Entomólogo, Programa de Arroz

*Francisco Motta*, Editor, Unidad de Publicación

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

## El CNPAF investiga: ¿decrece en Brasil el rendimiento del arroz de riego?

P. H. N. Rangel, F. J. P. Zimmermann y P. de C. F. das Neves\*

En Brasil se siembra arroz de riego en cuatro regiones principales: Región 1, que comprende los estados de Rio Grande do Sul (RS) y Santa Catarina (SC), y produce casi todo el arroz de riego del país; Región 2, con los estados de Minas Gerais (MG), Rio de Janeiro (RJ), Espírito Santo (ES) y São Paulo (SP); Región 3, en el delta del río San Francisco, con los estados de Alagoas (AL) y Sergipe (SE); y Región 4, en el valle del río Araguaia, en el estado de Tocantins (TO). Esta última es hoy la más promisorio por su clima propicio (permite dos cultivos anuales), su topografía plana, su suelo fértil y su abundancia de agua.

### Rendimiento en los 80

Al sustituir en las fincas las variedades tradicionales por las de porte bajo y alto rendimiento, éste se duplicó en algunos estados, aumentó en 15% en RS (Carmona, 1989), y se incrementó en 66%—añadiendo un mejor manejo al cultivar moderno—en SC (Ishiy, 1985).

De 1985 a 1989, el promedio del rendimiento evolucionó así: en RS y SP hubo una ligera tendencia al crecimiento; en RS permaneció estable (5000 kg/ha), excepto en 1986 cuando las temperaturas bajas en la fase de floración lo redujeron a 4700 kg/ha; en MG, ES, RJ, TO y AL se mantuvo relativamente estable; y en SE descendió de 3800 a 3100 kg/ha porque,

al parecer, se dio mal manejo al cultivo.

Si se compara, en cada estado, ese rendimiento promedio con el de los mejores testigos locales (BR-IRGA 409 y BR-IRGA 410 en RS, CICA 8 en los demás estados), se descubre que aquél está bastante rezagado, a nivel de la finca, con respecto al rendimiento potencial de los cultivares empleados. En el lapso considerado (1985-1989), ese rendimiento medio de las fincas representaba el 50% del rendimiento de los testigos en todos los estados mencionados; aun en RS, donde se ha tecnificado mucho el cultivo, el rendimiento del arroz es el 70% del de los testigos.

Estos datos indican que del manejo del cultivo depende, en buena parte, el rendimiento de éste en la finca. En RS, por ejemplo, las fincas están infestadas con arroz rojo, maleza que aún resiste al control sugerido por los investigadores del estado. En TO, el manejo deficiente del agua de riego induce el volcamiento de las plantas. Mejorando estas dos prácticas agronómicas aumentaría allí el rendimiento del arroz en corto plazo.

### La solución: técnicas de mejoramiento

Aunque se hicieron innumerables cruzamientos en la segunda mitad de la década del 80, y se sometieron al proceso de selección, el progreso genético en la productividad del arroz es

\* Investigadores, CNPAF/EMBRAPA, Goiânia, GO, Brasil.

aún pequeño (Cuadro 1). Las diferencias en rendimiento entre las progenies elite y los mejores testigos, antes indicados, no han sido significativas.

Por otra parte, se ha estrechado la base genética de los cultivares usados. En RS, por ejemplo, los cinco que más se siembran (BR-IRGA 409, BR-IRGA 410, BR-IRGA 412, BR-IRGA 413 y BR-IRGA 414) tienen como progenitores dos materiales venidos del IRRI: IR 930 e IR 665. Más aún, BR-IRGA 412 y 413 salieron de selecciones hechas en poblaciones de BR-IRGA 409; el coeficiente estimado de parentesco de éste con los dos primeros es de 1.00(\*), y de 0.75(\*) para otras combinaciones (Pedroso, 1990). Cuando el acervo de genes es pequeño, la diversidad genética se reduce; en consecuencia, la posibilidad de que el mejorador obtenga un incremento en el rendimiento es muy baja, y el riesgo de vulnerabilidad genética muy alto.

Para superar estas dificultades, el Centro Nacional de Investigación de Arroz y Frijol (CNPFAF-EMBRAPA) complementará el mejoramiento convencional del arroz con dos rutas alternativas: la selección recurrente y el arroz híbrido. El germoplasma en estudio consta de cultivares tradicionales y comerciales, e introducciones de INGER; estas últimas, cuya importancia es innegable, servirán como fuente de progenitores o como progenies elite. En general, la contribución de los genotipos introducidos en el arroz brasileño ha sido grande; por ejemplo, CICA 8 se ha difundido por el Centro-Oeste, el Sudeste y el Nordeste de Brasil donde hay riego controlado y várzeas húmedas; Metica 1 se cultiva en varios estados que disponen de riego controlado.

Cuadro 1. Rendimiento promedio de progenies elite de arroz comparado con el de los mejores testigos, en experimentos hechos en varios estados de Brasil.

Estado	Progenie y variedad	Rendimiento (kg/ha) <sup>a</sup> en:				
		1985	1986	1987	1988	1989
RS	Progenies	7082	7336	6054	7233	7400
	BR-IRGA 410	7764	6707	7897	7400	7800
SC	Progenies	6590	7338	7149	7367	7603
	CICA 8	6390	7756	7170	8300	8280
MG	Progenies	6716	6367	7189	6731	5714
	CICA 8	6947	5806	6982	6759	6213
TO	Progenies	6864	6609	6188	6152	—
	CICA 8	6612	6086	5970	5918	—
AL	Progenies	7345	6729	6687	5875	6859
	CICA 8	7279	6558	6141	5351	6363

a. Promedio de varias localidades en varios años.

FUENTES: Anais das Reuniões da Cultura do Arroz Irrigado, 1990; Relatórios dos Projetos de Pesquisa do PNP-Arroz, 1989.

**Programa convencional.** Tiene tres objetivos, que comparte con las rutas alternas: el mismo potencial de rendimiento de los cultivares comerciales, mayor resistencia al añublo (piricularia) y a otras enfermedades, y mejor calidad del grano.

**Selección recurrente.** Con este método (ver: *La selección recurrente mejora el...*, en este número) se han obtenido progenies cuyo potencial productivo supera el de los cultivares comerciales.

**Híbridos de arroz.** En China, los híbridos comerciales de arroz han producido de 20% a 30% más que las mejores variedades en uso. Sin embargo, si la mano de obra es cara o la densidad de siembra alta en una región—como ocurre en Brasil—la técnica china de producción de semilla híbrida no es económica; aquí se necesitan, en cambio, padres perfectamente adaptados a la polinización cruzada (Taillebois y Guimarães, 1986). Por tanto, el programa de

arroz híbrido de CNPAF-EMBRAPA se dedicará primero a modificar la naturaleza biológica de la flor de *Oryza sativa* L. mediante la introducción, en esta especie, de caracteres de alogamia propios de *O. longistaminata*. Elevada así la tasa de cruzamientos naturales, el uso del arroz híbrido podría extenderse en Brasil.

## Estrategia futura

El gobierno abrió las fronteras de Brasil y estableció el comercio libre, especialmente con países de América Latina; por consiguiente, la agricultura debe ser eficiente si quiere ser competitiva.

El mejoramiento genético adquiere ahora mayor importancia, porque dará variedades más productivas, con grano de mejor calidad, más resistentes a las enfermedades y tolerantes al estrés causado por algunos componentes del suelo. El CNPAF-EMBRAPA ha establecido un programa de mejoramiento de arroz para várzeas, que se

justifica por la dificultad de reunir en un cultivar la gama compleja de características antes mencionada. A corto plazo, este programa seguirá produciendo progenies semejantes a los cultivares comerciales en rendimiento, calidad del grano y resistencia al añublo. Con plazos medianos y largos—y mediante selección recurrente y desarrollo de híbridos—obtendrá progenies que rindan más que los cultivares comerciales y que posean los tres caracteres mencionados

antes, además de tolerancia a la toxicidad causada por el exceso de hierro en el suelo.

## Referencias

- Carmona, P. S. 1989. Melhoramento de arroz irrigado na região sul do Brasil. *Lavoura Arrozeira* (Porto Alegre) 42(387):14-16.
- Ishiy, T. 1985. O impacto das cultivares modernas de arroz irrigado em Santa Catarina. *Lavoura Arrozeira* (Porto Alegre) 38(359):10-14.

Pedroso, B. A. 1990. Vulnerabilidade genética em arroz irrigado. *Lavoura Arrozeira* (Porto Alegre) 43(393):13.

Taillebois, J. E. y Guimarães, E. P. 1986. Outcrossing mechanisms and improving outcrossing rate in rice (*Oryza sativa* L.). En: International symposium on hybrid rice. Changsha, Hunan, China. ●

## La selección recurrente mejora el arroz brasileño

Paulo H. Nakano Rangel\*

La incorporación de las várzeas al cultivo del arroz ha sido gradual, porque exige fuertes inversiones de capital público y privado. Es necesario, entretanto, elevar más el rendimiento del arroz de riego en la zona arrocería tradicional. El Centro Nacional de Investigación de Arroz y Frijol (CNPAP/EMBRAPA) ha emprendido ese proyecto. Se empleará la selección recurrente como alternativa de mejoramiento.

La selección recurrente (SR) es una técnica no convencional que eleva la frecuencia de los genotipos deseables en una población segregante mediante la aplicación cíclica de intercruzamientos y de selección (Ikehashi y Fujimaki, 1980). La SR tiene tres características notables: primera, los grupos de unión se reajustan continuamente; segunda, no se necesitan grandes poblaciones segregantes, porque las posibilidades de recombinación de los caracteres aumentan en los

intercruzamientos que ocurren después de cada ciclo de selección; y tercera, pueden emplearse más progenitores para formar la población básica y por ello aumenta la variabilidad genética en el cultivo (Doggett, 1972).

Se descubrió recientemente un gen de esterilidad masculina (*ms*) en el arroz. Si este gen se introduce en las poblaciones estudiadas, se obtendrá un alto índice de recombinación de manera sencilla y económica, y se podrá aplicar bien la SR. Se toman solamente las semillas de las plantas con esterilidad masculina por dos razones: primera, éstas provienen seguramente de cruzamientos con plantas fértiles de la población; y segunda, así se conserva en ésta el gen *ms* (Taillebois y Guimarães, 1987).

## Metodología

El CNPAP, junto con el Institut de Recherches Agronomiques Tropicales et des Cultures Vivrières (IRAT), han sintetizado dos poblaciones: CNA-IRAT 4/0/4 y CNA-IRAT P/0/2;

partieron de progenitores que reunían las características de una variedad de arroz de riego, y los inter cruzaron. Aplicarán entonces la SR a las familias S<sub>2</sub>, siguiendo los pasos siguientes (Figura 1):

- a. **Año 1, noviembre.** De la población original, S<sub>0</sub>, segrega un 50% de plantas macho-fértiles (Msms) y un 50% de plantas macho-estériles (msms). Se siembran cerca de 3000 semillas en un lote no aislado. Se escoge individualmente el 10% de las plantas fértiles, y con ellas se conforman las familias S<sub>1</sub>.
- b. **Año 2, mayo.** Estas últimas se plantan en lote no aislado para aumentar su semilla, necesaria para los ensayos de competencia; se seleccionan luego por su resistencia a las enfermedades, y se conservan las 200 mejores. En cada una de éstas se hace una selección masal (bulk) de las semillas de las plantas macho-fértiles, y de ellas saldrán las familias S<sub>2</sub>.

\* Fitomejorador, CNPAP/EMBRAPA, Goiânia, GO, Brasil.

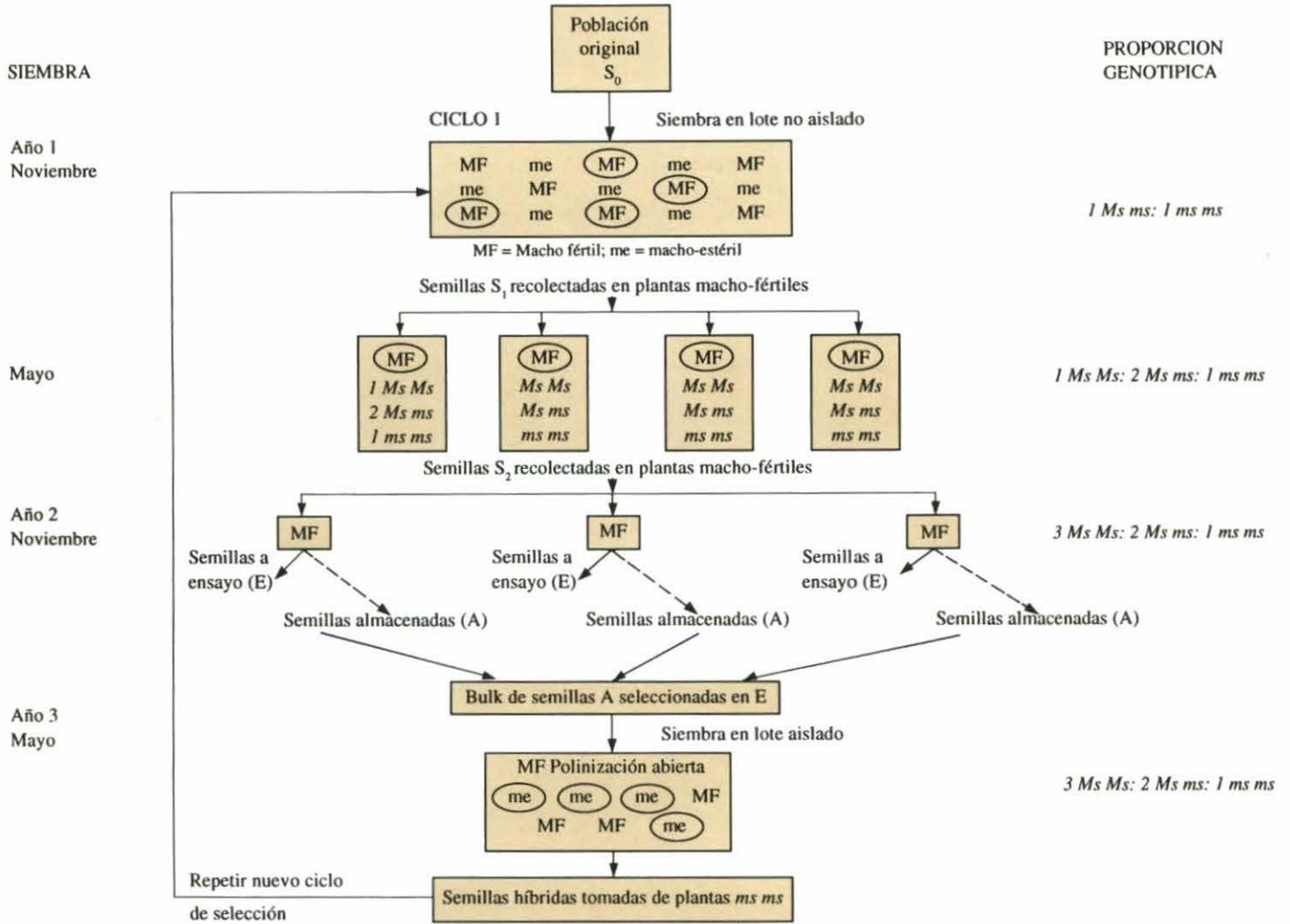


Figura 1. Flujo de actividades del método de selección recurrente aplicado en Brasil.

c. **Año 2, noviembre.** Se recolecta la semilla de cada familia S<sub>2</sub>: una parte se almacena, y otra se siembra para los ensayos de evaluación. En éstos se seleccionan familias, y la semilla de cada una de las seleccionadas, que se conserva almacenada, se mezcla en cantidades iguales.

d. **Año 3, mayo.** Con 1000 plantas procedentes de esta mezcla de semilla se hace la recombinación de la población. Se obtiene un buen índice de recombinación si el trasplante de aquéllas se hace en tres épocas, separadas una de otra siete días. Las que sean macho-estériles

se recolectan individualmente, y con cantidades iguales de semilla de cada una se hace una mezcla que represente la población de ciclo 1.

e. **Año 3, noviembre.** Sembrando esa mezcla se obtiene la población de ciclo 1, de la cual se seleccionan las plantas macho-fértiles. Aquí se inicia el siguiente ciclo de selección, cuyos pasos son los anteriormente descritos.

f. Hechos dos ciclos de selección, comienza el proceso de extracción de líneas. Estas llegarán hasta la familia S<sub>4</sub> por el método genealógico, y serán evaluadas, finalmente,

en las regiones productoras de arroz de Brasil.

## Referencias

Doggett, H. 1972. Recurrent selection in sorghum populations. *Heredity* 23:9-29.

Ikehashi, H. y Fujimaki, H. 1980. Modified bulk population method for rice breeding. En: Innovative approaches to rice breeding. Selected papers. International Rice Research Conference 1979. International Rice Research Institute (IRRI), Los Baños, Filipinas. p. 163-182.

Taillebois, J. E. y Guimarães, E. P. 1987. Seleção recorrente em arroz usando macho-esterilidade. Resumen. En: Reunião nacional de pesquisa de arroz 1987; resumos. EMBRAPA-CNPAP, Goiânia. p. 83. ●

# Cómo se evalúa en Argentina el germoplasma de arroz

Arturo D. Carcaño\*

Antes de lanzar una nueva variedad, los fitomejoradores suelen investigar detenidamente su comportamiento agronómico, su calidad culinaria e industrial, y la estabilidad de los caracteres del germoplasma; finalmente, evalúan su rendimiento.

## Germoplasma y métodos

El programa de mejoramiento de arroz del INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) de Argentina ha buscado fuentes diversificadas de genes que posean cuatro características principales: alto rendimiento, grano de buena calidad para el mercado internacional, resistencia a enfermedades y al estrés causado por otros factores, y adaptabilidad a diferentes regiones ecológicas. En el período 1986-1990, esas fuentes vinieron del CIAT (43%), del IRRI (26%), de EE.UU. (7.4%), de Asia (5.5%), de Europa (2%), de América Latina (2%), y algunas de África; el 13.6% restante se introdujo de estaciones experimentales locales.

El germoplasma que maneja el programa (introducciones, cruzamientos, mutaciones inducidas) recorre el diagrama de flujo indicado en la Figura 1 cuyo final es la obtención de una variedad. Para evaluar el rendimiento de las líneas selectas se aplican diseños estadísticos de látice o de bloques tomados completamente al azar. Esta evaluación tarda seis años: uno para el ensayo preliminar de rendimiento (EPR), tres para el ensayo comparativo de rendimiento (ECR), y dos para

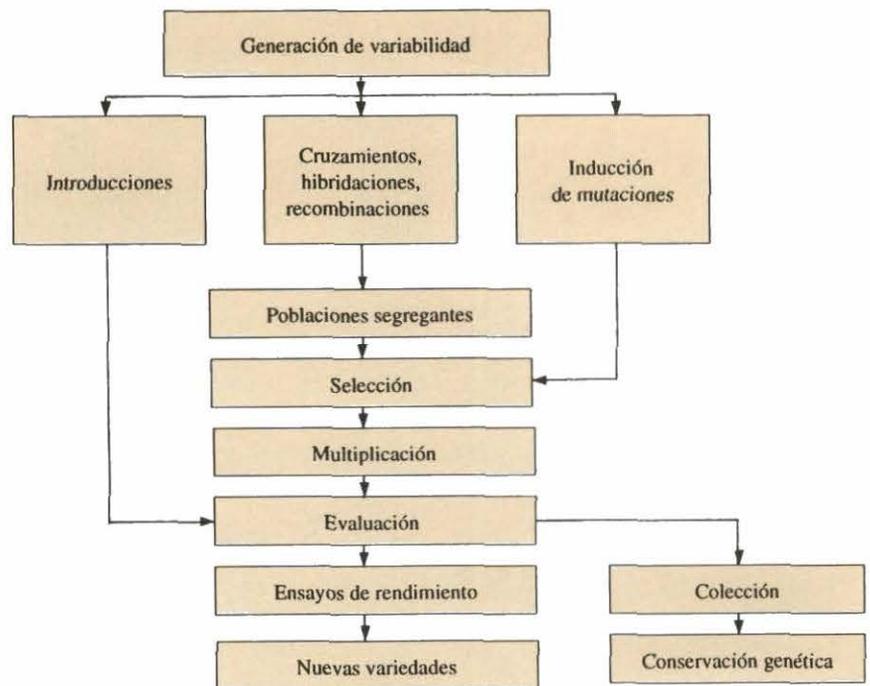


Figura 1. Esquema de flujo del germoplasma desarrollado por el programa de mejoramiento de arroz del INTA desde 1986.

el ensayo regional de rendimiento (ER).

## Resultados

Entre 1986 y 1989 el programa identificó varios genotipos superiores, adaptados a zonas ecológicas de riego templadas y de trópico. Entre ellos están las variedades BR-IRGA 409 y San Miguel INTA, que ya fueron inscritas para los productores, y varias líneas precoces, de ciclo intermedio o tardías, con grano largo y fino de calidad comercial, que serán liberadas o inscritas próximamente.

En los ER, la participación de las líneas del CIAT y del IRRI descendió a 15% y 12%, respectivamente, por su poca adaptabilidad a los ambientes

ensayados. Se duplicó, en cambio, la contribución de las líneas locales (31.3%) y de las de EE. UU. (16.4%), y aumentó 12 veces (25.4%) la de las líneas introducidas de América Latina; su comportamiento indicó, naturalmente, mejor adaptación.

El sistema cooperativo de evaluación del germoplasma de arroz establecido por el INTA, unido a las actividades de mejoramiento que se realizan localmente, son muy eficientes para desarrollar nuevas variedades. Los centros internacionales contribuirían mejor a este trabajo si generaran más germoplasma adaptado a las condiciones específicas de Argentina, es decir, arroz de riego para zona templada. ●

\* Ing. Agrón., M. Sc., INTA, Argentina.

## El germoplasma africano trae diversidad genética al arroz

El programa de mejoramiento de arroz establecido por el CIAT y el ICA (Instituto Colombiano Agropecuario) de Colombia cumple ya 30 años. Su objetivo principal ha sido cruzar materiales dentro de la amplia base genética de que dispone, para obtener líneas que puedan explotarse comercialmente con éxito.

En los primeros diez años de existencia (1960-1969), el programa combinó genes de fuentes americanas (47%) y asiáticas (33%). En los siguientes 20 años (1969-1989) se introdujeron muchas fuentes de germoplasma. Las de Asia, principalmente del IRRI, predominaron entre 1969 y 1973. Una tendencia a recombinar mejor los genes acumulados en el programa se extendió en el lapso 1974-1978; se lanzaron entonces excelentes variedades comerciales, y se cruzaron materiales desarrollados internamente con la intención de preservar el progreso genético alcanzado. En el período 1979-1983, las variedades

mejoradas en la región latinoamericana se convirtieron en fuentes tan importantes de caracteres como las que se recombinaban del mismo programa o de Asia; esas variedades provenían en parte de fuentes que no habían sido empleadas por el programa ICA-CIAT.

En los últimos cinco años (1984-1989), se han estudiado los requisitos de variedades que deberán cultivarse en zonas poco favorecidas. Los mejoradores necesitaron entonces nuevas fuentes de germoplasma, y las hallaron en África. Estas contribuyeron con 30% de los padres empleados en los cruces hechos en ese lustro (ver Cuadro). Este germoplasma africano no sólo permite enfrentar los nuevos ecosistemas en que se sembrará arroz, sino que suministra materiales para ampliar la base genética del arroz de riego.

Los mejoradores de arroz de secano están introduciendo fuentes nuevas con genes que confieren resistencia a

las enfermedades; ya hay buenas líneas enanas que podrían servir como progenitores para ensanchar la base genética del arroz de riego. Además, el cultivo de anteras puede ayudar a acelerar esa diversificación; los datos indican que la inducción de callo y la regeneración de plantas verdes están controladas por genes, y pueden por tanto transferirse de una a otra generación y entre genotipos distintos. Este carácter puede transferirse del tipo japónica, o del tipo secano de sabana, al arroz de riego, y éste reportará enormes beneficios del éxito de esta operación. El cultivo de anteras podría además obviar el problema de la tasa alta de infertilidad de los cruces riego x secano.

Los mejoradores se han preguntado si podrán obtener progenies de alto rendimiento cuando un progenitor del cruce es 'enano de secano' (ES). Para saberlo, ensayarán cuatro tipos de cruces estratégicos con cultivares de riego (CR). Dos son para zonas tropicales: ES/CR/ES, y ES/ES/CR, y dos para clima templado: ES/CR/CR, y CR/CR/ES.

En estos cruces, el arroz de riego obtendría del de secano otros caracteres: en las regiones tropicales, resistencia al añublo (piricularia) y al virus de la hoja blanca, tolerancia a la toxicidad causada por el Fe, y raíces profundas; en las regiones de clima templado (sur de Brasil, Argentina y Chile), obtendría precocidad (90 a 100 días hasta la madurez), tolerancia al Fe tóxico, resistencia moderada al añublo y al manchado del grano, y raíces profundas. ●

Contribución de los progenitores de diferente origen a los cruzamientos del programa de mejoramiento del arroz CIAT-ICA, en cinco períodos diferentes (1958-1989).

Sitios de origen	Contribución (%) en:				
	1958-1968	1969-1973	1974-1978	1978-1983	1984-1989
Africa	1.1	0.9	0.7	9.7	33.4
Asia: IRRI	24.1	53.8	5.6	14.2	7.4
Otros	9.8	4.0	16.3	17.8	6.5
CIAT-ICA	14.2	32.9	67.7	31.8	36.8
Europa	0	0	0	0.2	0.1
América Latina y el Caribe	3.3	7.2	7.4	25.5	14.2
Estados Unidos	47.5	1.2	2.3	0.8	1.6
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

## Arroz en la Actualidad

### VIII Conferencia Internacional en México

Como se anunció en el número anterior de este boletín, la VIII Conferencia Internacional de Arroz para América Latina y el Caribe reunió en Tabasco, México, en noviembre de 1991, más de 150 investigadores y productores de arroz. Diez días antes se había reunido en Culiacán, Sinaloa, el IV Taller de Selección y Evaluación de Germoplasma de Arroz para las mismas regiones, al cual asistieron

30 delegados. La Red Internacional para la Evaluación Genética del Arroz (INGER), de un lado, y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) de México en representación de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), del otro, organizaron este evento. Los dos centros internacionales interesados en el cultivo, IRRI y CIAT, lo patrocinaron.

Por la mesa directiva de la conferencia pasaron, entre otras personalidades, el Dr. Gustavo Nores, Director General del CIAT, el Dr. Fernando A. Bernardo, Director General Adjunto del IRRI, y el Lic. Salvador J. Neme Castillo, Gobernador del Estado de Tabasco. Las memorias de esta conferencia, en español y en inglés, se distribuirán a finales de junio. En la foto, el grupo de los participantes. ●



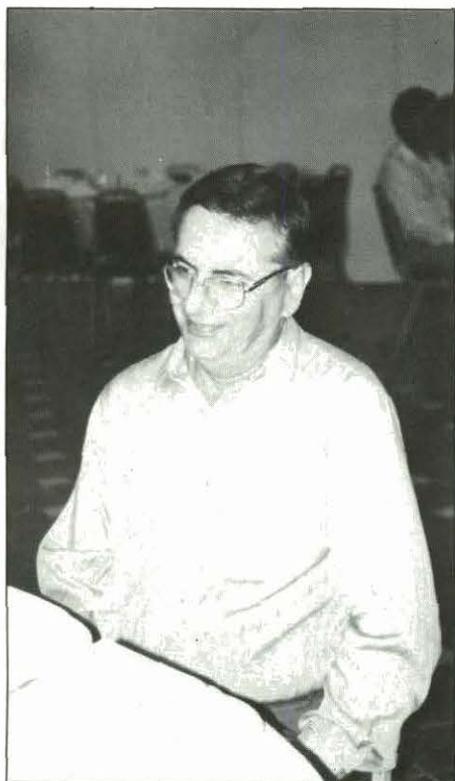
## Arroceros destacados

La Conferencia Internacional antes mencionada otorgó la distinción 'arroceros destacados' a tres expertos en arroz: Leonardo Hernández Aragón, de México, José Hernández Leyton, de Perú, y Paulo Sergio Carmona, de Brasil. Fueron elegidos por un

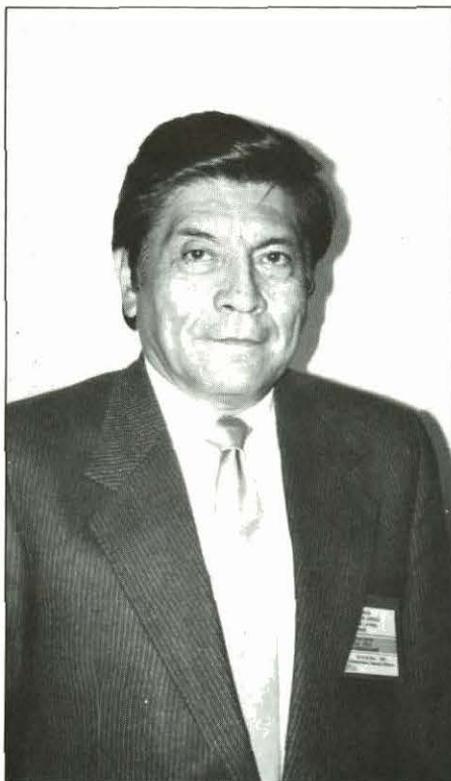
Comité de Nominaciones que partió de una encuesta hecha entre los investigadores de los programas nacionales de arroz de la región. El comité evaluó principalmente los trabajos de investigación de los candidatos, y el impacto que éstos han hecho en la

producción de arroz de su país y de otros países.

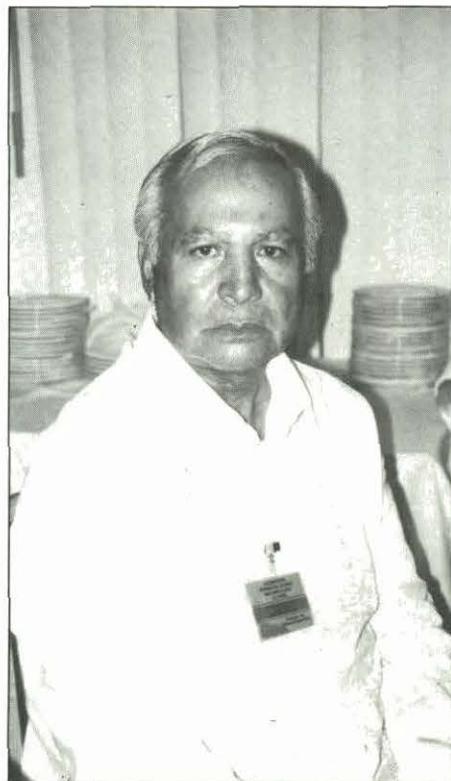
El IRRI y la Red Internacional para la Evaluación Genética del Arroz (INGER) concedieron a cada uno de los elegidos una distinción especial.●



P. Sergio Carmona (Brasil)



J. Hernández Leyton (Perú)



L. Hernández Aragón (México)

## El Programa de Arroz del CIAT cumplió una etapa

Con el retiro del anterior coordinador, Dr. Robert Zeigler, y al comienzo de la nueva década, el Programa de Arroz del CIAT afina un poco su rumbo. *Arroz en las Américas* hace ahora un balance de las actividades del Programa durante la anterior coordinación (1987-1991), que pueden enmarcarse en cuatro áreas principales: desarrollo del germoplasma, manejo

integrado del cultivo, socioeconomía, y establecimiento de relaciones con los sistemas nacionales de investigación y desarrollo agrícolas (NARDS, en inglés).

- Se mejoró el germoplasma según el ambiente al que se destinaba, a saber: de arroz de riego y de secano favorecido; de riego para zona templada; y

de sabanas de suelo ácido y alta precipitación. INGER ha distribuido este germoplasma, y su comportamiento, especialmente el de las líneas adaptadas a las sabanas ácidas, ha sido satisfactorio. Se hicieron esfuerzos para ampliar la base genética introduciendo, por ejemplo, germoplasma africano. Se inició también el desarrollo, y su inmediata aplicación, de nuevas



Robert Zeigler

eminentemente agronómica—requiere la colaboración de muchas otras disciplinas para el diseño e interpretación de los experimentos. El objetivo era comprender mejor las restricciones bióticas y abióticas del cultivo en la región considerada; este conocimiento ha permitido desarrollar estrategias de manejo específicas de cada ambiente, que dependen muy poco de los insumos químicos. Las pasturas asociadas con arroz se ensayaron junto con el Programa de Pastos Tropicales del CIAT; los primeros resultados de esas pruebas indican que es posible establecer sistemas de producción animal y agrícola sostenibles en la extensa sabana ácida de América Latina.

- En ese lustro, el Programa hizo también un análisis de costos de la producción de arroz, que se ha convertido en herramienta de los programas de investigación. Se obtuvo además una proyección de la demanda en la región.

- El grupo de socioeconomía del Programa inició, en 1986, el diagnóstico del sector arrocero de los países de la región; luego participó en los planes colaborativos basados en ese análisis. El Primer Censo Arrocero de Colombia fue un ejemplo de la forma en que

la socioeconomía contribuye a la obtención de información básica para los investigadores y los políticos. Este censo resultó de la colaboración entre el Programa de Arroz del CIAT, la Federación de Arroceros de Colombia (FEDEARROZ), y el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Eventos similares con los NARDS desarrolló el Programa en la Red de Mejoramiento de Arroz del Caribe (CRIN), y en sus actividades anuales de capacitación.

La evolución del Programa de Arroz del CIAT ha sido significativo. De su interés inicial en las variedades de riego de alto rendimiento se abrió a un amplio horizonte de diversificación de actividades, de perfeccionamiento del germoplasma, y de desarrollo de metodologías, y de incursión en iniciativas de alto riesgo como las variedades adaptadas a suelos ácidos. Lo mismo ocurrió con el manejo del cultivo: de las líneas resistentes al estrés causado por algunos factores se pasó al concepto de manejo integrado de las plagas y del cultivo. El Programa ha respondido, sin duda, en estos últimos años, al reto de adaptarse al ambiente dinámico en que actúan hoy la producción y la investigación del arroz en América Latina. ●

metodologías de mejoramiento, como el levantamiento de mapas del genoma del arroz mediante RFLP (polimorfismo en longitud de fragmentos de ADN obtenidos con enzimas de restricción), aplicaciones del cultivo de anteras, y el método simplificado de cruzamiento.

- El manejo integrado se aplicó a la protección del cultivo y a la asociación arroz-pasturas. La primera, que comprende el manejo de plagas, enfermedades y malezas—un área

que funciona en el IRRI, aplica la técnica del 'análisis de géneros' al trabajo realizado independientemente por hombres y mujeres. En él se estudian las horas trabajadas por cada miembro de la familia, el tipo de trabajo que hacen, el ingreso que reciben, las personas que toman decisiones respecto al cultivo, y las que controlan el dinero familiar.

En India, las mujeres arrancan las malezas en el arrozal y alimentan con ellas algunos animales; también recogen y secan la boñiga para usarla como combustible. Sin embargo, los hombres toman las decisiones. Ahora bien, si el científico recomienda a los hombres que apliquen un herbicida, deben indicar a las mujeres que alimenten los animales con otras yerbas

## Cuando la mujer cultiva y el hombre decide

Los investigadores se dirigen siempre a los hombres olvidando que la mujer rural hace buena parte—en algunas regiones de la India hasta 80%—del trabajo de cultivo del arroz y de mercadeo del grano producido. Para cambiar esta actitud, se creó en Asia el programa Women in Rice Farming Systems (la mujer en los sistemas de cultivo del arroz). Este programa,

(ya no habrá malezas frescas). Asimismo, si se invita a los hombres a usar la boñiga como fertilizante, debe buscarse una fuente alterna de combustible que las mujeres necesitarán. En general, si no se comprende integralmente el sistema de producción agrícola familiar, las nuevas técnicas de manejo del predio pueden incre-

mentar la producción de arroz pero afectarán otros sectores del sistema familiar.

Las familias muy pobres, que habitan en ambientes desfavorables, no pueden planear una próxima generación si no tienen oportunidades para diversificar su ingreso. El análisis de

géneros debe, por tanto, hallar métodos adecuados para ayudar a las mujeres a producir alimentos, y a que conserven simultáneamente un ambiente sano que disfrutarán sus nietos. ●

FUENTE: IRRI News Release, abril 1991.

## Casi todas descienden del IRRI

De todas las variedades modernas de arroz liberadas en 40 países productores de este cereal, 60% son progenies de líneas del IRRI. Tienen, por lo menos, una de estas líneas en su pedigrí, informó T. R. Hargrove, el anterior jefe del Centro de Información del IRRI. Los datos indican que, desde el lanzamiento, en 1966, de la primera variedad semienana universalmente adoptada—la IR8—se han desarrollado en el mundo 1872 nue-

vas variedades. De éstas, 1123 tienen un ancestro del IRRI en su genealogía; 224 (el 12%) son líneas del IRRI que fueron liberadas con nombres locales por las agencias nacionales de semillas. Cualquier variedad o línea mejorada del IRRI es progenitor directo de 937 (o de 468) de las variedades modernas.

El Banco Internacional de Información Genealógica del Arroz, manteni-

do por el Centro de Información del IRRI, es una base de datos permanente que registra el pasado genético de todas las variedades e híbridos de arroz obtenidos en el IRRI y en los programas nacionales de arroz. El banco contiene la genealogía de las variedades que siguieron a IR8, y de 1600 que fueron anteriores a ella. ●

FUENTE: IRRI Hot Line, septiembre 1991.

## ¿Necesita audiovisuales sobre arroz?

Audiovisuales para la Comunicación (AVC Ltda.), una empresa colombiana, ha traducido al español cuatro módulos audiovisuales del IRRI sobre los siguientes temas del cultivo del arroz: fotosíntesis y respiración, temperatura y fotoperíodo en el crecimiento de la planta, biología de la rata, y control de ratas en los cultivos.

Los precios (para diapositivas o para video) aparecen en el catálogo. El catálogo, que se solicita a Audiovisuales para la Comunicación, Apartado 570, Palmira, Colombia, presenta tres series más de módulos: la agroindustrial, la de suelos y fertilización, y la de técnicas de investigación.



**AVC** Ltda.  
Audiovisuales para la  
Comunicación

**MEDIOS PARA  
CAPACITACION  
Y PUBLICITARIOS**

Calle 56 D 27-77. Teléfono 51335  
A.A. 570. Palmira-Valle

AVC Ltda. cuenta con la asesoría de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Colombia en Palmira, y tiene un convenio con el IRRI para copublicar, adaptada a las condiciones de América Latina, parte de la tecnología generada por ese instituto para incrementar la producción de arroz. Recientemente tradujo y editó el "Manual para el Arrocerero de Secano" (A Farmer's Primer on Growing Upland Rice, una copublicación del IRRI y el IRAT). El éxito de la educación y de la transferencia de tecnología depende mucho hoy de los métodos didácticos electrónicos fundados en las nuevas teorías del conocimiento. ●

## Arroz en Asia

### Nueva línea estéril para obtener arroz híbrido

El arroz híbrido rinde de 15% a 20% más que las variedades convencionales. Para obtenerlo, se tomó de una sola planta, llamada hoy WA (wild abortive), la esterilidad masculina del citoplasma (CMS, en inglés). La uniformidad genética inducida así en los híbridos de arroz índica los expone a todos a sucumbir frente a alguna plaga o enfermedad que supere la resistencia interna asociada con esa herencia. Por ello, los mejoradores del IRRI desarrollaron una nueva línea

CMS, la IR66707A; cruzaron primero a IR54R y a IR64R con dos especies de arroz silvestre, *Oryza perennis* y *O. rufipogon*, y después de cinco retrocruces lograron esterilidad masculina completa y estable en esa línea.

Un híbrido de arroz se obtiene en dos etapas. Primero se cruza un progenitor hembra estéril (línea CMS) con un macho 'mantenedor de la fertilidad'; la progenie será estéril. Segundo, el mejorador cruza esta pro-

genie con un 'restaurador de la fertilidad', y obtiene el híbrido fértil, cuya semilla plantan los agricultores.

El Dr. S. Virmani, mejorador del IRRI, busca ahora un restaurador de la fertilidad de IR66707A, que le dará a esta línea valor comercial para producir híbridos. Otro mejorador, D. Brar, continúa buscando líneas CMS. ●

FUENTE: IRRI News Release, octubre 1991.

### Si llega más UV a la tierra, el arroz cambiará

Los clorofluorocarbonos (CFC), gases emitidos por los refrigerantes y aerosoles industriales, están consumiendo la capa de ozono del planeta, única que bloquea la radiación ultravioleta

(UV) del sol. Pues bien, la longitud de onda B de ésta (UV-B) atraviesa ya el adelgazado filtro de ozono, llega a la tierra, y está retardando el desarrollo de la planta de arroz. "Las

plantas expuestas en el laboratorio, dice la Dra. B. S. Vergara, jefe de esta investigación en el IRRI, son más cortas que las normales, y sus hojas son más pequeñas y más gruesas; su biomasa total decrece; diversas células y tejidos se deterioran."

Aumenta, naturalmente, el contenido de flavonoides, los pigmentos que protegen la planta filtrando la radiación UV-B. Decrecen, en cambio, la actividad de las raíces, el contenido de proteína, la absorción de nutrimentos totales, y el número de estomas que, sabido es, controlan el flujo vital de CO<sub>2</sub> y agua en el arroz. La UV-B afecta tanto la estructura como las funciones de la planta de arroz; las respuestas varían según el cultivar, y dependen de la etapa de desarrollo y del estado de la planta.

Hay más de 120,000 variedades de arroz en el mundo; algunas serán menos sensibles a la UV-B, y servirán



Plantas de arroz sometidas a radiación UV-B intensa en el IRRI. Victoria Coronel, una científica asistente del equipo del IRRI que investiga el efecto de esta radiación, apoyada por la Environmental Protection Agency, de Estados Unidos.

como progenitores en el mejoramiento futuro del arroz. En el IRRI se estudian actualmente 100 de ellas en un ambiente controlado en que el ozono se ha reducido en 40%; se preparan además experimentos para medir el

efecto de la radiación en el rendimiento y en las plagas del arroz.

En los últimos 20 años, los CFC han agotado de 1% a 4% de la capa de ozono, y los científicos calculan una

tasa de desgaste de 0.4% al año. En la zona intertropical, donde el grosor natural de esa capa es mínimo, se recibe el nivel más alto de UV-B. ●

FUENTE: IRRI News Release, diciembre 1991.

## El papel de arroz es buen negocio

La microempresa que fabrica en Manila papel con paja de arroz y que presentamos en este boletín el año pasado (vol. 12, no. 1, p. 15), no ha dejado de progresar. Sus ventas en el primer semestre de 1991 llegaron a US\$90,000, a pesar de la competencia: hay más de 100 fábricas de ese papel en Filipinas. La empresa adquirió una máquina fax, un nuevo campero para distribución de mercancías y un terreno de 3000 m<sup>2</sup> para ampliar el almacén.

En diciembre pasado empleaba 79 operarios, y exportaba a Alemania,

Suecia, Japón y los Estados Unidos; un importador alemán pagó US\$2500 por un solo pedido. Los productos que más se venden son las cajas de madera artesanal (trozos y aserrín prensados) cubiertas con el papel coloreado, abanicos plegables, muñecos de Santa Claus, y adornos de Navidad. Para desarrollar nuevos productos, se invierte 15% de las ganancias. La propietaria, Fe Frialde, recuerda que el primer pedido de papel lo hizo el IRRI en 1986 para sus tarjetas de Navidad. Tres años después su negocio era rentable, su ingreso había aumentado, y había desarrollado hasta la

habilidad artística de reconocer la tendencia anual del color en la moda. Frialde ya exporta directamente (FOB Manila); su número de Fax es 63(94)50658.

Recientemente, el IRRI publicó una guía para hacer este papel (*Making paper from rice straw*), totalmente ilustrada, que tal vez se traduzca al español en la Unidad de Publicación del CIAT. ●

FUENTE: IRRI News Release, diciembre 1991.



Fe Frialde (izq.) y su hermana, quien administra la empresa, preparan un pedido en la Navidad de 1991.

## El IRRI anuncia la planta de arroz del futuro

El Dr. Gurdev Khush, fitomejorador principal del IRRI, describió a los escritores científicos invitados a la reunión anual de delegados de los centros internacionales, que conmemoraba también el 20o. aniversario del CGIAR, la "superplanta de arroz" de finales de siglo. G. Khush, quien intervino activamente en el desarrollo de IR36, la variedad de arroz más sembrada hoy en el mundo, dice que los cultivadores de arroz están hoy en situación más crítica que hace 30 años, antes de la revolución verde. Hay 2700 millones de consumidores de arroz en Asia, y a una tasa de medio millón más por año, serán 4300

millones dentro de 30 años. La revolución verde alejó el hambre de aquella primera población incrementando la productividad del arroz y cultivando nuevas tierras. Hoy, desafortunadamente, ya no sobra tierra para sembrar arroz; además, la que está disponible puede reducirse por la presión de la urbanización y del desarrollo tecnológico. Por consiguiente, se necesita una variedad de arroz que mañana produzca más en la misma tierra de hoy. Khush respondió al reto modificando la estructura de la planta.

No todos los tallos (macollos) de la planta de arroz llevan una panícula,

estructura que porta el grano comestible. Si decrece el número de tallos, sobre todo de los 'estériles', la energía sobrante servirá para multiplicar y engrosar los demás granos. En la planta actual, los tallos son el 50% y las panículas el 50% restante; en la planta futura esa razón será 40% tallos y 60% panículas. El número de granos aumentaría, por tanto, del rango de 100-150 al de 300-350 por planta, lo que elevaría la producción de arroz en 25% a 30% hacia el final de esta década. ●

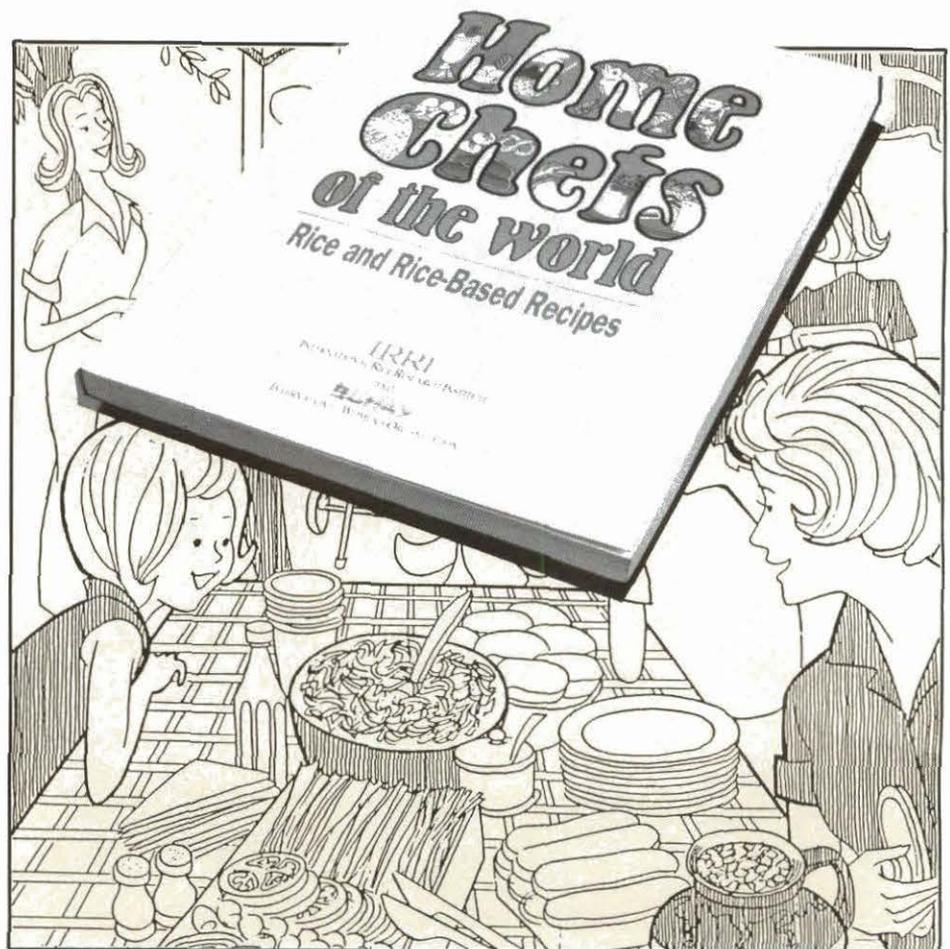
FUENTE: CGIAR Newsletter, enero 1992.

## Arroz en la Mesa

El IRRI y la Organización Internacional de Mujeres (SUHAY) publicaron el año pasado el libro "Home chefs of the world: rice and rice-based recipes" (Recetas con arroz de la cocina hogareña del mundo). A partir de este número, *Arroz en las Américas* traducirá una o dos recetas cada vez, y añadirá algunos comentarios sobre el consumo del arroz.

### Valor nutritivo del arroz

El grano de arroz contiene cerca de 85% de carbohidratos, casi todos en el endospermo; de éstos, 75% es almidón en el grano recién cosechado. El contenido de proteína del arroz blanco (molido) es bajo (8%-9%); la digestibilidad de esta proteína, en cambio, es alta: 98% en el arroz blanco. El contenido de grasa es bajo (menos de 2.4%) porque 85% de ella se



pierde en el proceso de molinado. La cantidad de vitaminas solubles en grasas (A y D) es insignificante, aunque el contenido de la E es considerable. El arroz moreno (con cutícula) tiene

alto contenido de vitamina B (1/10 de la contenida en la levadura seca). El contenido de riboflavina es bajo, y prácticamente no hay vitamina C en el arroz. El arroz blanco ha perdido

bastantes nutrimentos durante el molinado; si se lava mucho antes de cocinarlo, y está muy pulido el grano, algunos nutrimentos se disuelven en el agua de lavado.

## **Pudín tropical de arroz (Filipinas)**

### *Ingredientes:*

- 1 taza de arroz blanco
- 2 tazas de agua
- 2 tazas de leche
- 1 c dita. de sal
- 1 cda. de margarina (o mantequilla)
- 2 huevos (separe yemas y claras)
- 1 taza con mitad crema + mitad leche
- 1/2 taza de azúcar
- 2 cditas. de vainilla (extracto)
- 1 lata (1 lb ó 454 g) de piña partida en trozos pequeños (sin el líquido)
- 1/2 taza de coco (cortado en hojuelas semitostadas en horno o sartén)

### *Preparación:*

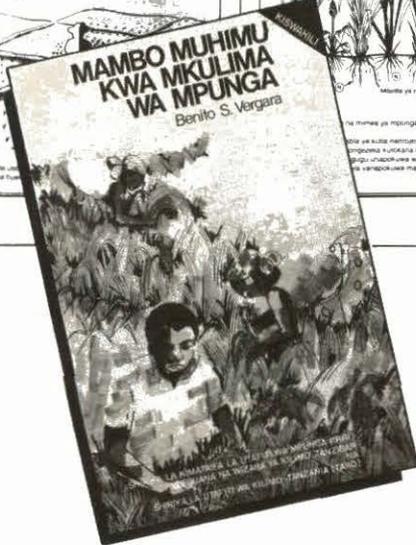
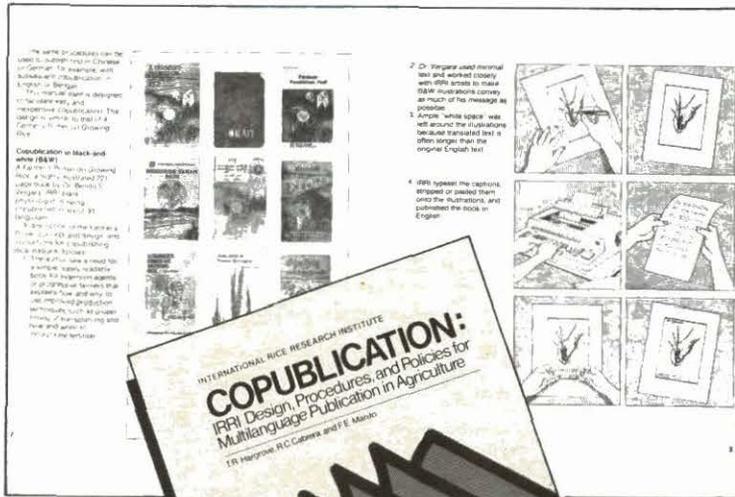
Mezcle el arroz, el agua, la leche, la sal y la margarina en una olla (3 lt de capacidad). Haga hervir la mezcla; luego cubra la olla y cocine a fuego lento durante 30 minutos, agitando de vez en cuando. Bata las yemas; añádales la taza de crema + leche. Agregue esta mezcla al arroz ya cocido. Añada azúcar (1/4 de taza) y la vainilla. Cocine a fuego medio durante 3 minutos. Deje enfriar la olla. Bata las claras con el resto del azúcar hasta darles consistencia dura (sin que se sequen); incorpore suavemente este batido al pudín. Traslade éste con cuchara a la fuente en que se servirá. Distribuya la piña sobre el pudín. Cubra con las hojuelas de coco. Sírvalo frío. Obtiene de 6 a 8 porciones.

### *Notas:*

- cda. = cucharada;
- cdita. = cucharadita;
- fuego lento = cerca de ebullición: hay burbujas en la superficie.

## **Contacto con el Programa**

El Dr. César Martínez es el coordinador encargado del Programa de Arroz del CIAT hasta septiembre de este año, aproximadamente. El Dr. Martínez es fitomejorador del mismo programa. Su dirección es la del CIAT, Télex 05769 CIAT CO, Fax 57-23-647243, tel. 57-23-675050, en Cali, Colombia.



Esta es una muestra del proyecto de copublicación de manuales técnicos sobre el cultivo del arroz iniciado por el IRRI a principios de los ochenta. El **Manual para el nuevo arrocero**, versión española de "A Farmer's Primer on Growing Rice", ha sido copublicado en otros 39 idiomas de Asia y Africa; se conocen dos copublicaciones en español (IRRI para el Caribe y Perú) y se prepara otra en México. **Problemas del cultivo del arroz en los trópicos** ha sido traducido del inglés ("Field Problems of Tropical Rice") y publicado en 23 idiomas en Asia. Una veintena de estos manuales—la versión práctica de la ciencia del arroz—se copublica regularmente en diversos países orientales y africanos. La Unidad de Publicación del CIAT está aplicando esta técnica a manuales de frijol (con futura copublicación en inglés y francés en países de Africa), y piensa hacerlo también con títulos escogidos de la colección del IRRI ya mencionada. Un publicista de Palmira, Colombia (ver p. 11), estableció ya un convenio de copublicación con el IRRI.