

## Comportamiento de nueve híbridos de arroz en tres localidades de la República Dominicana

Ángel Adames<sup>1</sup>, Dámaso Flores<sup>1</sup> y Juliana Nova<sup>1</sup>

El arroz es una de las fuentes de alimento más importante del mundo, sin embargo, en los últimos años la tasa de crecimiento del rendimiento ha sido inferior a la tasa de crecimiento de la población. Para el 2025, la población demandará 200 millones de toneladas de arroz adicionales y los híbridos pueden ser una tecnología importante para suplir esa demanda. En tal sentido, esta investigación se desarrolló con el objetivo de evaluar el potencial productivo de nueve híbridos de arroz en tres localidades de la República Dominicana. Los experimentos se instalaron en la primera época de siembra del año 2012, en las localidades de Juma, Monseñor Nouel; Esperanza en Santiago Rodríguez y El Pozo en María Trinidad Sánchez, en la República Dominicana. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con nueve tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos fueron los cultivares: 'IR78386H', 'IR81958H', 'IR82372H', 'IR81265H', 'IR82363H', 'IR80228H', 'IR83199H', 'Metizo 3', 'PSBRc 82', 'Juma 67' e 'Idiaf 3'. El tamaño de la unidad experimental fue de 20 m<sup>2</sup> y el área útil de 10 m<sup>2</sup>. Las variables evaluadas fueron: días a floración, panículas/m<sup>2</sup>, espiguillas/panícula, peso 1000 granos, fertilidad de espiguillas, rendimiento y arroz entero. Se realizaron análisis de varianza y comparaciones de medias con Tukey ( $p < 0.05$ ), utilizando el paquete estadístico InfoStat (2008). En la localidad de Juma se encontró diferencias significativas ( $p = 0.0006$ ) entre los tratamientos, con relación al rendimiento, de igual manera en Esperanza ( $p = 0.0035$ ) y en El Pozo ( $p = 0.0663$ ). Con Juma 67 se obtuvo un rendimiento de 8,933.3 kg.ha<sup>-1</sup>, mientras que los híbridos Metizo 3 fue de 8,618.7 kg.ha<sup>-1</sup> e IR78386H con 8,566.7 kg.ha<sup>-1</sup>, los cuales superaron a los híbridos PSBRc 8 y IR80228H, en Juma. En Esperanza, con Juma 67 se obtuvo rendimiento de 8,200.0 kg.ha<sup>-1</sup> que estadísticamente superior a los híbridos IR82372H con 5,333.3 kg.ha<sup>-1</sup> e IR83199H con 5,166.7 kg.ha<sup>-1</sup>; mientras que en El Pozo, Idiaf 3 con 8,033.3 kg.ha<sup>-1</sup> superó a los híbridos IR83199H con 5,666.7 kg.ha<sup>-1</sup> y PSBRc 82 con 5,166.7 kg.ha<sup>-1</sup>. Estos resultados indican que las variedades convencionales Juma 67 e Idiaf 3 tienen potencial productivo igual o superior a los híbridos bajo estudio.

**Palabras clave:** heterosis, potencial productivo

### INTRODUCCIÓN

El arroz es una de las fuentes de alimento más importante del mundo. Según FAO (2006), el requerimiento mundial de arroz para el año 2025 será de 800 millones de toneladas y en la actualidad se producen sólo 600 millones, por lo que se requieren 200 millones adicionales para suplir la demanda de la población mundial. Estudios realizados por el IIRRI (1995), indican que aumentar el área de siembra es prácticamente imposible por lo que los científicos deben desarrollar cultivares cada vez más productivo. La relativa alta productividad de los híbridos se presenta como una alternativa a considerar para satisfacer la demanda de alimento de una población mundial creciente. Alvarado (1996), reporta que en los últimos años se ha observado un estancamiento en la productividad (7.0 a 9.0 t.ha<sup>-1</sup>), plantea que los métodos convencionales no han logrado desarrollar cultivares para incrementar el rendimiento y sugiere la utilización de metodologías de mejoramiento que permitan mejorar el potencial productivo del material genético actual. Este estancamiento en la productividad está asociado a la estrechez de la base genética del arroz, que ha sido señalada por varios autores como respon-

sable de la poca ganancia genética para rendimiento en granos, (Cuevas *et al.* 1992; Acevedo, *et al.* 2007).

El arroz híbrido es la explotación comercial de la primera generación F<sub>1</sub>, con el fin de aprovechar la heterosis o vigor híbrido. Esta tecnología fue desarrollada en China en el año 1976, por el investigador Luang Long Ping, conocido como el padre del arroz híbrido, el cual ha desarrollado materiales con potencial de producción de hasta 17 t.h<sup>-1</sup> (Cantrell 2006). En la década del 1970, científicos chinos demostraron que se puede aumentar el rendimiento de 15 a 20 % con la utilización de híbridos (Rodríguez *et al.* 2010). Según Virmani *et al.* (2005), 17 programas nacionales de mejoramiento de arroz están involucrados en el desarrollo de híbridos de arroz, estos son de: Bangladesh, Brasil, Colombia, Egipto, India, Indonesia, Corea del Norte, Corea del Sur, Japón, Malasia, Myanmar, Paquistán, Filipinas, Sri Lanka, Tailandia, Estados Unidos de América y Vietnam.

El cultivo de arroz híbrido se ha difundido en China, para el año 2008, el área de siembra alcanzó 18.6 millones de hectárea; 63 % del área total de China, con un ren-

<sup>1</sup> Investigadores en cereales. Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF), Tel. 809 296-2542. correo electrónico: yeisyani@yahoo.com

dimiento promedio del 30 % mayor que las variedades convencionales (Li *et al.* 2009). En Estados Unidos de América, cultivares híbridos producen 20 % más rendimiento que las mejores variedades (Walton 2002).

En América Latina, los esfuerzos para el desarrollo de arroz híbrido comenzaron en la década de los 80, basándose principalmente en introducción de híbridos desarrollados en otras latitudes. La compañía Rice Tec Inc. fue la primera empresa en liberar híbridos comerciales para el cono sur de América Latina en el año 2004; luego de ocho años desde la liberación del primer híbrido, el área ocupada por estos cultivares permanece relativamente baja. Esto se debe principalmente a la calidad de grano, es decir, apariencia, rendimiento de grano entero y cocción inadecuada y a similar rendimiento de arroz paddy en comparación con las variedades convencionales (Torres *et al.* 2012). Sin embargo, el híbrido 'CT23957H' tuvo un rendimiento de 1.4 t.ha<sup>-1</sup> superior al mejor testigo convencional, también, mostró buena calidad de grano y de molinería.

En la República Dominicana, el desarrollo de híbridos ha sido limitado, en los últimos años, la compañía Prosedoca ha evaluado híbridos de arroz, pero no ha publicado los resultados. En el año 2005, el país, por medio del Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF) pasó a formar parte del Consorcio Internacional de Arroz Híbrido con sede en el IRRI, en Filipinas y, al final del 2011, se recibieron los primeros nueve híbridos como fruto de ese acuerdo, para ser evaluados en el país.

En investigaciones realizadas por Virmani *et al.* (1981), encontró heterosis significativa en el rendimiento de grano, peso del grano, granos por panícula, panículas por planta, días a floración y altura de la planta. Los cruzamientos con heterosis fueron significativos para el rendimiento, también mostraron heterosis los componentes del rendimiento (Athwal y Virmani 1972; Ghosh y Bairagi 1978; Maurya y Singh 1978; Virmani *et al.* 1988). En relación con las características agronómicas y morfológicas. Los híbridos mostraron un sistema radical más vigoroso, mejor habilidad de macollamiento, mayor longitud del tallo, panículas largas y mayor peso de granos, si comparado a las variedades locales. En cuanto a las características fisiológicas, presentaron: mayor actividad radical, mayor transporte y translocación de nutrimentos, menor intensidad respiratoria, mejor eficiencia en el uso de energía, mayor área foliar, capacidad fotosintética, adaptabilidad y resistencia al estrés ambiental (Neves *et al.* 1997).

Normalmente, los híbridos de arroz tienen mayor número de granos por panícula, mayor 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). Según Kuyeck (2000),

los híbridos de la especie indica, que se siembran en China a principios de cada año, son de baja calidad molinera, por lo que no son aceptados por los consumidores. En otras investigaciones, Rosa *et al.* (2008), encontraron que los híbridos evaluados superaron en 17 % a las variedades comerciales en rendimiento de granos, la longitud de panículas fue mayor, junto al número de granos por panícula y fertilidad de la panícula. No obstante, los híbridos presentaron problemas agronómicos relacionados con volcamiento (acame) y calidad de grano. En 1988, investigadores de China reportaron que las enfermedades fungosas y virales eran más frecuentes en los arroces híbridos; sin embargo, Torres *et al.* (2012), encontraron que el híbrido 'CT23957H' mostró resistencia a *Piricularia* en la hoja y cuello de la panícula, al escardado, al *Helminthosporium* y al complejo de hongos causantes del Manchado del grano.

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 de 2,000 kg.h<sup>-1</sup> más que las variedades comerciales en 19 ensayos en fincas de agricultores. En dos años de siembra, superó a la variedad 'Drew' en 96 % de las pruebas, con 2,098 kg.ha<sup>-1</sup> y a la variedad 'Wells' en el 100 % en 1,561 kg.ha<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, es susceptible al acame, especialmente con altas dosis de nitrógeno, 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).

Según Martínez (2007), el potencial de rendimiento de las variedades modernas semi-enanas se ha estabilizado, se tiene que producir mayor cantidad de arroz en menos área, la demanda de arroz está aumentando en varias regiones del mundo, el arroz híbrido tiene el potencial de producir 15 a 20% más que las variedades convencionales y a que los híbridos han demostrado la capacidad de producir bajo condiciones adversas de suelo, malezas y sequía, se debe poner especial atención a esta tecnología.

Este estudio tiene el objetivo de evaluar el comportamiento de nueve híbridos de arroz introducidos del Consorcio Internacional de Híbridos de Filipinas, en tres localidades representativas de las principales regiones de producción de arroz en la República Dominicana.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se estableció en la primera época de siembra del cultivo de arroz en el año 2012, en las localidades de Juma, provincia Monseñor Nouel, localizada a 18° 54" latitud norte y 70° 23" longitud oeste, altitud de 178

msnm. La temperatura media anual fue de 23.6° C y la pluviometría media anual de 2,100 mm. Suelo franco arcilloso, con 2.5% de materia orgánica y pH de 5.7. En la localidad de Esperanza, provincia Valverde, ubicada a 19° 33" latitud norte y 71° 14" longitud oeste y 78 msnm. Pluviometría media anual de 750 mm y temperatura promedio anual de 27.3° C. El suelo es de textura franco limosa con pH mayor de 7.5 y la localidad de El Pozo, provincia María Trinidad Sánchez, ubicada a 19° 22" latitud norte y 69° 50" longitud oeste y altitud de 3 msnm. Pluviometría medio anual de 2,211 mm con temperatura promedio anual 25.6° C. El suelo es de textura franco arcillosa con pH de 6.0 y 4.7 % de materia orgánica.

Los tratamientos evaluados fueron los híbridos  $T_1$ = 'IR78386H';  $T_2$ = 'IR81958H';  $T_3$ = 'IR82372H';  $T_4$ = 'IR81265H';  $T_5$ = 'IR82363H';  $T_6$ = 'IR80228H';  $T_7$ = 'IR83199H';  $T_8$ = 'Metizo 3' y  $T_9$ = 'PSBRc 82'. Se utilizaron como testigo las variedades locales 'Juma 67' ( $T_{10}$ ) e 'Idiaf 3' ( $T_{11}$ ). El diseño experimental fue de bloques completos al azar. En total 11 tratamientos y tres repeticiones. El tamaño de la unidad experimental fue 20 m<sup>2</sup> y el área útil de 10 m<sup>2</sup>. El método de siembra fue de trasplante manual en hileras y el marco de plantación de 25 x 25 cm.

Las variables evaluadas fueron: días a flor, panículas/m<sup>2</sup>, espiguillas/panícula, peso 1000 granos (g), fertilidad de las espiguillas (%), rendimiento paddy (kg.ha<sup>-1</sup>), arroz entero (%). Los datos se analizaron con InfoStat (2008), integrándose las variables mediante el uso de técnicas multivariadas de varianza, MANOVA y ANOVA, con Tukey (P=0.05). Para la evaluación de las variables se utilizó el sistema de evaluación estándar para arroz del CIAT (1990).

### Días a flor

Número de días desde la imbibición de la semilla hasta que el 50 % de las plantas florecieron en una parcela.

### Componentes del rendimiento

Para el conteo de las panículas por m<sup>2</sup>, se tomaron 12 plantas al azar por cada unidad experimental, se contaron los tallos y se determinó la cantidad de panícula por m<sup>2</sup>. En cuanto al número de espiguillas por panícula, el peso de 1000 granos y la fertilidad del grano, se tomaron al azar 12 panículas de cada unidad experimental, se colocaron en bolsas de papel previamente identificadas, se trasladaron al Laboratorio de Calidad de la Estación Experimental Arrocera de Juma del Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF), localizada en Juma, Bonao, provincia Monseñor Nouel, se desgranaron en forma manual, se contaron los granos, por medio de un contador electrónico. Se determinó el total de granos buenos y vanos por panícula, se pesaron posteriormente para obtener el porcentaje de fertilidad. Se contaron 1000 semillas de

cada unidad experimental con un contador electrónico, luego se pesaron en una balanza de precisión y el resultado se expresó en gramos.

### Rendimiento de arroz paddy y arroz entero

Se cosechó el arroz con un contenido de humedad de 21 a 24 %, dentro de un área efectiva de 10 m<sup>2</sup>, dejando un borde de 25 cm a cada lado del área útil. El arroz fue cosechado separadamente, trillado y colocado en sacos de polietileno de 22.7 kg. Posteriormente, fue secado, venteado y se tomó una muestra de 100 g para determinar la humedad final, se pesó en una balanza, el resultado se expresó en kg.ha<sup>-1</sup>. Después de pesado, se tomó una muestra de 500 g de cada unidad experimental, se envió al Laboratorio de Calidad de la Estación Experimental Arrocera de Juma del IDIAF en Juma, Bonao, se descascaró; se pulió, se separaron los granos partidos y entero y se determinó el porcentaje de arroz entero de cada muestra.

El manejo agronómico del cultivo incluyó el riego por inundación, control de malezas con productos químicos en pre y posemergencia. Las malezas que escaparon se controlaron manualmente. La fertilización se realizó con la dosis recomendadas para cada localidad: 130-100-100 kg/ha de N-P-K en Juma, 145-100-100 para Esperanza y 110-80-80 para El Pozo. El fertilizante fue distribuido en tres aplicaciones. No se realizó ningún control para las enfermedades y solo se realizó una aplicación de insecticida para proteger la panícula.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### a) Localidad de Juma, Bonao

En la Tabla 1, se presentan los resultados sobre el comportamiento de las variables evaluadas en la localidad de Juma, Bonao, las cuales indican diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos con relación a todas las variables evaluadas. Los híbridos evaluados no superaron a los testigos locales en cuanto a las variables: rendimiento de arroz paddy con  $P=0.0006$  y  $R^2=0.77$ , panículas por m<sup>2</sup> ( $P=0.0113$  y  $r^2=0.70$ ), espiguillas por panícula ( $P=0.2118$  y  $r^2=0.59$ ), peso de 1000 granos ( $P=0.0121$  y  $r^2=0.63$ ) y arroz entero ( $P=0.0001$  y  $r^2=0.92$ ). Los híbridos fueron superiores a los testigos locales con relación a las variable días a flor ( $P=0.0001$  y  $r^2=0.86$ ) y a la fertilidad de las espiguillas con  $P=0.0075$  y  $r^2=0.65$  (Tabla 1).

Con relación al rendimiento, el testigo Juma 67 con 8,933.3 kg.ha<sup>-1</sup> y los híbridos Metizo 3 con 8,618.7 kg.ha<sup>-1</sup> e IR78386H con 8566.7 kg.ha<sup>-1</sup>, superaron significativamente a IR80228H y PSBRc que tuvieron rendimiento de 6,533.3 y 6789.0 kg.ha<sup>-1</sup>, respectivamente, y fueron iguales a los demás híbridos evaluados. Estos resultados contradicen lo afirmado por Li *et al.* (2009) y Walton

Tabla 1. Comportamiento de las variables evaluadas de nueve híbridos y dos variedades locales de arroz, en Juma, Bonaó, República Dominicana. Primera época de siembra 2012

Trat	Variables								
	Rend. (Kg.ha <sup>-1</sup> )	FL (días)	P/m <sup>2</sup>	E/p	P1000 granos (g)	F/P (%)	A/E (%)		
1	8,566.7 c	94 ab	281 cd	174 abc	25.3 abc	88 ab	59 bc		
2	6,853.3 ab	92 ab	209 ab	194 bc	28.7 c	86 ab	63 cd		
3	7,666.7 abc	93 ab	239 bcd	183 bc	25.3 abc	84 a	65 d		
4	7,966.7 abc	90 a	256 bcd	154 abc	24.7 a	91 ab	63 cd		
5	7,398.0 abc	92 ab	303 d	156 abc	28.3 bc	91 ab	53 a		
6	6,533.3 a	90 a	233 abc	140 ab	27.7 abc	91 ab	62 cd		
7	7,733.3 abc	92 ab	241 abcd	155 abc	27.3 abc	92 b	53 a		
8	8,618.7 c	93 ab	259 bcd	210 c	25.0 ab	89 ab	57 ab		
9	6,789.0 a	91 ab	233 abc	119 a	25.7 abc	91 ab	66 d		
10	8,933.3 c	103 c	270 bcd	174 abc	28.7 c	84 a	64 d		
11	7,433.3 abc	96 b	187 a	202 c	26.0 abc	90 ab	62 bcd		

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

Leyenda: Rend.= rendimiento, FL=ciclo de floración, P/M<sup>2</sup>=panícula por m<sup>2</sup>, E/P=espiguillas por panícula, P1000=peso de mil grano, F/P=fertilidad de la panícula y A/E=arroz entero.

(2002), quienes encontraron que los híbridos superaron a las variedades tradicionales en un 30% en China y 20% en los Estados Unidos de América. También son diferentes a los resultados de Torres *et al.* (2012), quienes encontraron que el híbrido 'CT23957H' tuvo un rendimiento de 1.4 t.ha<sup>-1</sup> superior al mejor testigo tradicional. En cuanto a la variable días a flor, el híbridos IR80228H con ciclo de 90 días, fue significativamente más precoz que los testigos locales Idiaf 3 y Juma 67 que tuvieron 96 y 103 días a floración, respectivamente.

### Componentes del rendimiento

Los resultados muestran que el híbrido IR82363H con 303 panículas/m<sup>2</sup> fue significativamente superior al testigo Idiaf 3, que produjo 187 panículas/m<sup>2</sup> y que los híbridos IR81958H, PSBRc 82 y IR80228H que tuvieron 209, 233 y 233 panículas/m<sup>2</sup>, respectivamente, no superaron al testigo Juma 67. Con relación al número de espiguillas/panícula, los híbridos evaluados no superaron estadísticamente a los testigos Juma 67 e Idiaf 3. El mayor número de espiguillas/panícula se obtuvo con el híbrido Metizo 3 con 210 y el testigo Idiaf 3 con 202 panículas/m<sup>2</sup>, superando a los híbridos PSBRc 82 con 119 y a IR80228H con 140 espiguillas/panícula.

Para el peso de 1000 granos, los híbridos evaluados tuvieron peso igual o inferior a las variedades testigos. Los mayores pesos de 1000 granos se obtuvieron con la variedad local Juma 67 y el híbrido IR81958H con 28.7 g, mientras que el menor peso fue para el IR81265H con 24.7 g. Sin embargo, el híbrido IR83199H con una fertilidad de la panícula de 92% fue significativamente

superior al testigo Juma 67 que obtuvo 84 % y fue igual a los demás tratamientos (Tabla 1).

Estos resultados corroboran los encontrados por Virmani *et al.* (1981), sin embargo, contradicen los resultados encontrados por Athwal y Virmani (1972); Ghosh y Bairagi (1978), Maurya y Singh (1978) y Virmani *et al.* (1988), con relación al número de espiguillas por panícula, el peso de 1000 granos y la fertilidad de la panícula. También, son contrarios a los encontrados por Rosa *et al.* (2008), quienes encontraron que los híbridos superaron a las variedades comerciales en rendimiento, longitud de panículas, número de granos por panícula y fertilidad de la panícula.

### Arroz entero

Los híbridos evaluados no superaron significativamente a los testigos locales Juma 67 e Idiaf 3, pero presentaron diferencias entre sí. Los híbridos PSBRc 82, IR82372H y el testigo Juma 67 tuvieron los mayores porcentajes de arroz entero con 66, 65 y 64 %, respectivamente, superando estadísticamente a los híbridos IR83199H (53 %), IR82363H (53 %), Metizo 3 (57 %) e IR78386H (59 %). Los resultados encontrados en esta investigación, en cuanto a calidad de molinería son superiores a los reportados por Rice Tec (2001), que encontró rendimientos de arroz entero en híbridos entre 44 a 46 %. También, contradicen los resultados de Torres *et al.* (2012), quienes afirman que la baja calidad molinera es una de las causas por las cuales los híbridos no se han extendido en América Latina.

## b) Localidad de Esperanza, Mao

En la Tabla 2, se presentan los datos sobre el comportamiento de las variables evaluadas en la localidad de Esperanza, Mao, los cuales indican diferencias significativas entre los tratamientos con relación a todas las variables estudiadas. Los híbridos evaluados no superaron a los testigos locales en cuanto a rendimiento de arroz paddy con  $P=0.0035$  y  $r^2=0.72$ , espiguillas por panícula ( $P=0.0005$  y  $r^2=0.75$ ), peso de 1000 granos ( $P=0.0016$  y  $r^2=0.71$ ), y arroz entero ( $P=0.0001$  y  $r^2=0.88$ ). En esta localidad, los híbridos fueron superiores a los testigos locales con relación a panículas por  $m^2$  ( $P=0.0004$  y  $r^2=0.75$ ), fertilidad de la panícula ( $0.0072$  y  $r^2=0.70$ ) y días a floración ( $P=0.0001$  y  $r^2=0.90$ ).

Con relación al rendimiento, el testigo Juma 67 con  $8,200.0 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  superó significativamente a los híbridos PSBRc 82 ( $4,733.3$ ), IR83199H ( $5,166.7$ ) y IR82372H ( $5,333.3$ ) y fue igual a los demás híbridos evaluados. Estos resultados contradicen las conclusiones de Li *et al.* (2009) y Walton (2002), quienes encontraron que los híbridos superaron a las variedades tradicionales en un 30 % en China y 20 % en Estados Unidos. También son diferentes a los resultados de Torres *et al.* (2012), quienes encontraron que el híbrido 'CT23957H' tuvo un rendimiento de  $1.4 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , superior al mejor testigo tradicional.

En cuanto al ciclo de floración, los híbridos evaluados fueron significativamente más precoces que los testigos Juma 67 e Idiaf 3. El testigo Juma 67 con 109 días a floración presenta un ciclo intermedio e Idiaf 3 con 97 días, entra en la clasificación de ciclo semiprecoz,

mientras que los híbridos evaluados son de ciclo precoz y semiprecoz. Juma 67 con 109 días a floración presentó el ciclo más largo, mientras que el híbrido IR82372H con 87 días a flor, fue el más precoz.

## Componentes del rendimiento

Se encontró diferencia significativa entre los tratamientos con relación a los componentes del rendimiento. Los híbridos evaluados superaron significativamente al testigo Idiaf 3 y fueron iguales al testigo Juma 67. El híbrido IR82363H con 303 panículas por  $m^2$  superó al testigo Idiaf 3 (187) y a los híbridos IR81958H (209), PSBRc 82 (233) y a IR80228H (233) panículas/ $m^2$ , respectivamente. Sin embargo, no se encontró diferencias significativas entre los testigos y los híbridos con relación al número de espiguillas por panícula, exceptuando el híbrido PSBRc 82, que produjo la menor cantidad de espiguillas/panícula con 119, los demás tratamientos fueron estadísticamente iguales.

Con relación a la variable peso de 1000 granos, los híbridos evaluados no superaron significativamente a los testigos locales. Juma 67, con peso de 1000 granos de 28.7 g y el híbrido IR81958H con 28.7 g presentaron el mayor peso del grano y el híbrido IR81265H tuvo el menor peso con 24.7 g, los demás tratamientos no presentaron diferencias. Sin embargo, los híbridos evaluados superaron significativamente al testigo Juma 67 con relación a la fertilidad de la panícula. El híbrido IR83199H con una fertilidad de 92.2 % fue significativamente superior al híbrido IR82372H con 83.4 y al testigo Juma 67 que tuvo 83.9 % y fue igual a los demás tratamientos (Tabla 2).

Tabla 2. Comportamiento de las variables evaluadas de nueve híbridos y dos variedades locales de arroz, en Esperanza, Valverde, República Dominicana. Primera época de siembra 2012

Trat	Variables								
	Rend. (Kg. $\cdot$ ha $^{-1}$ )	FL (días)	P/ $m^2$	E/p	P1000 granos (g)	F/P (%)	A/E (%)		
1	6,133.3 abc	91 ab	281 cd	174 abc	25.3 abc	87.7 ab	58.2	cde	
2	6,200.0 abc	92 ab	209 ab	194 bc	28.7 c	85.9 ab	52.4	a	
3	5,333.3 ab	87 a	239 abcd	183 bc	25.3 abc	83.4 a	53.1	ab	
4	6,133.3 abc	88 a	256 bcd	154 abc	24.7 a	90.6 ab	60.2	de	
5	7,295.3 abc	94 ab	303 d	156 abc	28.3 bc	89.6 ab	55.2	abc	
6	6,866.7 abc	88 a	233 abc	140 ab	27.7 abc	91.3 ab	54.3	abc	
7	5,166.7 ab	89 a	241 abcd	155 abc	27.3 abc	92.2 b	56.7	bcd	
8	6,200.0 abc	92 ab	259 bcd	210 c	25.0 ab	88.6 ab	57.5	cd	
9	4,733.3 a	90 ab	233 abc	119 a	25.7 abc	90.9 ab	53.1	ab	
10	8,200.0 c	109 c	270 bcd	174 abc	28.7 c	83.9 a	55.4	abc	
11	7,466.7 bc	97 b	187 a	202 c	26.0 abc	90.4 ab	62.3	e	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

Los resultados encontrados en esta localidad contradicen los encontrados por Virmani *et al.* (1981), con relación al número de tallos por planta y también los resultados encontrados por Athwal y Virmani (1972), Ghosh y Bairagi (1978), Maurya y Singh (1978) y Virmani *et al.* (1988), con relación al número de espiguillas por panícula, el peso de 1000 granos y la fertilidad de la panícula. Estos resultados difieren de Rosa *et al.* (2008), quienes encontraron que los híbridos superaron a las variedades comerciales en rendimiento, longitud de panículas, número de granos por panícula y fertilidad de la panícula.

### Arroz entero

Se encontró diferencias significativas entre los tratamientos evaluados con relación a la calidad industrial. El testigo Idiaf 3 con 62.3 % de arroz entero superó a los demás tratamientos, exceptuando al híbrido IR81265H, que tuvo un rendimiento de arroz entero de 62.2 %. Los porcentajes más bajos de arroz entero lo obtuvieron los híbridos IR81958H con 52.4, IR82372H con 53.1 y PSBRc 82 con 53.1 %. Los resultados encontrados en esta investigación, en cuanto a calidad de molinería son similares a los reportados por Rice Tec (2001), que encontró rendimiento de arroz entero en híbridos entre 44 a 46 %. También, corroboran con Torres *et al.* (2012), quienes reportan la baja calidad molinera de los híbridos como una causa por la cual no se han extendido en América Latina (Tabla 2).

### c) Localidad El Pozo, Nagua

En la Tabla 3, se presentan los resultados sobre el comportamiento de nueve híbridos de arroz evaluados en la

localidad de El pozo, Nagua, provincia María Trinidad Sánchez. Se encontró diferencias significativas entre los tratamientos con relación a las variables rendimiento, ciclo de floración, fertilidad de la panícula, número de espiguillas por panícula y arroz entero, sin embargo, para el número de panícula/m<sup>2</sup> y el peso de 1000 granos no se encontró diferencias.

Los híbridos evaluados no superaron a los testigos locales en cuanto a las variables: rendimiento de arroz paddy con P=0.0663 y r<sup>2</sup>=0.55, panículas/m<sup>2</sup> (P=0.0318 y R<sup>2</sup>=0.57), espiguillas por panícula (P= 0.0257 y r<sup>2</sup>=0.58), peso de 1000 granos (P= 0.01892 y r<sup>2</sup>=0.44) y arroz entero (P=0.0185 y r<sup>2</sup>= 0.79) y a la fertilidad de las espiguillas con P=0.0053 y r<sup>2</sup>=0.66. Los híbridos fueron superiores a los testigos locales con relación a la variable días a floración (P=0.0001 y r<sup>2</sup>=0.91) (Tabla 3).

Con relación al rendimiento, el testigo Idiaf 3 con 8,033.3 kg.ha<sup>-1</sup> fue significativamente superior a los híbridos PSBRc 82 con 5,166.7 e IR83199H con 5,666.7, los demás tratamientos fueron significativamente iguales. Estos resultados contradicen a Li *et al.* (2009) y Walton (2002), quienes encontraron que los híbridos superaron a las variedades tradicionales en un 30 % en China y un 20 % en Estados Unidos. También, sus resultados son diferentes que los de Torres *et al.* (2012), quienes encontraron que el híbrido 'CT23957H' tuvo un rendimiento de 1.4 t.ha<sup>-1</sup> superior al mejor testigo tradicional. En cuanto a la variable ciclo de floración, el híbrido IR83199H con ciclo de 85 días, fue más precoz que los testigos locales Idiaf 3 y Juma 67, con 93 y 102 días a flor, respectivamente.

Tabla 3. Comportamiento de las variables evaluadas de nueve híbridos y dos variedades locales de arroz, en El Pozo, Nagua, República Dominicana. Primera época de siembra 2012

Trat	Variables							
	Rend. (Kg.ha <sup>-1</sup> )	FL (días)	P/m <sup>2</sup>	E/p	P1000 granos (g)	F/P (%)	A/E (%)	
1	5,900.0 ab	93 bc	261 a	207 ab	25.7 a	77.4 ab	60.4 ab	
2	6,933.3 ab	91 bc	245 a	200 ab	26.7 a	85.4 b	60.6 ab	
3	6,133.3 ab	91 bc	288 a	215 ab	26.0 a	78.8 ab	58.5 a	
4	6,200.0 ab	89 ab	315 a	154 a	24.7 a	88.9 b	60.2 ab	
5	6,666.6 ab	89 ab	293 a	182 ab	26.0 a	81.5 ab	63.9 ab	
6	7,133.3 ab	89 ab	261 a	204 ab	27.0 a	83.7 ab	62.5 ab	
7	5,666.7 a	85 a	240 a	192 ab	27.3 a	86.4 b	62.4 ab	
8	6,766.7 ab	92 bc	334 a	204 ab	25.7 a	68.7 a	62.1 ab	
9	5,166.7 a	90 ab	288 a	145 a	25.3 a	74.2 ab	63.2 ab	
10	7,166.7 ab	102 c	321 a	196 ab	25.0 a	73.6 ab	60.0 ab	
11	8,033.3 b	93 bc	238 a	239 b	27.3 a	79.4 ab	64.5 b	

Medias con letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,05)

## Componentes del rendimiento

Los tratamientos no mostraron diferencias entre los componentes de rendimiento número de panículas por m<sup>2</sup> y el peso de 1000 granos, sin embargo, se encontró diferencia entre los demás componentes del rendimiento.

El testigo Idiaf 3 tuvo la mayor cantidad de espiguillas por panícula con 239, superando a los híbridos PSBRc 82 (145) y IR81265H (154). En cuanto a la fertilidad de la panícula, los híbridos IR81265H con 88.9 %, IR83199H con 86.4 y IR81958H con 85.4 superaron a Mestizo 3 que tuvo fertilidad de 68.7 %.

Estos resultados son diferente a los encontrados en investigaciones realizadas por Virmani *et al.* (1981) con relación el número de tallos/m<sup>2</sup>; además, son contrarios a los resultados encontrados por Athwal y Virmani (1972), Ghosh Hajra y Bairagi (1978), Maurya y Singh (1978) y Virmani *et al.* (1988), con relación al número de espiguillas por panícula, el peso de 1000 granos y la fertilidad de la panícula. También, estos resultados contradicen a Rosa *et al.* (2008), quienes encontraron que los híbridos superaron a las variedades comerciales en rendimiento, número de granos por panícula y fertilidad de la panícula.

## Arroz Entero

En El Pozo, los híbridos evaluados no superaron significativamente a los testigos locales Juma 67 e Idiaf 3. El mayor rendimiento de arroz entero se obtuvo con la variedad Idiaf 3 con 64.5 %, el cual fue superior significativamente al R82372H con 58.5 %. Entre los demás tratamientos no se encontró diferencias significativas. Los resultados encontrados en esta investigación, en cuanto a calidad de molinería, son superiores a los reportados por Rice Tec (2001), que encontró rendimiento de arroz entero en híbrido entre 44 a 46 %. También, entran en contradicción con Torres *et al.* (2012), quienes afirman que la baja calidad molinera es una de las causas por las cuales los híbridos no se han extendido en América Latina.

## CONCLUSIONES

Los híbridos evaluados no mostraron potencial productivo superior a los testigos Juma 67 e Idiaf 3 en ningunas de las localidades en estudio.

Los híbridos evaluados fueron más precoces que los testigos locales Juma 67 e Idiaf 3.

Los híbridos evaluados presentaron rendimiento industrial competitivo con los testigos locales.

## LITERATURA CITADA

- Acevedo, M.; Torres, E.; Moreno, O.; Álvarez, R.; Torres, O.; Castrillo, W.; Torrealba, G.; Reyes, E.; Salazar, M.; Navas, M. 2007. Base genética de los cultivares de arroz de riego liberados en Venezuela. *Agronomía Tropical* 57 (3):197-204.
- Alvarado, J. 1996. Situación del arroz en Chile. Uso posible de híbridos. *In: Memorias II Reunión Grupo Técnico de Trabajo de Híbridos de Arroz para América Latina y El Caribe (GRUTHA)*. Ibagué, CO
- Athwal, D.; Virmani, S. 1972. Cytoplasmic male sterility and hybrid breeding in rice. IRRI. Los Baños, PH. Pp. 615-621.
- Cantrell, R.; Hettel, G. 2004. New challenges and technological opportunities for rice-based production systems for food security and poverty alleviation in Asia and the Pacific. Roma, IT. (En Línea). Consultado el 2 de febrero 2014. Disponible en: <http://www.fao.org/rice2004/en/pdf/cantrell.pdf>
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical, CO) 1980. Manual de evaluación estándar para arroz. Cali, CO. 7 p.
- Cuevas, F.; Guimarães, E.; Berrio, L.; González, D. 1992. Genetic base of irrigated rice in Latin America and the Caribbean, 1971 to 1989. *Crop Science* 23: 944-949.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para Agricultura y la Alimentación, IT). 2006. El cultivo de arroz. *In Congreso Internacional Arroz*. New Delhi, IN
- Fujimaki, H.; Matsuba, K. 1997. Characteristics of hybrid rice. *In Science of rice plant, genetics*. Food and Agricultural Policy Research Center. Tokio, JP.
- Ghosh, N.; Mallick, E.; Bairagi, P. 1978. Heterosis in indica rice. *Indian J. Agric. Sci.* 48 (7):384-387.
- IRRI (International Rice Research Institute, PH). 1995. Research program highlights. *International Report*. Manila, PH. p. 21.
- Kuyek, D. 2000. Grain, hybrid rice in Asia: An Unfolding Treta (En línea). Consultado el 15 de abril 2013. Disponible en: [www.grain.org/publications/reports/hybrid.htm](http://www.grain.org/publications/reports/hybrid.htm).
- Li, J.; Xin, Y.; Long, Y. 2009. Hybrid Rice Technology Development: Ensuring China Food Security. *International Food Policy Research Institute*. IFPRI. Discussion paper 00918. Washington, DC.
- Maurya, D.; Singh, D. 1978. Heterosis in rice. *Indian J. Genet Plant Breed.* 38 (1): 71-76.
- Neves, P.; Rangel, P.; Cutrim, V. 1997. Selección recurrente para la producción de arroz híbrido. *En: Selección recurrente en arroz*. Ed. Elcio P. Guimarães. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, CO. Pp. 229-239.
- Rosa, M.; Pérez, M.; Reyes, E.; Moreno, O.; Delgado, N.; Torrealba, G.; Acevedo, M.; Castrillo, W.; Navas, M.; Salazar, M.; Torres, O.; Torres, E.; García, P.; Pérez, A. 2008. Evaluación comparativa de híbridos y variedades de arroz en los Llanos Centrooccidentales de Venezuela. *Agronomía Tropical* 58 (2): 34-38.
- Rodrigues, S.; Bolognini, E.; Londrera da Silva, L.; Sampocio, C.; Pereira, V.; Zolinger, L.; Klahold, C.; Golon, L. 2010. Componentes de producción e productividad de arroz híbrido de sequeiro comparado a três cultivares convencionais. *Universidade Nacional de Colombia, Cali, CO. Acta Agronómica* 59 (4):435-441.
- Torres, E.; Amezcua N.; Carabalí J. 2012. Avances en el desarrollo de híbridos de arroz en Colombia. *Bogotá, CO. Revista Arroz* 50: 39-42
- Walton, M. 2002. Hybrid rice for mechanized agriculture. *In: Virmani, S.S.; Mao CX. and Hardy, B (eds) 2003. Hybrid rice for food security, poverty alleviation, and environmental protection. Proceedings of the 4th International Symposium on Hybrid Rice*. Hanoi, VN. Pp 14-17.

Virmani, S.; Chaudhary, R.; Khush, G. 1988. Current outlook on hybrid rice. *Oryza* 18: 67-84.

Virmani, S.; Seddiq, E.; Muralidharan, K. 2005. Advances in hybrid rice technology. Proceeding for the 3rd international symposium on hybrid rice. International Rice Research Institute. Manila, PH.