

EVALUACIÓN DE OCHO CULTIVARES DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) EN CONDICIONES DE SECANO

Elizabeth Cristo[✉], María C. González, R. Polón, Regla M. Cárdenas y J. Rodríguez

ABSTRACT. At “Los Palacios” Rice Research Station, belonging to the National Institute of Agricultural Sciences, during poorly rainy (cold), 1999 and rainy (spring), 2000 seasons, eight rice cultivars were evaluated under upland conditions, obtained by the national program of genetic breeding: INCA LP-9, INCA LP-8 varieties, and 8733, 8735, 3688, 3981, 8551, 8552 lines and the commercial “Perla de Cuba” as a check variety, on a Ferruginous Nodular Gley Hydromorphic soil. At harvest time, the final plant height, cycle, agricultural yield (t. ha⁻¹) and its components were evaluated, also the industrial yield (% of whole grains) as well as resistance to lodging, shattering, *Pyricularia grisea*, *Rhizoctonia solani*, *Sarocladium oryzae*, borer and grain spot. It was determined that 8735 and 3981 cultivars showed the best behavior, obtaining average yields of 3.18 t. ha⁻¹ and the industrial yield surpassed 52 % of total production when compared with “Perla de Cuba” production check. With regard to resistance aspects, genotypes had a good behavior in front of fungal diseases, such as *Pyricularia grisea* and *Rhizoctonia solani*.

Key words: rice, genotypes, drought, evaluation

RESUMEN. En la Estación Experimental del Arroz “Los Palacios”, perteneciente al Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, durante el período poco lluvioso (frío) del 1999 y lluvioso (primavera) del 2000, se evaluaron ocho cultivares de arroz en condiciones de secano, obtenidos en el programa de mejoramiento genético nacional: las variedades INCA LP-9, INCA LP-8 y las líneas 8733, 8735, 3688, 3981, 8551, 8552 y como testigo de producción, la variedad comercial “Perla de Cuba”, sobre un suelo Hidromórfico Gley Nodular Ferruginoso. Al momento de la cosecha se evaluaron la altura final de las plantas, el ciclo, el rendimiento agrícola (t. ha⁻¹) y sus componentes, el rendimiento industrial (% de granos enteros) así como la resistencia al acame, desgrane, *Pyricularia grisea*, *Rhizoctonia solani*, *Sarocladium oryzae*, bórer y el manchado del grano. Se encontró que los cultivares 8735 y 3981 fueron los de mejor comportamiento, con rendimientos promedio de 3.18 t. ha⁻¹ y el rendimiento industrial por encima de 52 % de enteros en comparación con el testigo de producción “Perla de Cuba”. En los aspectos de resistencia, los genotipos mostraron buen comportamiento ante la incidencia de las enfermedades fungosas como *Pyricularia grisea* y *Rhizoctonia solani*.

Palabras clave: arroz, genotipos, sequía, evaluación

INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa* L.) es el cereal más ampliamente cultivado en el mundo, con una producción promedio anual de aproximadamente 476 millones de toneladas métricas; constituye el alimento principal de más de dos mil millones de personas y las siembras ocupan unas 147 millones de hectáreas (1). En el mundo, el cultivo del arroz bajo riego ocupa el 55 % del área sembrada y aporta al consumo el 75 % de la producción, en tanto que el de zonas bajas inundables y altas favorecidas por las lluvias informan el 38 % del área arroceras total y refieren solamente el 21 % de la producción (1).

El área cultivada con arroz de temporal es tan extensa, que representa la sexta parte del área total culti-

vada en el mundo, que hasta un pequeño aumento del rendimiento influirá sustancialmente en la producción mundial de este grano (2). En Cuba, se cultiva más de una veintena de variedades de arroz en diferentes condiciones agroclimáticas, que van desde la siembra mecanizada con altos insumos hasta el método rústico empleado por los campesinos (3). Algo más de 100 000 hectáreas están siendo cultivadas, sin que posean un total aseguramiento de agua e insumo y potencialmente estas pueden ser incrementadas; esta situación ha conducido a la búsqueda de tecnologías y variedades adaptadas a las condiciones de secano, que permitan aumentar los rendimientos en estas áreas y disminuir el consumo de agua, posibilitando incrementos y mejor distribución de las zonas arroceras (4). La temática cobra especial importancia en el país, dada la necesidad de autoabastecernos del cereal en corto tiempo, para lo cual además del programa nacional de producción, se lleva a cabo un amplio movimiento de popularización del cultivo; se requiere en tal sentido de variedades y tecnologías que permitan una estabilidad productiva en diferentes

Ms.C. Elizabeth Cristo, Ms.C. Regla M. Cárdenas, Investigadores Agregados y Dr.C. R. Polón, Investigador Auxiliar, de la Estación Experimental del Arroz “Los Palacios”; Dra.C. María C. González, Investigador Titular y J. Rodríguez, Especialista del Departamento de Genética y Mejoramiento Vegetal, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, San José de las Lajas, La Habana, Cuba, CP 32 700.

✉ ecristo@inca.edu.cu

ecosistemas con variaciones en la humedad del suelo y bajos niveles de fertilizantes (4, 5).

Una alternativa para aumentar la producción arrocería nacional, sería ampliar el espectro de variedades tolerantes a la sequía, para ser utilizadas en áreas con déficit de agua, por lo que el presente trabajo propone evaluar el comportamiento de un grupo de genotipos cubanos de arroz en condiciones de secano, para seleccionar los de mejor comportamiento en tales condiciones.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos se realizaron en la Estación Experimental del Arroz "Los Palacios", perteneciente al Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Para ello se estudió el comportamiento de ocho cultivares de arroz en condiciones de secano (Tabla I), durante los períodos poco lluvioso (frío) de 1999 y lluvioso (primavera) del 2000, en un suelo Hidromórfico Gley Nodular Ferruginoso (6).

Tabla I. Variedades y líneas ensayadas y su procedencia

No.	Variedad	Origen	Procedencia
1	8552	Mutante 20 Gy	CUBA (EEA)
2	8733	Somaclón de la INCA LP-10	CUBA (EEA)
3	INCA LP-9	Somaclón Amistad -82	CUBA (EEA)
4	3688	Mutante J- 104	CUBA (IIA)
5	INCA LP- 8	Somaclón Amistad -82	CUBA (EEA)
6	3981	Mutante J- 104	CUBA (IIA)
7	8551	Mutante 20 Gy	CUBA (INCA)
8	8735	LP IG LP-10	CUBA (INCA)
9	Perla de Cuba	Desconocido	CUBA

La siembra se realizó a chorrillo con una distancia entre surcos de 15 cm y a una densidad de 130 kg.ha⁻¹; se empleó un diseño experimental de bloques al azar con cuatro réplicas para cada genotipo. Las parcelas experimentales tenían un área total de 100 m², de las cuales un área útil de 75 m² y las restantes de bordes; se efectuó el riego de germinación y cada vez que las plantas presentaron síntomas de marchitez temporal (hojas enrolladas), se le dio pases de agua con una norma de 600 m³. Las atenciones culturales se realizaron con guataquea y escarda manual, y la fertilización y las atenciones fitosanitarias se realizaron según el Instructivo técnico del arroz (7). Al momento de la cosecha se evaluaron los siguientes indicadores, utilizando el Sistema de evaluación estándar para el arroz (8), tanto caracteres cualitativos como cuantitativos, los que se relacionan a continuación:

- ⊕ Altura final (cm) (50 plantas tomadas al azar)
- ⊕ Panículas/m²
- ⊕ Granos llenos por panícula (gll/panícula)
- ⊕ Peso 1000 granos
- ⊕ Ciclo del cultivo (50 % de floración en días)
- ⊕ Rendimiento (t.ha⁻¹) (área de cálculo 8 m²)
- ⊕ Rendimiento industrial (una muestra de 1 kg de arroz cáscara seco), se evalúa porcentaje de granos enteros
- ⊕ Resistencia a *Pyricularia grisea*
- ⊕ Acame

- ⊕ Desgrane
- ⊕ Manchado del grano
- ⊕ *Rhizoctonia solani*
- ⊕ *Sarocladium oryzae*
- ⊕ Bórer

El comportamiento de las variables climáticas temperatura, precipitaciones y humedad relativa, se obtuvo de la Estación Meteorológica de Paso Real de San Diego (Figuras 1, 2 y 3).

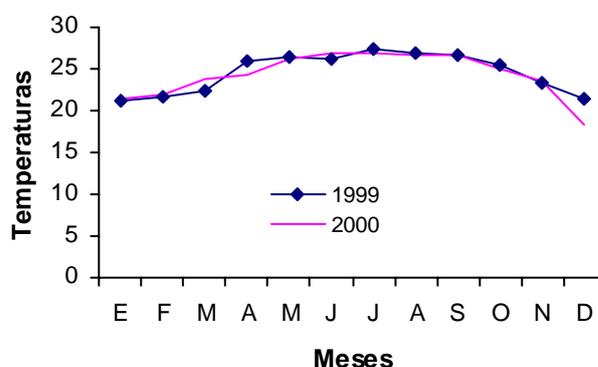


Figura 1. Temperatura media mensual (°C)

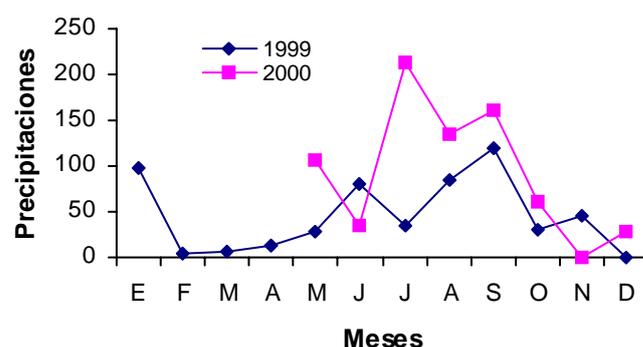


Figura 2. Precipitación media mensual (mm)

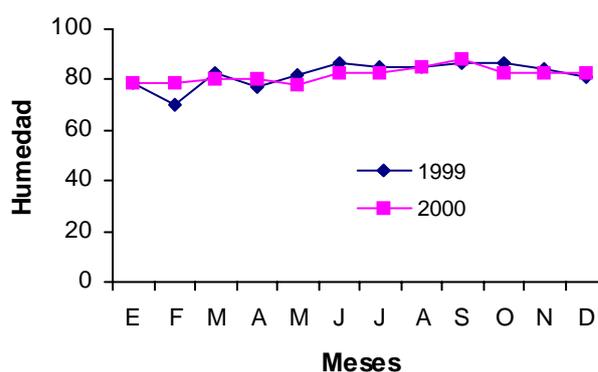


Figura 3. Humedad relativa media mensual (% MF)

Los datos fueron procesados mediante Análisis de Varianza de Clasificación Doble y las medias se docimaron por las pruebas de Rangos Múltiples de Duncan al 5 % de probabilidad del error.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al analizar los resultados obtenidos en la altura de las plantas (Tabla II), se observaron diferencias significativas entre los genotipos 3688 y 8735 con el resto de los materiales evaluados en el período poco lluvioso (frío), apreciándose que la línea 3688 tuvo la mayor altura tanto en la siembra del período poco lluvioso (frío) del 1999 como en el lluvioso (primavera) del 2000, y la línea 8735 también presenta en la época poco lluviosa (frío) la máxima altura, observándose una reducción en el resto de los cultivares, principalmente en la época lluviosa (primavera). Esto se debe a que los valores de precipitaciones que ocurrieron en la primera fenofase del cultivo (estado de plántulas) no lograron satisfacer sus demandas fisiológicas (Figura 2), manifestándose en una menor altura de las plantas, como primer síntoma de una deficiencia hídrica (estrés hídrico); al respecto, algunos investigadores plantearon que la primera respuesta de un cultivo, al someterse a un fuerte estrés hídrico, es una reducción en el alargamiento celular y por tanto el cultivo alcanzará menor altura (9, 10). Algunos trabajos realizados en condiciones de aniego corroboran la afectación que provocó el estrés hídrico, no solo en la fase de cambio de primordio y floración, sino también en la fase vegetativa (11).

Al analizar el número de panículas por metro cuadrado, se mostró que en la época poco lluviosa (frío), la única variedad que difiere del resto es la INCA LP-9 con el menor número de panículas; sin embargo, en la época lluviosa (primavera), no existe diferencia significativa entre el testigo de producción "Perla de Cuba" con los genotipos 8733, 3981 e INCA LP-9, donde se pudo apreciar en sentido general que en el período poco lluvioso (frío) del 1999, hubo un mayor ahijamiento que en el lluvioso (primavera), lo cual pudiera atribuirse al frío. Como las precipitaciones acaecidas en ese período eran insuficientes (Figura 2), fue necesario realizar pases de agua, ya que las plantas se encontraban con síntomas de marchitez. En estudios que evaluaron el comportamiento de tres somaclones de arroz para condiciones de secano favorecido, se obtuvo un mejor macollamiento en la época de frío que en la de primavera (12, 13).

En los granos llenos por panícula, no se encontraron diferencias significativas en ambos períodos de siembra, señalando que los cultivares alcanzaron valores muy buenos, teniendo en cuenta las condiciones en que se desarrollaron estos estudios.

Una característica sobresaliente de los arroces de temporal es su habilidad para producir en forma consistente panículas completamente fértiles, aún después de una sequía media, contribuyendo a la estabilidad de los rendimientos, aunque estos sean relativamente bajos (12).

El peso de 1000 granos mostró diferencias significativas entre todos los genotipos en comparación con el testigo "Perla de Cuba", destacándose las líneas 3688 y 8735 con los mayores pesos en ambos períodos de siembra.

Al analizar los resultados obtenidos en el rendimiento agrícola (Tabla III), se aprecian diferencias significativas entre los genotipos en estudio y la línea 8735 en el período poco lluvioso (frío) del 1999 y lluvioso (primavera) del 2000, destacándose esta línea con los más altos rendimientos agrícolas en ambas épocas entre todas las estudiadas, incluyendo el testigo de producción "Perla de Cuba", el cual obtuvo un rendimiento de 3.32 t. ha⁻¹ en el período de frío del 1999 y 3.14 t. ha⁻¹ en la de primavera del 2000, presentando esta línea un buen comportamiento en sus componentes de rendimiento, aunque muchos genotipos presentaron mejor comportamiento que el testigo "Perla de Cuba" para ambos períodos de siembra en estas condiciones de secano, como es el caso 3981 y INCA LP-9 en la época de frío del 1999 y los cultivares 8733, 3688, 3981, INCA LP-8, sin diferencia significativa con el testigo "Perla de Cuba" en la primavera del 2000. Si se observa la Figura 2, se aprecia que las precipitaciones que ocurrieron durante el período son insuficientes para obtener rendimientos aceptables (alrededor de las 3 t. ha⁻¹), si el cultivo solo va a depender de agua de lluvia. En algunos estudios, se ha encontrado que el arroz de temporal o secano favorecido necesita como mínimo 300 mm al mes ó 100 mm decenales (14). Resultados similares fueron obtenidos en la evaluación de seis cultivares de arroz para siembras en secano favorecido (13).

Tabla II. Altura final de las plantas y componentes del rendimiento

Genotipos	Altura (cm)		Panículas/m ²		Granos llenos/panícula		Peso 1000 granos	
	Frío 1999	Primavera 2000	Frío 1999	Primavera 2000	Frío 1999	Primavera 2000	Frío 1999	Primavera 2000
8552	79.50 b	72.25 b	295 a	297 a	85	86	27.6 d	27.4 de
8733	80.00 b	72.50 b	299 a	191 b	86	83	25.8 e	25.6 f
INCA LP-9	74.50 b	68.75 b	210 b	196 b	92	85	27.8 d	28.1 c
3688	91.50 a	78.00 a	274 a	261 a	80	84	31.8 a	31.8 a
INCA LP-8	75.00 b	68.75 b	312 a	297 a	83	84	29.3 c	28.9 c
3981	79.75 b	70.25 b	293 a	212 b	92	91	30.1 b	27.6 d
8551	75.50 b	72.25 b	282 a	279 a	77	73	29.9 bc	29.7 b
8735	88.50 a	73.00 b	323 a	298 a	80	79	31.4 a	31.1 a
Perla (T)	74.50 b	72.50 b	340 a	206 b	81	71	27.6 d	26.9 e
X	79.86	72.02	292	249	84	82	29.06	28.60
ESx	2.78 *	1.55 *	21.14 *	15.13 *	5.22	8.33	0.23*	0.27 *

Medias con letras iguales no difieren significativamente entre sí para una probabilidad del 0.05 % de error

En el rendimiento industrial (% de enteros) (Tabla III), el cual ha constituido una seria limitante para muchos genotipos, los porcentajes de enteros están por encima de lo requerido para que una variedad sea aceptable, aunque se destacaron las líneas 8551, 8735, 8552, 8733, 3981 y las variedades INCA LP-9, INCA LP-8 y "Perla de Cuba" en ambas campañas con más de un 52 % de enteros, coincidiendo con lo señalado en estudios en la misma zona, que obtuvieron para la variedad "Perla de Cuba" un 54 % de granos enteros en aniego y un 52 % en secano favorecido (4, 13), respectivamente, mientras que la línea 3688 fue la de menor porcentaje de enteros, lo que pudo atribuirse a que esta presentaba mayor cantidad de agua en el grano, lo cual pudo facilitarle la fisura (15).

En cuanto a la resistencia al acame (Tabla IV), los genotipos presentaron un buen comportamiento, evaluándose de resistentes en el período poco lluvioso (frío del 1999) y solo el genotipo 3688 mostró ser intermedio en el período lluvioso (primavera del 2000). En el desgrane, solo la línea 3981 se presentó al evaluarse como moderadamente susceptible en ambos períodos de siembra, aunque esto no impidió que se obtuvieran rendimientos acep-

tables; las líneas 3688 y 8735 fueron las únicas resistencias para ambos períodos; sin embargo, la 8551 se presentó resistente en el período lluvioso (primavera del 2000).

La piriculariosis es la enfermedad más importante que afecta al cultivo del arroz en el mundo; todos los genotipos evaluados presentaron buen comportamiento ante la enfermedad en el período poco lluvioso (frío del 1999); sin embargo, en el período lluvioso solamente las líneas 8733, 8551 y 8555 fueron las de mejor comportamiento frente al añublo del arroz. Esto pudo deberse a que, al parecer, estas líneas presentaron mayor resistencia al tipo de linaje o razas del patógeno que se presentó en estas condiciones y en este período de siembra. No obstante, estudios realizados en el cultivo del arroz han mostrado que en Cuba no existen variedades resistentes a todos los patotipos del hongo *Pyricularia grisea*, sino resistentes a algunas razas del hongo y constituyen patodermos verticales para el mejoramiento genético de este cultivo (16, 17). Al analizar las condiciones climáticas (temperatura y humedad relativa), como se observa en las Figuras 1 y 3, se aprecia que solo las temperaturas se mantuvieron favorables al desarrollo de la enfermedad

Tabla III. Comportamiento de los rendimientos agrícola e industrial en los cultivares de arroz en condiciones de secano

No.	Genotipos	Rendimiento t.ha ⁻¹ al 14 % de humedad		Ciclo (días)	Rendimiento industrial % enteros al 11 % de humedad	
		Frío 1999	Primavera 2000		Frío 1999	Primavera 2000
1	8552	1.38 b	1.30 b	129	53	55
2	8733	2.00 b	2.00 ab	123	52	53
3	INCA LP-9	2.37ab	1.35 b	125	53	54
4	3688	2.00 b	2.00 ab	121	46	48
5	INCA LP-8	2.08 b	2.04 ab	110	54	54
6	3981	2.43 ab	2.41 ab	112	52	53
7	8551	2.00 b	1.32 b	128	55	56
8	8735	3.32 a	3.14 a	135	54	55
9	Perla (T)	2.05 b	2.07 ab	130	52	53
	X	2.12	2.00			
	ESx	0.083*	0.053*			

Medias con letras iguales no difieren significativamente, según la prueba de Duncan al 5 % de probabilidad del error

Tabla IV. Resistencia de los genotipos a las principales enfermedades

No	Genotipos	Resistencias frío, 1999 y primavera, 2000															
		F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P		
		A	A	D	D	Pg	Pg	M	M	R	R	S	S	B	B		
1	8552	R	R	I	I	R	S	S	S	-	R	-	I	R	R		
2	8733	R	R	I	I	R	R	S	S	R	R	S	S	R	R		
3	LP-9	R	R	I	I	R	S	S	S	R	R	S	S	R	R		
4	3688	R	I	R	R	R	S	S	S	R	S	-	S	-	-		
5	LP-8	R	R	I	I	R	S	S	S	-	S	-	S	R	R		
6	3981	R	R	MS	MS	R	S	S	S	R	R	R	R	R	R		
7	8551	R	R	I	R	R	R	S	S	R	R	S	S	R	R		
8	8735	R	R	R	R	R	R	S	S	R	R	R	R	R	R		
9	Perla (T)	R	R	I	I	R	S	S	S	R	S	I	I	R	R		

A: Acame

R: *Rhizoctonia solani*

D: Desgrane

S: *Sarocladium oryzae*

M: Manchado

B: Bórer

Pg: *Pyricularia grisea*

R: Resistente; I: Intermedia; MS: Medianamente susceptible; S: Susceptible, F: Frío y P: Primavera

entre 20-30°C, pues la HR estuvo generalmente por debajo de 90 %, siendo necesario para el éxito de la infección una humedad relativa (HR) por encima del 90 %.

Para el manchado del grano, se aprecia en la Tabla IV una susceptibilidad general a esta patología para ambos períodos de siembra, lo que sugiere que las condiciones de estrés por sequía entre otras causas hacen favorables su incidencia, debido al desbalance en los procesos fisiológicos de la planta, que traen consigo la inhibición de los mecanismos de defensa de la planta y, por tanto, se favorece la presencia de microorganismos que son capaces de afectar al grano; estos resultados coinciden con otros, que indicaron que el manchado del grano es un desorden nutricional, cuya causa primaria no es ningún tipo de hongo (2, 16).

También se pudo constatar que todo el material evaluado en este período presentó un buen comportamiento a *Rhizoctonia solani* en el período poco lluvioso (frío del 1999) y las líneas 3688, INCA LP-8 y la variedad comercial "Perla de Cuba" mostraron susceptibilidad a este patógeno. En cuanto al *Sarocladium*, las líneas 3981 y 8735 fueron resistentes a este hongo en ambos períodos de siembra y referente al bórer, las líneas mostraron un comportamiento adecuado en ambos períodos.

REFERENCIAS

1. Cordero, V. y Rivero, L. E. Principales enfermedades fungosas que inciden en el cultivo del arroz en Cuba. La Habana : MINAGRI, 2001.
2. Castaño, J. Etiología del manchado del grano en arroz de secano en Colombia e Indonesia. *Arroz*, 1998, vol. 47, no. 413, p. 24-28.
3. González, C. M. Obtención de nuevas variedades de arroz mediante el empleo de técnicas biotecnológicas y nucleares. Informe Final de Proyecto. La Habana, 2002.
4. Alfonso, R. V. Determinación de los parámetros genéticos-fisiológicos indicadores del estrés hídrico para su empleo en el mejoramiento genético del arroz (*Oryza sativa* L.) y la estabilidad varietal. [Tesis de grado]; INCA, 1998. 86 p.
5. IRRI. Research program upland rice ecosystem. Program Report for 1992. Los Baños, 1993. 118 p.
6. CUBA, MINAGRI. Instituto de Suelos. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. La Habana : Agrinfor, 1999. 64 p.
7. CUBA, MINAGRI. Instructivo técnico del cultivo del arroz, 2000.
8. IRRI. Standard evaluation system for rice. INGER. Genetic Resources Center. Philippines, 1996, 18 p.
9. Blum, A. Selection sustained production in water deficit environment. A. Blum. En: International Crop Science Society of America, 1999. 347 p.
10. Sharma, D. K. y Kumar, A. Effect of water stress on plant water relation and yield of varieties of Indian Mustrod (*Brassica juncea*). *Ind. J. Agric. Sci*, 1999, vol. 59, no. 5, p. 81-85.
11. Sano, V. Inheritance of physiological characters. Science of plant. Tanake Matsuo /et al./. Food and Agriculture Policy Research Center Tokyo, 1997. 469 p.
12. Aguilar, M. P. Funciones del agua. En: Cultivo del arroz en el sur de España. Centro de Investigación y Formación Agraria. Las Torres-Tomejil. España, 2001, p. 85-87.
13. Moreno, I. Comportamiento de tres nuevas variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) para condiciones de secano y secano favorecido en la Isla de la Juventud. *Cultivos Tropicales*, 2001, vol. 22, no. 1, p. 27-30.
14. Datta, S. K. de. El arroz de temporal en el mundo. Arroz de temporal: Investigaciones sobresalientes. C. México: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 1982.
15. Damanso, C. Algunos aspectos relacionados con la calidad del grano del arroz. Conferencia, 2000.
16. Cárdenas, R.; Cristo, E. y Pérez, N. Variedades cubanas de arroz (*Oryza sativa* L.) promisorias para la provincia de Pinar del Río tolerantes al tizón de la hoja (*Pyricularia grisea*). *Cultivos Tropicales*, 2002, vol. 23, no. 1, p. 53-56.
17. Cárdenas, R.; Cordero, V.; Pérez, N.; Cristo, E. y Gel, I. Utilización de una nueva metodología par la evaluación de arroz (*Oryza sativa* L.) ante la infección producida por el hongo *Pyricularia grisea*. *Cultivos Tropicales*, 2000, vol. 21, no. 1, p. 63-66.

Recibido: 5 de septiembre de 2003

Aceptado: 6 de mayo de 2004