

## EVALUACIÓN COMPARATIVA DE HÍBRIDOS Y VARIEDADES DE ARROZ EN LOS LLANOS CENTROCCIDENTALES DE VENEZUELA

### ASSOCIATION BETWEEN VARIETAL TRAITS AND DAMAGE CAUSED BY THE SUGARCANE STEMBORER IN PORTUGUESA, VENEZUELA

Rosa M. Álvarez\*, Mónica Pérez\*\*, Edicta Reyes\*, Orlando J. Moreno\*, Nelly Delgado\*, Gelis T. Torrealba\*\*\*, Marco A. Acevedo\*\*\*, William A. Castrillo\*\*\*, María I. Navas\*\*\*\*, Marbelys Salazar\*\*\*\*, Orlando J. Torres\*\*\*\*, Edgar A. Torres\*\*\*\*\*, Pedro J. García\* y Alberto Pérez\*

\*Investigadores. INIA. Centro de Investigaciones Agropecuarias del Estado Portuguesa, Araure, Apdo. 102;

\*\*\*CIAE-Guárico, Calabozo, Apdo. 14; \*\*\*\*CIAE-Barinas, Barinas, Apdo. 170, respectivamente.

\*\*Tesisista UNELLEZ, Mesa de Cavacas, Guanare.

\*\*\*\*\*Investigador Fondo Latinoamericano y del Caribe de Arroz con Riego. FLAR.  
Centro Internacional de Agricultura Tropical Palmira, Cali, Colombia.

#### RESUMEN

El arroz, *Oryza sativa* L., es uno de los cereales de mayor producción a nivel mundial. Sin embargo, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) estima que para el año 2025 se requerirán aproximadamente 190 millones de toneladas adicionales de arroz a las ya producidas mundialmente. Por esta razón, los centros de investigación en arroz están trabajando en otras alternativas que permitan asegurar la producción del cereal; siendo una de estas, la producción de híbridos de arroz. El objetivo de este estudio fue evaluar el comportamiento agronómico de un conjunto de híbridos de arroz provenientes de Asia y compararlos con variedades locales e introducidas. Las evaluaciones se condujeron en el ciclo de lluvias de 2001, en el estado Portuguesa, Venezuela, utilizando un diseño experimental de bloques aumentados de Federer. Se evaluaron 27 híbridos y 29 variedades élites, y como testigos 3 híbridos y 4 variedades comerciales de Asia y 1 variedad local (FONAIAP 1). Los resultados indican que los híbridos superaron en 17% a las variedades en rendimiento de granos, lo cual fue dado por una mayor longitud de panículas, número de granos por panícula y fertilidad de la panícula. No obstante, presentaron problemas agronómicos relacionados con volcamiento (acame) y calidad de grano.

**Palabras Clave:** *Oryza sativa* L.; híbridos; bloques aumentados de Federer.

#### SUMMARY

Rice, *Oryza sativa* L., is one of the most important cultivated cereals in the planet. However the FAO estimates that for the year 2025 it will be required approximately 190 million tons of rice in addition to the actual world production. For this reason, the Research Centers of Rice have oriented their researches towards new alternatives to assure the production of this cereal. One of those alternatives is the production of hybrids. The objective of this study was to evaluate the agronomic performance of hybrids coming from Asia and to compare them with foreign and local varieties. The evaluation was carried out during the rainy season of the year 2001, in Portuguesa state, Venezuela, using an experimental design of increased blocks of Federer. We evaluated 27 elite hybrids, 29 elite's varieties, and as check, 3 commercial hybrids, 4 commercial varieties from Asia, and 1 local commercial variety (FONAIAP 1). The results indicated that the hybrids were 17% superior than the varieties with regard to grain yield. This was caused by higher panicles length, more number of grains for panicle and higher fertility. Nevertheless, they presented low potential to commercial production due to the problems with lodging incidence and high percentage of chalkiness and white belly in the grains.

**Key Words:** *Oryza sativa* L.; hybrid; increased block of Federer.

RECIBIDO: octubre 10, 2006

ACEPTADO: mayo 15, 2007

## INTRODUCCIÓN

El cultivo del arroz, *Oryza sativa* L., comenzó hace casi 10 000 años, en muchas regiones húmedas de Asia tropical y subtropical. Su origen se sitúa en el Sur de China, esta planta acuática ya era cultivada en el quinto milenio antes de Cristo a Orillas del Río Azul; de allí se extendería por toda Asia y África y luego llegaría a la cuenca del Mediterráneo, de donde cruzaría el Atlántico para llegar a América y establecerse tanto en el norte como en el Sur; en la actualidad se conocen 24 especies dentro del género "Oryza" (Acevedo *et al.*, 2006).

Este cultivo es el alimento básico para más de la mitad de la población mundial. A pesar de que en la India el arroz silvestre, "wild rice", contiene mayor cantidad de fibra y potasio, gran parte de los arroces comerciales tienen propiedades nutritivas parecidas, variando sólo en su sabor y textura (Polo, 2006).

A nivel mundial, el arroz ocupa el segundo lugar después del trigo si se considera la superficie cosechada, pero si se considera su importancia como cultivo alimenticio, el arroz proporciona más calorías (80%) por hectárea que cualquier otro cultivo de cereales. Además de su importancia como alimento, el arroz proporciona empleo al mayor sector de la población rural de la mayor parte de Asia meridional y oriental, aunque también es ampliamente cultivado en África, América, y en algunos puntos de Europa meridional, sobre todo en las regiones mediterráneas (AIA, 2004).

Este cultivo se siembra en 110 países, pero los principales exportadores no son los principales productores, puesto que éste se consume casi en su totalidad en donde se produce, con la excepción de Estados Unidos. Esto significa que sólo el 5 ó 6% de la producción llega al mercado mundial. El 90% de los arrozales se encuentran en Asia, continente que responde por el 86% de la cosecha mundial. África, América y 5 países de la Unión Europea (Italia, España, Portugal, Francia y Grecia) se reparten el resto de la producción (Acevedo *et al.*, 2006).

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2001) estima que para el año 2025 se requerirán aproximadamente 190 millones de toneladas adicionales de arroz, lo que implica, con los rendimientos actuales, la siembra de 50 millones de hectáreas adicionales. Aunado a esto, se prevé que el consumo de arroz en muchos países asiáticos aumentará a mayor velocidad que el crecimiento demográfico.

Según un documento presentado en la XIX Reunión de la Comisión Internacional del Arroz (integrada por 61 países miembros) sobre la producción de Asia y el Pacífico, en el año 2001, para enfrentar la demanda futura, la producción actual de arroz debe tener un incremento de 18% anual. Sin embargo, se conoce que la tasa de crecimiento de la producción de arroz correspondiente al decenio 1975 - 1985 fue de 3,2%, disminuyendo a 1,7% en el decenio 1985 - 1995, y continúa reduciéndose (FAO, 2001). Se anticipa que de los próximos 10 a 20 años, conforme siga aumentando la población y disminuyendo la tasa de crecimiento de la producción de arroz, muchos países asiáticos dejarán de ser autosuficientes y se convertirán en importadores netos (AIA, 2004).

En la XIX Reunión de la Comisión Internacional del Arroz, los principales países productores mundiales plantearon incrementar el cultivo del arroz híbrido, como estrategia para aumentar la producción mundial del cereal, manteniendo las áreas sembradas debido al mayor potencial de rendimiento de los mismos, dado por un mayor número de granos por panícula, producción de materia seca, índice de cosecha y peso de 1000 granos, que se obtiene como consecuencia de la heterosis (Virmani, 1999; Fujimaki y Matsuba, 1997).

Los resultados de muchos años de investigación en China han demostrado que cerca del 95% de los híbridos rinden de 30 a 50% más que el mejor progenitor, fenómeno conocido en genética como heterobeltiosis y entre 20 ó 30% son más productivos que las mejores variedades utilizadas en la zona, conocido en genética como heterosis estándar, los mayores rendimientos se obtienen con híbridos más tardíos que en precoces, en la subespecie indica que en la subespecie japónica y en cruces de progenitores no relacionados. Sin embargo, a pesar de estos avances en pro de una mayor producción, la heterosis también causa un incremento de otros caracteres como la altura de planta en los materiales híbridos, generando un comportamiento indeseable, ya que contribuye a una mayor susceptibilidad al acame; para contrarrestar este efecto, todos los híbridos comerciales utilizan el gen de enanismo *sd1* común en muchos materiales semienanos (Fujimaki y Matsuba, 1997).

El híbrido del arroz fue desarrollado en la China en 1976, por el investigador Luang Long Ping, conocido como el padre del arroz híbrido, el ha desarrollado materiales con potencial de producción de 17 toneladas por hectárea. En china en el período 1976 a 2000 la superficie total dedicada al cultivo del arroz híbrido ascendió a 271 millones de hectáreas, con un aumento total de

producción de grano de 400 millones de toneladas. En Vietnam, se cultivan más de 480 000 hectáreas de arroz híbrido, y en India se plantaron 200 000 hectáreas en el 2001. El gobierno de Filipinas ha sido uno de los que más interés ha mostrado en la tecnología del arroz híbrido, con la esperanza de que les ayude a conseguir el ansiado objetivo de la autosuficiencia en arroz en su país (Cantrell, 2006).

En países de América Latina países como Brasil y Colombia, así como también Estados Unidos, han obtenido buenos resultados experimentales en rendimientos en granos con la utilización de híbridos, sin embargo, se ha dificultado la utilización de estos a escala comercial, principalmente por la susceptibilidad al acame, que han presentado la mayoría de los materiales probados, así como, al precio de la semilla por kg y la dificultad de la producción comercial de semilla.

En el año 2000, la compañía privada Rice Tec lanzó el primer híbrido comercial para cultivo en las áreas arroceras de Estados Unidos, el material fue nominado "XL 6". En ese año el rendimiento en granos promedio de dicho material fue 2 000 kg h<sup>-1</sup> más que las variedades comerciales en 19 ensayos en fincas de agricultores. En 2 años de siembra, superó a la variedad "Drew" en 96% de las pruebas en 2 098 kg h<sup>-1</sup>, y a la variedad "Wells" en el 100% en 1 561 kg h<sup>-1</sup>.

El ciclo del híbrido "XL 6" es intermedio similar a la variedad "Cocodrie" con un promedio de 109 días para la cosecha, éste es susceptible al acame, especialmente con altas dosis de nitrógeno y poco potasio y altas láminas de agua. La calidad molinera es inferior a las variedades comerciales con un promedio de 44%- 46% de grano entero (Rice Tec, 2001).

Algunas empresas como el Instituto Riograndese del Arroz (IRGA), en el estado de Río Grande do Sul en Brasil, han evaluado dichos materiales, obteniendo una mayor producción de granos superior a las variedades locales, sin embargo, presentan problemas de acame (Ric Tec, 2001).

Por su parte, Cuevas- Pérez *et al.* (1992) para América Latina y Acevedo *et al.* (2007) en Venezuela, han demostrados en sus estudios sobre la base genética del germoplasma de arroz que la diversidad de las variedades comerciales es muy estrecha, en vista de ello en el Centro Internacional Agricultura Tropical (CIAT-Colombia), se han desarrollado cruzamientos entre líneas de origen CIAT ampliamente adaptadas a la región, las cuales muestran considerable heterosis para macollamiento,

crecimiento vegetativo y potencial de rendimiento en granos, lo cual indica la posibilidad de producir híbridos sin necesidad de recurrir a materiales exóticos poco adaptados; es por ello que la Federación Nacional de Arroceros de Colombia (FEDEARROZ) propone que es posible a través del mejoramiento genético, convertir en líneas mantenedoras, variedades comerciales tropicales de amplia adaptabilidad, con resistencia a enfermedades y excelente calidad molinera.

Asia actualmente está explotando la mayor parte de las tierras aptas para el cultivo de arroz, se prevé que en pocos años este continente no va a poder expandir sus áreas de siembra, en África las tierras poseen una gran limitante al no contar con los recursos hídricos necesarios para cubrir los requerimientos del cultivo a gran escala, entonces parece que América Latina puede convertirse en el futuro, en el principal exportador de arroz, al contar con potencial de tierras y aguas aptas para este cereal; de aquí, que sea necesario incorporar la investigación de arroces híbridos en los programas de mejoramiento genético de los programas nacionales, a fin de iniciar en el mediano plazo el cultivo comercial y rentable arroces híbridos.

En Venezuela, desde inicios del 2000 el INIA ha estado evaluando híbridos de arroz provenientes de Asia, a través de viveros del Instituto Internacional de Investigaciones en Arroz (IRRI); en este sentido, el objetivo de este estudio fue evaluar el comportamiento genético y agronómico de un conjunto de híbridos de arroz provenientes del IRRI y comparar dicho comportamiento con variedades asiáticas y una local, durante el ciclo de lluvias del año 2001, en el estado Portuguesa.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los materiales evaluados (Cuadros 1 y 2) formaron parte del vivero de observación de híbridos del año 2001 (IRHON) del IRRI (Filipinas). Los mismos estuvieron formados por 27 híbridos élites y 29 variedades élites comerciales de Asia y como testigos 5 variedades comerciales, 4 de las cuales provinieron del IRRI y 1 variedad local (FONAIAP 1), esta última seleccionada por ser una variedad adaptada a las condiciones agro ecológicas donde se desarrollo el ensayo, aunado a su amplia aceptación en el mercado nacional por su buen comportamiento agronómico.

El experimento se llevó a cabo durante el ciclo de lluvias del año 2001, en el Campo Experimental del INIA, ubicado en Los Malabares, municipio Araure, estado Portuguesa (9°36'N, 69°13'O y 200 m.s.n.m.).

**CUADRO 1.** Materiales experimentales utilizados en el estudio comparativo, 2001.

Entrada	Híbridos	Origen	Entrada	Variedades	Origen
1	IR77256H	IRRI	28	IR58025B	IRRI
2	IR77845H	IRRI	29	IR62829B	IRRI
3	IR77257H	IRRI	30	IR68888B	IRRI
4	IR76701H	IRRI	31	IR68886B	IRRI
5	IR77843H	IRRI	32	BRB223-2-2-2-1R	Bangladesh
6	IR75582H	IRRI	33	IR34686-179-1-2-1R	IRRI
7	IR77255H	IRRI	34	IR59682-132-1-1-2R	IRRI
8	IR75228H	IRRI	35	IR60819-34-2R	IRRI
9	IR77254H	IRRI	36	IR69701-CP 38 C 1-304-1-1R	IRRI
10	IR75579H	IRRI	37	IR65622-151-1-2-2-2R	IRRI
11	IR76704H	IRRI	38	IR59606-119-3R	IRRI
12	IR77265H	IRRI	39	IR69726-54-3-1R	IRRI
13	IR75208H	IRRI	40	IR62653-8-3-3R	IRRI
14	IR75584H	IRRI	41	IR51078-33-2-1-1-3R	IRRI
15	IR77837H	IRRI	42	C7020-15R	Taiwán
16	IR77266H	IRRI	43	IR68078-15-2-1-2-2R	IRRI
17	IR75580H	IRRI	44	IR4563-52-1-3-6R	IRRI
18	IR69688H	IRRI	45	IR65383-35-3-2-1R	IRRI
19	IR69612H	IRRI	46	IR57301-158-1R	IRRI
20	IR77842H	IRRI	47	IR50360-121-3-3-3R	IRRI
21	IR75583H	IRRI	48	IR29723-43-3-2-1R	IRRI
22	IR77841H	IRRI	49	IR59544-110-2-3-2R	IRRI
23	IR75586H	IRRI	50	IR63908-46-2-2-2R	IRRI
24	IR76709H	IRRI	51	IR65483-14-1-4-13R	IRRI
25	IR77844H	IRRI	52	IR68077-37-2-2-3-2R	IRRI
26	IR75217H	IRRI	53	IR55178-3B-9-3R	IRRI
27	IR76715H	IRRI	54	IR67924-75-4-3-2R	IRRI
			55	RP2087-194-1-2-2R	India
			56	IR65515-47-2-1-19R	IRRI

Se utilizó el diseño experimental de bloques aumentados de Federer (Federer, 1961), con 4 bloques. La unidad experimental constó de 4 hileras de 5 metros de largo, separadas 0,30 cm (6 m<sup>2</sup>). La siembra se realizó el 26 de julio de 2001 con semilla pregerminada. El manejo agronómico empleado en el experimento fue similar al adoptado por los productores comerciales.

Los caracteres evaluados en el experimento fueron: floración inicio, 50% y 100%, aceptación fenotípica en floración (PAcp1); aceptación fenotípica en madurez (PAcp2); Ejerción de Panícula (Exs); desgrane predominante de la panícula (Thr); longitud de grano (GrL);

tolerancia al acame (Lg); altura de planta (Ht); número de plantas/metro (NPM); número de macollas /metro (NMM); número de panículas/metro (NPam); longitud de la panícula (PnL); número de granos vanos/panícula (NGV); número de granos llenos/panícula (SpFert); número de granos totales (NGT); peso de mil granos (GW); porcentaje de grano entero (GE); porcentaje de yeso (Y), porcentaje de panza blanca (PB), yeso más panza blanca (Y+PB) y el rendimiento de granos corregido a 14% de humedad, expresado en kg/ha (Yld). Para la evaluación de estas variables se utilizó las escalas del sistema de evaluación estándar en arroz.

**CUADRO 2.** Cultivares utilizados como testigo en el estudio comparativo, 2001.

Entradas	Cultivar	Origen	Tipo de material
56	IR64616H	IRRI	Híbrido
57	IR68284H	IRRI	Híbrido
58	IR71625H	IRRI	Híbrido
59	IR42	IRRI	Variedad
60	IR50	IRRI	Variedad
61	IR72	IRRI	Variedad
62	PSB RC2	Filipinas	Variedad
63	FONAIAP 1	Venezuela	Variedad

### Análisis Estadístico

En las investigaciones sobre mejoramiento de plantas, en las primeras etapas del proceso de mejora genética, el elevado número de genotipos, la escasez de semilla y la baja disponibilidad de recursos, no permiten plantear un diseño experimental que cumpla con el requisito de tener repeticiones de todos los tratamientos (Bargueño - Ferreira *et al.*, 2005).

Una práctica frecuente es intercalar testigos entre las líneas a evaluar y, por comparación directa con éstos, se seleccionan de manera rigurosa las variedades prometedoras, a lo cual Federer (1961) denominó diseños de bloques aumentados, generando la metodología de análisis, en donde los tratamientos repetidos se emplean para obtener una estimación del error experimental.

En consecuencia, los diseños aumentados contienen dos tipos de tratamientos, los estándar o testigos y los nuevos tratamientos o aumentados; estos últimos comúnmente se consideran efectos aleatorios, mientras que los tratamientos testigos son considerados efectos fijos (Federer *et al.*, 2001). Se calculó el Error Estándar para la diferencia entre un cultivar experimental y el testigo, utilizando la siguiente fórmula, según Martínez, 1987:

$$S3 = \sqrt{[CME (1 + 1/B + 1/C - 1/BC)]} \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde: B = número de bloques y C = número de testigos. Se realizaron pruebas de comparación de medias mediante la mínima diferencia significativa (MDS) al 5% de probabilidad.

El análisis de varianza (ANDEVA) para el conjunto de cultivares testigos (híbridos y variedades) se utilizó para estimar el error experimental y fue empleado para comparar el potencial de rendimiento en granos del grupo de variedades y de híbridos comerciales. Este análisis se realizó como bloques al azar con 4 repeticiones, ya que en cada bloque del experimento estuvieron presentes todos los testigos, de manera aleatorizada. Los análisis estadísticos se realizaron con el sistema GLM del programa SAS (2003).

La media del rendimiento del grupo de híbridos testigos sirvió como referencia para evaluar el potencial de los híbridos experimentales, mientras que la media del grupo de variedades testigos fue el valor utilizado para comparar las variedades experimentales. También se realizaron contrastes ortogonales, para comparar las diferencias en rendimiento entre el grupo de variedades y el grupo de híbridos testigos.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las comparaciones realizadas entre los dos grupos de testigos (híbridos y variedades), a través de los análisis de varianza (ANDEVA), no se observaron diferencias entre el grupo de híbridos y variedades para las variables NPM, NMM, NPmM, NGV y GW (Cuadro 3). No obstante, el análisis indicó que ambos grupos de cultivares (híbridos élites y variedades) evaluados, mostraron diferencias importantes entre sí ( $P \leq 0,01$  ó  $P \leq 0,05$ ) en lo que respecta a la Ht, PnL, SpFert, NGT, así como también para los GE, Y, PB y Y+PB.

En lo que respecta al rendimiento Yld, el análisis no detectó diferencias importantes al 5% de probabilidad; sin embargo, al ser menos estrictos, lo cual es permisible en este tipo de evaluaciones preliminares, se detectan diferencias estadísticas ( $P \leq 0,1$ ) entre ambos grupos de materiales experimentales. Resultados similares para rendimiento en granos en evaluaciones comparativas de híbridos y variedades fueron observados en trabajos realizados por Muñoz (1994), Virmani (1999) y Acevedo *et al.* (2003).

Los híbridos testigos rindieron 6 504 kg ha<sup>-1</sup>, mientras que el promedio de las variedades comerciales utilizadas como testigos fue de 5 052 kg, ver Cuadro 4. Un contraste realizado con ambos grupos de testigos (Análisis no mostrado) indicó que ambas medias fueron diferentes, lo cual sugiere un mayor nivel de productividad de los híbridos sobre las variedades.

**CUADRO 3.** Análisis de varianza para híbridos y variedades comerciales en el estudio comparativo, 2001.

Variable	Fuente de variación	Cuadrado Medio del error	Valor de F	Coefficiente de Variación (%)
Ht	Contraste	350,01	38,76**	6,40
NPM	Contraste	0,09	0,01	29,56
NMM	Contraste	10 161,08	0,58	30,35
NPaM	Contraste	105,80	0,35	24,45
PnL	Contraste	48,74	24,86**	6,33
NGV	Contraste	97,80	2,90	19,90
SPFert	Contraste	5 267,30	8,26*	15,58
NGT	Contraste	6 832,24	9,56**	14,85
GW	Contraste	4,58	1,00	12,95
GE	Contraste	124,19	5,37**	9,87
Y	Contraste	686,41	25,79**	22,69
PB	Contraste	663,36	20,79**	26,00
Y+PB	Contraste	1 158,78	15,17**	31,13
Yld	Contraste	11 039,00	3,74+	20,97

\*\* , \* y + indican significancia al 1%, 5% y 10%, respectivamente.

Los híbridos presentaron ciclo corto y aceptación fenotípica aceptable en floración, arquitectura de planta semiabierta con buen vigor y buena Exs de panículas (Cuadro 5). Sin embargo, a excepción del testigos IR68284H, todos los híbridos mostraron problemas importantes de volcamiento, durante la etapa de maduración, lo cual pudo estar influido por la mayor altura expresada en los cultivares híbridos (7%), y al sistema de cultivo empleado. En las variedades se observó un ciclo corto e intermedio y buena aceptación fenotípica en floración. Dentro de este grupo, el material con mejor comportamiento agronómico fue la variedad local FONAIAP 1, seguido de la variedad Filipina PSBRC2, ambos cultivares utilizados como testigo en este estudio.

Para la variable rendimiento de grano (Cuadros 5 y 6), se observó que el grupo de los híbridos superó a las variedades en 17% (diferencias significativas al 10%). Esta superioridad en rendimiento en los híbridos está dado por una mayor PnL, NGV y SpFert.

En su estudio, Muñoz (1994) señaló que sólo un híbrido con rendimiento de 8 300 kg h<sup>-1</sup>, superó a la variedad "Oryzica 1" utilizada como testigo, mientras la heterobeltiosis y heterosis estándar para este mismo carácter fueron de 21% y 10%, respectivamente.

Estudios conducidos por el IRRI que compararon los mejores híbridos con las mejores variedades comerciales

durante 1985 a 1995, mostraron un 17% de superioridad en rendimiento en granos de los primeros (Virmani 1999). Acevedo *et al.* (2003) indica heterosis de 16% sobre la variedad más utilizada comercialmente en experimento de comparación de rendimiento en granos.

**CUADRO 4.** Rendimiento en granos promedio de los cultivares testigos utilizados para realizar el análisis de varianza.

Testigos	Cultivar	Tipo de cultivar	Rendimiento
1	IR64616H	Híbrido	7 851
2	IR68284H	Híbrido	6 270
3	IR71625H	Híbrido	5 392
<b>Promedio de los Híbridos</b>			<b>6 504</b>
4	IR42	Variedad	4 823
5	IR50	Variedad	3 577
6	IR72	Variedad	5 277
7	PSB RC2	Variedad	5 397
8	FONAIAP-1	Variedad	6 184
<b>Promedio de las Variedades</b>			<b>5 052</b>
<b>MDS del ANOVA (5%)</b>			<b>2 783</b>
<b>MDS de Federer (5%)</b>			<b>2 569</b>

**CUADRO 5.** Rendimiento, componentes de rendimiento y calidad molinera ajustados de los híbridos élitos de arroz, 2001.

Nº	Designación	Rend. Ajustado	LonP Ajustado	NGV Ajustado	NGLL Ajustado	NGT Ajustado	PMG Ajustado	GE Ajustado	Y Ajustado	PB Ajustado	YPB Ajustado
1	IR77256H	4 611	28,96	37*	139	176	26	57	9*	1*	10*
2	IR77845H	4 795	28,52	17	211	228	25	56	14	22	36
3	IR77257H	4 663	29,93	36	220*	256*	30	52	19	18	37
4	IR76701H	5 691	30,13	39*	227*	266*	26	58	18	12	30
5	IR77843H	6 176	28,65	15	216*	231	28	66*	24	15	39
6	IR75582H	3 828*	26,42	22	160	182	29	48	40*	19	59*
7	IR77255H	2 508*	26,22	17	160	178	29	46	28	50	78*
8	IR75228H	5 015	27,67	28	189	217	22	49	32*	32*	64*
9	IR77254H	2 145*	29,18	28	168	195	24	51	36*	19	55
10	IR75579H	5 258	28,75	36	144	180	20*	47	12	7*	19*
11	IR76704H	2 654*	24,41*	13*	88*	101*	26	49	24	20	44
12	IR77265H	1 494*	26,22	30	133	163	26	44*	26	20	46
13	IR75208H	1 686*	26,47	31	145	177	24	49	20	17	37
14	IR75584H	5 240	27,00	25	149	174	25	51	23	28*	51
15	IR77266H	2 581*	27,03	13*	189	201	24	58	12	24	36
16	IR69688H	4 986	24,82*	21	144	165	26	48	20	34	54
17	IR69612H	7 051	24,17*	22	121	143	32*	58	21	15	36
18	IR77842H	4 980	24,76*	15	135	150	30	55	16	13	29
19	IR75583H	4 977	26,65	16	157	173	30	51	28	11	39
20	IR75586H	6 781	27,74	35	224*	259*	29	57	13	9	22*
21	IR77844H	6 860	27,64	65*	136	201	33*	59	19	4*	23
22	IR75217H	7 526	26,70	31	157	188	32*	57	17	2*	19*
23	IR76715H	7 405	24,65*	16	177	193	28	59	19	15	34
	<b>Mds( 5%)</b>	<b>2 569</b>	<b>3</b>	<b>11</b>	<b>46</b>	<b>49</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>16</b>
	<b>Media testigos</b>	<b>6 504</b>	<b>27,07</b>	<b>26,43</b>	<b>164,74</b>	<b>191,17</b>	<b>26,39</b>	<b>53,78</b>	<b>21,89</b>	<b>42,22</b>	<b>64,11</b>
	<b>Media general</b>	<b>6 235</b>	<b>27,98</b>	<b>21</b>	<b>179</b>	<b>200</b>	<b>26,39</b>	<b>54</b>	<b>22</b>	<b>39</b>	<b>61</b>

Ren: Rendimiento; LonP: Longitud de la panícula; NGV: Número de granos vanos por panícula; NGLL: Número de granos llenos por panícula; NGT: Número de granos totales; PMG: Peso de mil granos; GE: Grano entero; Y: Yeso; PB: Panza blanca; YPB: Yeso + Panza blanca; \*Diferencia significativa para un  $\alpha= 0,05$ , según la prueba de la mínima diferencia significativa (Mds).

**CUADRO 6.** Rendimiento, componentes de rendimiento y calidad Molinera ajustados de las variedades de arroz, 2001.

Nº	Designación	Rend. Ajustado	LonP Ajustado	NGV Ajustado	NGLL Ajustado	NGT Ajustado	PMG Ajustado	GE Ajustado	Y Ajustado	PB Ajustado	YPB Ajustado
1	BRB223-2-2-2-1R	4 290	23,06	34	218*	253*	26,14	53	13	22*	35*
2	IR34686-179-1-2-1R	5 007	25,80	4*	59*	63*	32,74*	64	21*	81*	100*
3	IR59682-132-1-1-2R	6 142	26,62	17	206	223	23,97	47*	9	4	13
4	IR58025B	6 410	25,54	40	185	225*	24,24	60	15	10	25
5	IR60819-34-2R	5 477	25,85	14	174	189	26,34	58	18	28*	46*
6	IR69701-CP 38 C 1-304-1-1R	4 979	25,02	4*	136	140	27,85	63	22*	16	38*
7	IR62829B	4 701	24,49	12	156	168	23,78	51	29*	28*	57*
8	IR65622-151-1-2-2-2R	5 013	25,43	24	190	215	28,73	52	37*	40*	77*
9	IR59606-119-3R	7 189	25,13	12	129	141	28,55	53	18	57*	76*
10	IR69726-54-3-1R	4 015	29,14*	35*	213*	247	26,87	54	18	9	28
11	IR62653-8-3-3R	4 457	25,47	24	88*	112*	26,98	59	9	6	16
12	IR51078-33-2-1-1-3R	6 054	23,86	16	162	177	27,71	57	12	6	19
13	C7020-15R	1 670*	25,38	35*	170	205	27,62	56	15	9	25
14	IR68078-15-2-1-2-2R	4 945	26,71	19	166	185	28,23	52	27	37*	65*
15	IR4563-52-1-3-6R	4 376	25,43	14	163	177	23,47	62	42	33*	75*
16	IR57301-158-1R	3 972	24,07	23	164	159	24,69	61	17	26*	43*
17	IR50360-121-3-3-3R	5 009	22,53*	6*	165	110*	23,01	66	9	8	17
18	IR29723-43-3-2-1R	4 434	26,74	23	166	158	27,27	65	23*	55*	79*
19	IR59544-110-2-3-2R	4 954	26,37	15	167	166	27,28	59	26*	13	39*
20	IR68886B	4 669	21,77*	23	168	138	23,09	55	18	85*	100*
21	IR63908-46-2-2-2R	5 747	24,75	29*	169	215	26,49	61	24	5	29
22	IR65483-14-1-4-13R	3 984	23,35	19	170	163	22,7*	61	11	17*	28
23	IR55178-3B-9-3R	5 802	27,85*	24	161	185	26,70	63	61*	17*	78*
24	IR67924-75-4-3-2R	4 574	28,81*	19	191	210	23,56	54	11	9	20
25	RP2087-194-1-2-2R	4 844	22,47*	16	185	201	20,34*	62	15	6	21
	<b>Mds(t, 5%)</b>	<b>2.355</b>	<b>2,48</b>	<b>10</b>	<b>45</b>	<b>47</b>	<b>3,80</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>16</b>
	<b>Media Testigos</b>	<b>5.052</b>	<b>25,27</b>	<b>20,04</b>	<b>164,84</b>	<b>177</b>	<b>25,93</b>	<b>58</b>	<b>10,80</b>	<b>6,6</b>	<b>17,40</b>
	<b>Promedio general</b>	<b>5.212</b>	<b>25,10</b>	<b>17</b>	<b>150</b>	<b>167</b>	<b>27,27</b>	<b>58</b>	<b>11</b>	<b>7</b>	<b>18</b>

Yld: Rendimiento; LonP: Longitud de la panícula; NGV: Número de granos vanos por panícula; NGLL: Número de granos llenos por panícula; NGT: Número de granos totales; PMG: Peso de mil granos; GE: Grano entero; Y: Yeso; PB: Panza blanca; YPB: Yeso + Panza blanca; \*Diferencia significativa para un  $\alpha=0,05$ , según la prueba de la mínima diferencia significativa (Mds).

En cuanto a calidad molinera se observaron diferencias significativas para GE. Sin embargo, ambos grupos presentaron GE aceptables, de acuerdo al estándar utilizado por la agroindustria venezolana (> 50%). En cuanto a la apariencia del grano, el análisis arroja diferencias altamente significativa para Y, Y+ PB, a favor de las variedades; la mayoría de los materiales evaluados tuvieron altos valores de Y y PB.

Tanto los híbridos como las variedades evaluadas presentaron arquitectura de planta semiabierta, buen vigor y buena Exs, además de valores similares para algunos componentes de rendimientos tales como NPM, NMM, NPAM, NGV y GW. Los híbridos expresaron valores superiores al de las variedades en Ht, GrL, NGV y SpFert, lo cual le confirieron un potencial de rendimiento superior. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por RiceTec (2001); Virmani (1999); Fujimaki y Matsuba (1997); Acevedo *et al.* (2003).

Los resultados obtenidos en este trabajo, con respecto a rendimiento, se observa que en la búsqueda de romper el techo de producción en arroz, hace falta resolver algunos problemas inherentes a los cultivares híbridos, que los limita agronómicamente, tal como la alta susceptibilidad al volcamiento, presentado en la etapa de maduración de grano; esto coincide con los resultados obtenidos en el Instituto Riograndese del Arroz (IRGA) en 1999, cuando se evaluaron algunos híbridos provenientes de la compañía americana RiceTec Inc., los cuales presentaron problemas de vuelco (Rice Tec, 2001).

Otro aspecto importante y que limita la posibilidad de uso de los mismos, son los elevados niveles de PB tanto en los híbridos como en las variedades asiáticas evaluadas.

Es importante señalar que este germoplasma de arroz híbrido con características del tipo índica, fue generado para otros mercados y otros ambientes agroecológicos, lo que implica que no necesariamente deben satisfacer las demandas del mercado venezolano. Por lo tanto, si se quiere producir híbridos de arroz en América Latina, competitivos con las variedades locales, se debe recurrir al establecimiento de programas de mejoramiento genético orientado a la producción de híbridos de arroz tal como lo propone La Federación de Arroceros de Colombia, Fedearroz citado por Cuevas-Pérez *et al.* (1992).

## CONCLUSIONES

- Los híbridos superaron en rendimiento de granos de arroz paddy a las variedades en 17%.

- Los componentes de rendimiento que contribuyeron a la superioridad de los híbridos sobre las variedades fueron PnL, NGV y SpFert.
- Los híbridos en su mayoría presentaron problemas de acame o volcamiento.
- El cultivar con mejor comportamiento agronómico fue la variedad local FONAIAP 1.
- Las variedades superaron a los híbridos en calidad de grano, específicamente en lo relacionado con una mejor apariencia del grano (Y y PB).

## BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, M., W. Castrillo y U. Belmonte. 2006. Origen, diversidad y evolución del arroz. *Agronomía Trop.* 56(2):151-170 p.
- Acevedo, M., E. Torres, O. Moreno, R. Álvarez, O. Torres, W. Castrillo, G. Torrealba, E. Reyes, M. Salazar y M. Navas. 2007. Base genética de los cultivares de arroz de riego liberados en Venezuela. *Agronomía Trop.* 57(3):197-204.
- Acevedo, M., Y. Yong, W. Castrillo, G. Torrealba, L. Ji, P. Abreu y C. Ríos. 2003. Evaluación de híbridos de arroz en Venezuela. *Revista del Foro Arroceros Latinoamericano Vol 9, N° 2, ejemplar 18, noviembre 2003, p. 20-23.*
- Año Internacional del Arroz. 2004. (A. I. A). "El arroz es vida". Edición electrónica. Texto completo en <http://www.cinu.org.mx/prensa/especiales/2004>.
- Bargueño-Ferreira, J., A. Martínez-Garza, J. Crossa y A. Mastache-Lagunas. 2005. Diseños experimentales con testigos repetidos. *Agrociencia* 39:679-691 p.
- Cantrell, R. 2006. La importancia del arroz para la seguridad y la estabilidad mundiales. *Perspectivas Económicas*. Publicación electrónica del Departamento de Estado de Estados Unidos. Con autorización de *Perspectivas Económicas* para reproducirse fuera de los Estados Unidos <http://usinfo.state.gov/journals/jourspa.htm>.
- Cuevas-Pérez, F., E. Guimaraes, L. Berrio and D. González. 1992. Genetic base of irrigated rice in Latin American and Caribbean, 1971-1989. *Crop Science* 32: 1054-1059 p.

- Federer, W. T. 1961. Augmented designs with one – way elimination of heterogeneity. *Biometrics* 17(3):447-473.
- Federer, W. T., M. Reynolds y Crossa J. 2001. Combining results from augmented designs over sites. *Agronomy Journal* 93:389-395.
- Fujimaki, H., and K. Matsuba. 1997. Characteristics of hybrid rice. In science of rice plant, genetics. Food and Agricultural Policy Research Center. Tokio, Japón.
- Genetic Resources Actions Intemational. 2000. Hybrid rice in Asia: An unfolding threath. [www.grain.org](http://www.grain.org) consulta 9-12/09/2001.
- International Rice Research Institute (IRRI). 1996. Sistema de Evaluación Estándar para Arroz. Manila, Filipinas. 4a. Edición.
- Naciones Unidas. FAO. 2001. The state of food insecurity in the world. Disponible em: <<http://www.fao.org/Focus/E/home.l.htm>> Acceso em: 16/03/2000.
- Muñoz, D. 1994. Híbridos de arroz en Colombia. *Revista Arroz de las Américas*, vol 5, Nº 1. Boletín del programa de arroz del CIAT para investigadores de arroz en América Latina.
- Martínez, W. O. 1987. Uso de diseños aumentados en ensayos preliminares de rendimiento. *Revista ICA*, 22(2):92-96.
- Polo, V. M. 2006. El Arroz en el Mundo. **In:** Informe Red Telemática de Salud, Centro Nacional de Información de Ciencias Médicas, República de Cuba. Alina Pérez Martínez (Ed). Edición electrónica. Texto completo en <http://www.sld.cu/saludvida/temas.php>
- Rice Tec, Inc. 2001. Hybrid rice seed. [www.ricetec.com](http://www.ricetec.com) consult 13/09/2005.