

Selección de genotipos superiores de arroz a través de tres ambientes contrastantes de la República Dominicana

Ángel Adames¹, Dámaso Flores², Juan Colón² y Antonio Gómez²

El arroz es el cultivo de mayor impacto económico, político y social en la República Dominicana, donde se tienen al menos 5 ambientes arroceros contrastantes con diferencias climáticas, geográficas y de suelos bien definidas. Estudios realizados indican que la planta de arroz manifiesta una fuerte interacción con el ambiente afectando, principalmente, el rendimiento y sus componentes. El objetivo de esta investigación fue identificar genotipos superiores y estables a través de tres ambientes. Los materiales genéticos fueron 20 líneas y una variedad comercial; mientras que los ambientes fueron: Juma, Esperanza y El Pozo, todos en la República Dominicana. La investigación se realizó en la primera etapa del 2008 y el diseño experimental fue de bloques completos al azar con 21 tratamientos y tres replicas. La unidad experimental fue de 20 m², área útil de 10 m²; método de siembra trasplante manual. Se evaluaron las variables: días a floración, panículas/m², espiguillas/panícula, peso de 1000 granos, rendimiento, interacción genotipo/ambiente y arroz entero. Los datos se analizaron con InfoGen, integrándose los factores y variables mediante el uso de técnicas multivariadas de varianza, tales como: análisis de componentes principales, Manova, Anova y análisis combinatorio. Los resultados indican que el rendimiento y sus componentes, así como el genotipo fueron significativamente afectados por el ambiente. El rendimiento en Esperanza fue superior, con 7547.7 kg.ha⁻¹ (p=0.023), contra 5160.3 (p=0.0356) y 4201.3 (p=0.0142) de Juma y El Pozo, respectivamente; el número de panículas por m² de 368.1 y la fertilidad de panícula 84.8, fueron estadísticamente superiores en esa localidad. En la localidad de Juma, la variable peso fue de 1000 granos (29.2 g), mientras que en El Pozo, el número de espiguillas por panícula con 151.5. La línea CT18148-10 mostró la mejor estabilidad fenotípica, con rendimientos de 8152.0, 5756.7 y 5071.7 kg.ha⁻¹ en Esperanza, Juma y el Pozo, respectivamente. Estos resultados sugieren diferentes respuestas de los genotipos de arroz a través del ambiente.

Palabras clave: estabilidad fenotípica, adaptabilidad

INTRODUCCIÓN

El arroz es un cereal importante en la base nutricional de los humanos; su producción y consumo lo convierten en uno de los cultivos alimenticios más importante. En la República Dominicana, constituye la principal fuente de calorías y proteínas para más del 60 % de los hogares pobres. Los científicos estiman que para el año 2025 se requiere adicional 200 millones de toneladas a la producción mundial actual para suplir la demanda de la población (Martínez *et al.* 1997).

En el país, existen al menos 5 ambientes arroceros, con diferencias climáticas, geográficas y de suelos bien definidos (Juma, provincia Monseñor Nouel a 18° 54" N y 70° 23" O y altitud 178

msnm, temperatura 23.6 °C, pluviometría 2100 mm, suelo franco arcilloso, 2.5% de MO y pH 5.7; Esperanza, provincia Valverde a 19° 33" N y 71° 14" O y 78 msnm, pluviometría 750 mm, temperatura 27.3°C, suelo franco limosa, pH >7.5 y El Pozo, Provincia María Trinidad Sánchez a 19° 22' N y 69° 50' O y altitud de 3 msnm, pluviometría 2211 mm, temperatura 25.6°C, suelo franco arcillosa con pH de 6.0, y 4.7% de MO).

La planta de arroz manifiesta una fuerte interacción con el ambiente, afectando principalmente el rendimiento y sus componentes (Segovia 2004). En ese sentido, investigadores señalan que las mejores líneas provenientes de pruebas de rendimiento son evaluadas en ensayos regionales

¹ Investigador en arroz. E-mail: yeisyani@yahoo.com

² Investigadores en arroz del Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF)

con el propósito de conocer su comportamiento y adaptabilidad con relación al rendimiento y sus componentes, en las áreas representativas de siembra del cultivo, Turrialba *et al.* (2004).

La caracterización ambiental nos permite definir estrategias de selección en los programas de mejoramiento genético. La evaluación de líneas en diferentes condiciones, contribuye a determinar apropiadamente su potencial genético, productivo y la estabilidad fenotípica (Castañón 1994, Glaz y Kang 2008). Cuando se realizan evaluaciones en diferentes ambientes, se expresa la interacción genotipo x ambiente (G x A), la cual afecta el comportamiento de la planta, dificultando la selección de los genotipos superiores. Al estudio de este fenómeno es necesario integrar los conceptos de adaptabilidad y estabilidad, para definir el comportamiento de genotipos (Camargo 2005). La adaptabilidad se refiere a la capacidad de los genotipos de aprovechar ventajosamente los estímulos del ambiente y la estabilidad es la capacidad de los genotipos de mostrar un comportamiento altamente previsible en función del estímulo ambiental (Lin *et al.* 1986, Lin y Binns 1994).

Los efectos principales del genotipo (G), el ambiente (E) y la interacción genotipo x ambiente, han sido estudiados para estimar y definir la estabilidad de cultivares (Yan y Tinker 2005, Gauch Junior 2006, Glaz y Kang 2008). El genotipo ideal debe tener baja interacción G x A y alto rendimiento promedio en todos los ambientes. La mayor adaptación de un cultivar a condiciones de lluvia, con bajo coeficiente de regresión y rendimiento cercano a la media, es un indicador de buena adaptación (Alfonso 2005).

Estudios realizados por García *et al.* (2004), encontraron que el genotipo CT9162-12-15-1P-2-M fue el más estable en rendimiento en un grupo de 15 que fueron evaluados. En Ecuador, el INIA (1996) evaluó 13 líneas y tres variedades testigos, en dos ambientes diferentes, y encontró que el rendimiento, el ciclo vegetativo y la altura de planta se comportaron diferentes en los ambientes. Los componentes del rendimiento, como panícula por m², espiguillas por panícula, fertilidad de las espiguillas y peso de 1000 gra-

nos, también verificaron cambios significativos con relación al ambiente.

En la República Dominicana, Flores *et al.* (2008) encontraron que el número de panículas por m² y la fertilidad de las espiguillas presentaron diferencias estadísticas en Esperanza, pero, fueron iguales en Juma y El Pozo; mientras que el peso de 1000 granos y el número de espiguillas por panícula no presentó diferencia a través de los ambientes.

Los componentes químicos del grano también pueden ser afectados por el ambiente. Boa *et al.* (2004) encontraron que el contenido de amilosa y la consistencia del gel, presentan interacciones significativas con el ambiente, de igual manera, el grado de viscosidad y adhesividad. Los resultados de investigaciones regionales obtenidos por Campos (1999), en cinco localidades de Costa Rica, indican una alta interacción genotipo ambiente con relación al rendimiento y a la presencia de enfermedades, tales como: *Piricularia* y *Rizoctonia*. En la República Dominicana, Flores *et al.* (2008) y Trinidad y Rosario (2008) encontraron rendimiento promedio de 7000 y 9800 kg.ha⁻¹ en los ambientes de Esperanza, Valverde y La Herradura, Santiago, rendimientos estadísticamente superiores a los encontrados por Fabián y Pichardo (2008) en la localidad de El Pozo, María Trinidad Sánchez (4600 kg.ha⁻¹).

Con relación al comportamiento de la fertilidad de las espiguillas, Trinidad y Rosario (2008) y Pujols y Rosario (2008), encontraron que en La Herradura, Santiago, fue de 10.5 y 8.3 %, respectivamente, estadísticamente superiores a las encontradas por Fabián y Pichardo (2008), en la localidad de El Pozo, Nagua (22.5 %). En otro estudio realizado por Arias *et al.* (2001), determinaron que 'Juma 67' fue la mejor variedad en rendimiento y número de panículas por m² en Esperanza y Angelina, Sánchez Ramírez, pero la variedad 'PA 24' tuvo un mejor rendimiento en Nagua, en tanto que la línea J1099-10 rindió más en Esperanza y Juma. El estudio reveló, además, que el rendimiento de arroz entero fue inferior en El Pozo con relación a las demás localidades, para todos los genotipos evaluados.

Debido a la importancia del cultivo de arroz para los dominicanos y la diversidad de ambientes existentes en el país, se desarrolló esta investigación con la finalidad de seleccionar genotipos superiores con buena adaptabilidad y estabilidad a través de tres ambientes arroceros de la República Dominicana.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos fueron instalados en las localidades de Juma, provincia Monseñor Nouel, localizada en los 18° 54" N y 70° 23" O y altitud 178 msnm, la temperatura media anual es de 23.6°C y pluviometría media anual 2100 mm, suelo franco arcilloso, con 2.5 % de materia orgánica y pH 5.7; Esperanza, provincia Valverde, ubicada a los 19° 33" N y 71° 14" O y 78 msnm, pluviometría media anual 750 mm y temperatura promedio anual 27.3°C. Suelo de textura franco limosa con pH >7.5 y El Pozo, provincia María Trinidad Sánchez ubicada a 19° 22' N y 69° 50' O y altitud de 3 msnm., pluviometría medio anual 2211 mm con temperatura promedio anual 25.6°C, suelo de textura franco arcillosa con pH de 6.0 y 4.7 % de materia orgánica. El trabajo de campo se realizó en el periodo diciembre 2007 a Julio 2008.

El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar con tres repeticiones de 21 tratamientos, Tabla 1. La unidad experimental fue 20 m² y área útil de 10 m². El método de siembra fue trasplante manual en hileras y el marco de plantación 25 x 25 cm². Las variables evaluadas fueron: días a de floración, panículas/m², espiguillas/panícula, peso 1000 granos (g), rendimiento paddy (kg.ha⁻¹), interacción genotipo/ambiente y porcentaje de arroz entero. Los da-

tos se analizaron con InfoGen, integrándose los factores y variables mediante el uso de técnicas multivariadas de varianza (Johnson 2000), tales como: análisis de componentes principales, Manova, Anova y análisis combinatorio. Para la medición de las variables, se utilizó el sistema de evaluación estándar para arroz del CIAT (1980).

Días a floración y panícula por m². Se contaron los días desde la imbibición de la semilla hasta que el 50 % de los tallos florecieron. Para el conteo de las panículas por m², se seleccionaron 12 plantas por cada unidad experimental, se contaron los tallos y se determinó la cantidad de panícula por m².

Componentes del rendimiento. De cada unidad experimental se seleccionaron al azar 12 panículas en bolsas de papel previamente identificadas, se trasladaron al laboratorio de calidad de la Estación Experimental Juma del IDIAF en Bonao, 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 g.

Rendimiento de arroz paddy. Se cosechó el arroz entre 21 y 24 % de contenido humedad, dentro de un área efectiva de 10 m², dejando un borde de 25 cm a cada lado de la unidad experimental. El arroz fue cosechado separadamente, trillado y colocado dentro de sacos de polietileno capacidad de 22.7 kg. Luego fue secado y venteado y se tomó una muestra de 100 g para

Tabla 1. Tratamientos evaluados a través de los ambientes

T1 - CT17323	T8 - CT17380	T15 - J1518-1
T2 - CT17380	T9 - J1516	T16 - J1518-1-1-2
T3 - CT18141	T10 - J1516-1	T17 - J1518-1-1-1-6-
T4 - CT18141-6	T11 - J1516	T18 - J1519-4
T5 - CT18148	T12 - J1516-1	T19 - 'Taiwán 5'
T6 - CT18148-10	T13 - J1516-1-1-6	T20 - 'Aromático 1'
T7 - CT15696	T14 - J1518	T21 - 'Juma 67', testigo

determinar la humedad inicial, la cual fue la base para ajustar a 14 %, que fue la humedad final, luego fue pesado en una balanza, el resultado se expresó en kg. ha⁻¹.

Arroz entero. Después de pesado, se tomó una muestra de 500 g de cada repetición, se envió al laboratorio de calidad de la Estación Experimental Arrocería Juma del IDIAF, se descascaró, se pulió, se separaron los granos partidos y entero con un tamiz y se determinó el % de arroz entero de cada muestra.

El cultivo se estableció bajo riego por inundación. Después de la preparación y nivelación del terreno se aplicó un molusquicida, a base de fentin acetato de estaño, a razón de 0.5 kg.ha⁻¹. La fertilización se realizó con la dosis recomendada para cada ambiente: 140-100-100 kg.ha⁻¹ de NPK para Esperanza, 120-100-100 para Juma y 100-80-80 para El Pozo, fraccionando en tres aplicaciones el N, mientras que el P y el

K se aplicó el 100% en la primera aplicación. El control de maleza se realizó con el herbicida preemergente butaclor (Machete) a razón de 1 l.ha⁻¹, aplicado un día después del trasplante, luego, el segundo control se realizó a los 35 ddt con el desyerbador Zui-Zua y las malezas que persistieron fueron controladas manualmente.

RESULTADOS

Se encontró diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados y entre los ambientes considerados, así como en la interacción genotipos ambientes. El análisis de componentes principales mostró que en la localidad de Juma, las variables floración, panículas por m², fertilidad de las espiguillas, rendimiento de arroz paddy y porcentaje arroz entero, tuvieron el mejor comportamiento. En Juma, las variables que presentaron el peor comportamiento fueron: peso de 1000 granos, espiguillas por panícula y porcentaje de arroz pulido (Figura 1).

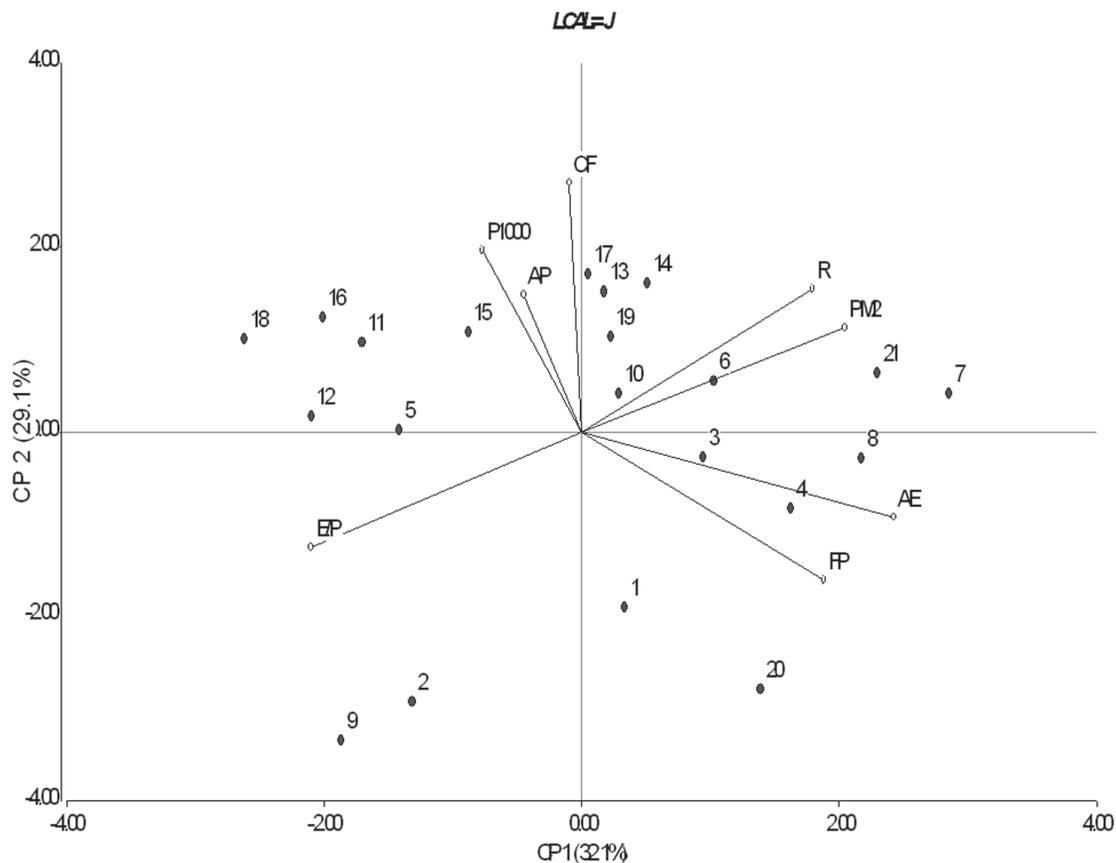


Figura 1. Análisis de los componentes principales, evaluación genotipo ambiente, localidad de Juma, Rep. Dom, 2008. Leyenda: CF=ciclo de floración; PM²=panícula por m²; EP=espiguillas por panícula; P1000=peso de mil granos; FP=fertilidad de la panícula; R=rendimiento; AE=arroz entero; AP=arroz pulido. Para el significado de los números, Tabla 1.

En el caso de El Pozo, las variables ciclo de floración, fertilidad del grano, peso de mil granos, arroz pulido y rendimiento de arroz paddy, presentaron un buen comportamiento y las variables de peor comportamiento en ese ambiente fueron espiguillas por panícula y arroz entero. Por otro lado, en el ambiente de Esperanza, las variables que mejor se comportaron fueron panícula por m², ciclo de floración, peso de 1000 granos y arroz pulido, mientras que espiguillas por panícula tuvo el peor comportamiento en este ambiente (Figuras 1, 2 y 3).

Con relación a los genotipos estudiados, se encontró interacción significativa en los tres ambientes estudiados. La línea CT18148-10 mostró la mayor estabilidad a través de los ambientes al promediar rendimiento de 8152.00, 5756.67 y 5071.67 kg.ha⁻¹ en Esperanza, Juma y El pozo, respectivamente. La línea CT15696 tuvo un buen comportamiento en Juma y El Pozo con

rendimiento promedio de 6209.33 y 4945.00kg.ha⁻¹. El genotipo J1516 presentó mejor comportamiento en las localidades de Esperanza y Juma, con rendimientos de 8152.00 y 5666.67 kg.ha⁻¹, respectivamente. Resultados similares fueron obtenidos por Campo (1999), Camargo *et al.* (2011), García (2004) y Flores *et al.* (2008).

Rendimiento de Arroz paddy

Con relación al rendimiento, se encontró diferencias estadísticas significativas entre los genotipos estudiados y entre los ambientes considerados. En la localidad de Esperanza, se obtuvo el mayor rendimiento promedio, con 7547.73 kg.ha⁻¹, (p=0.023), significativamente superior a los encontrados en los ambientes de Juma (5160.32), (p=0.0356) y El Pozo (4201.26), (p=0.0142). El rendimiento de Juma fue estadísticamente superior a El Pozo. El ambiente de Esperanza superó estadísticamente los demás ambientes en estudio en rendimiento de arroz paddy, panículas por

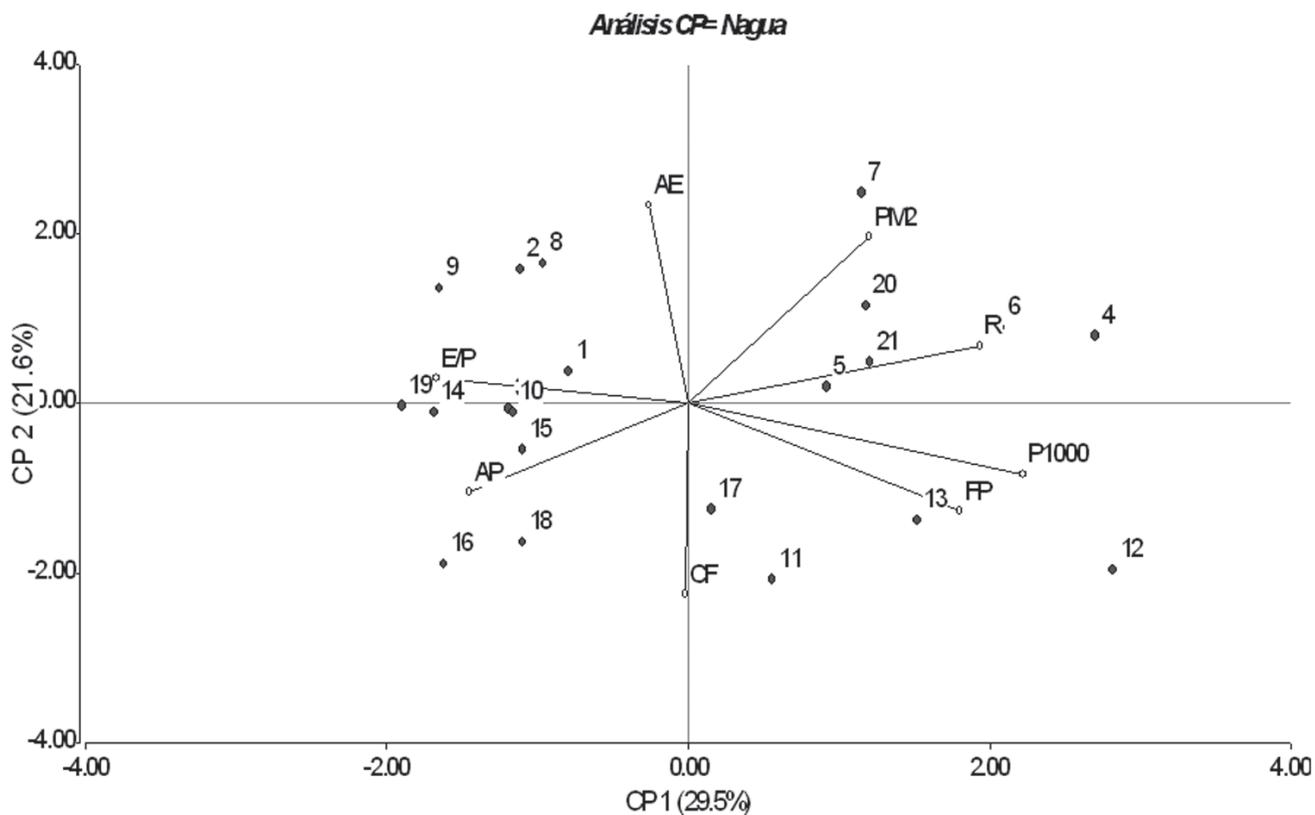


Figura 2. Análisis de los componentes principales, evaluación genotipo ambiente, localidad de Juma, Rep. Dom, 2008.

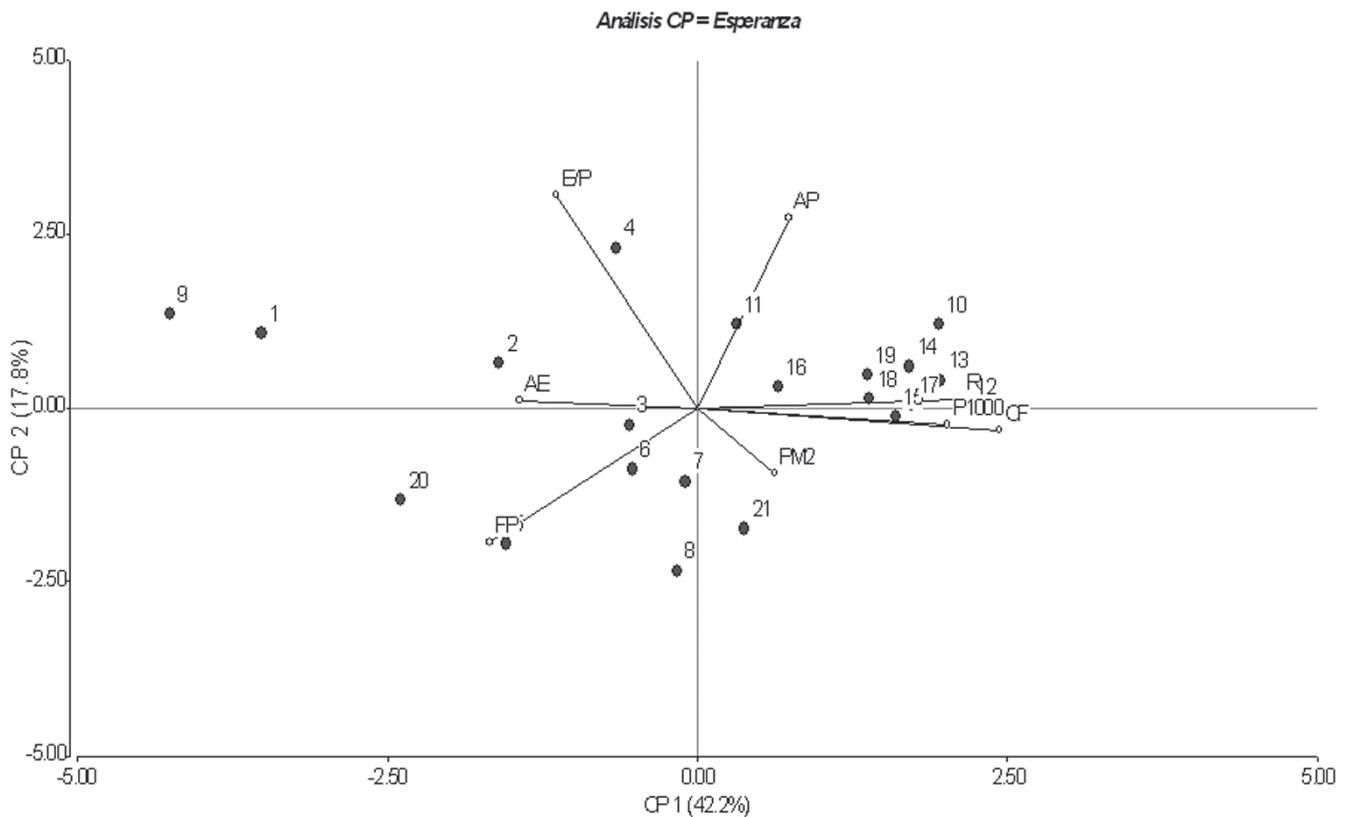


Figura 3. Análisis de los componentes principales, evaluación genotipo ambiente, localidad de Juma, Rep. Dom, 2008.

m², fertilidad de la panícula y porcentaje de fertilidad, superado solo en el número de espiguillas por panícula por los demás ambientes (Tabla 3). Estos resultados, sobre la fuerte interacción con el ambiente de la variable rendimiento, corroboran lo encontrado en Venezuela por García (2004) y son similares a los encontrados por Camargo *et al.* (2005) en Panamá. Además, confirman los encontrados en la República Dominicana por Flores *et al.* (2008) y Arias *et al.* (2001), sin embargo, contradicen a García (2004), que no encontró diferencias entre los componentes del rendimiento.

Fertilidad del grano

Los genotipos evaluados presentaron diferencia con relación a la fertilidad de la panícula y entre los ambientes estudiados. Juma y El Pozo tuvieron los niveles más bajos de fertilidad con 74.6 y 75.8 %, equivalentes a 25.4% y 24.2% de Vaneamiento, respectivamente, sin diferencias significativas entre sí, pero estadísticamente superiores a Esperanza que tuvo una fertilidad de

84.8 % (Tabla 2). Los genotipos 'Aromático 1' y el testigo 'Juma 67' fueron los más estables con relación a la fertilidad, a través de los ambientes con 7.7 y 12.3 %, respectivamente. Los resultados encontrados en esta investigación con relación a que los ambientes de Juma y El Pozo presentan niveles de fertilidad más bajos que Esperanza, corroborando los encontrados por Trinidad y Rosario (2008), Pujols y Rosario (2008) y Fabián y Pichardo (2008), en estudios realizados en varias localidades con diferentes genotipos. Resultados parecidos fueron encontrados por el INIA (1999), en Ecuador. Con relación a los demás componentes del rendimiento, se encontró diferencias significativas a través de los ambientes considerados, lo cual es contrario a resultados encontrados por García (2004), en Calabozo, Venezuela.

Arroz Entero y Pulido

La calidad industrial se basa principalmente en el porcentaje de granos enteros obtenido después del proceso de elaboración en la industria. En

Tabla 2. Comportamiento de las variables evaluadas a través de los ambientes estudiados, Juma, Rep. Dom., 2008

Ambientes	Variables						
	Rend. (Kg.ha ⁻¹)	P/m ²	FL (días)	E/p	P1000 granos (g)	FP (%)	Vaneamiento (%)
Esperanza	7547.7 a	368.1 a	115.5 a	140.4 b	28.5 ab	84.8 a	15.2 a
Juma	5160.3 b	307.3 b	116.2 a	120.8 c	29.2 a	75.8 b	24.2 b
El Pozo	4201.3 c	317.5 b	110.4 b	151.2 a	27.8 b	74.6 b	25.4 b

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

Leyenda: p/m²=panículas por m²; FL= días a floración; E/P=espiguillas por panícula; FP=fertilidad de La panícula.

esta investigación se encontró diferencias significativas en cuanto al porcentaje de arroz entero y pulido, tanto entre los genotipos como en los ambientes estudiado. La localidad de Esperanza, con un porcentaje de arroz entero de 59.7 y pulido de 72.9, superó estadísticamente a los ambientes de Juma (56.9 y 70.5) y El Pozo (56.4 y 70.8). Los ambientes de Juma y El Pozo fueron

estadísticamente iguales para ambas variables (Figura 4). Resultados similares encontraron Camargo *et al.* (2011), en estudio realizado en Panamá. También, Arias *et al.* (2001) en la República Dominicana encontró que el % de arroz entero en la localidad de El Pozo, fue estadísticamente inferior que en otras localidades.

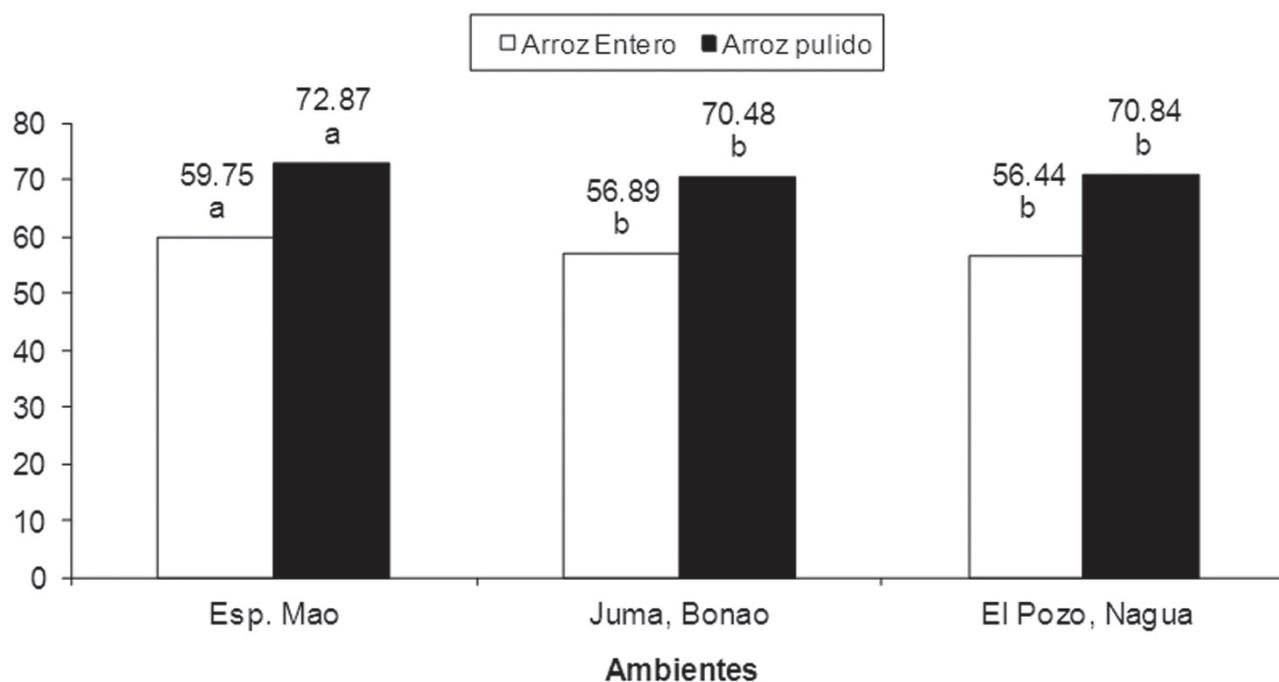


Figura 4. Porcentajes de arroz entero y pulido a través de los ambientes estudiados, Juma, Rep. Dom. 2008.

CONCLUSIONES

Se encontró interacción entre los genotipos y los ambientes estudiados, con relación al rendimiento en grano y sus componentes.

Las diferencias en los ambientes evaluados afectaron la calidad industrial de los genotipos evaluados.

La línea CT18148-10 fue el genotipo más estable en rendimiento, a través de los ambientes en estudio.

La localidad de Esperanza, Valverde, fue el ambiente más favorable para la selección de genotipos superiores.

LITERATURA CITADA

- Alfonso, R. 2005. Mejoramiento para Resistencia la Sequía en el Cultivo del Arroz. Instituto de Investigaciones del Arroz (IIArroz). La Habana, CU.
- Arias, L.; Adames, A.; Flores, D.; Santana, J.; Moquete C. 2001. Prueba regional de líneas promisorias de arroz (*Oryza sativa* L.). *In* Memoria Anual Programa de Cereales. Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF). 12 p. Santo Domingo, DO.
- Bao, J.; Kong, X.; Xie, J.; Xu, L. 2004. Analysis of genotypic and environmental effects on rice starch. 1. Apparent amylose content, pasting viscosity, and gel texture *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 52: 54-58.
- Campos, R. 1999. Ensayos regionales de rendimiento de líneas de arroz de ciclo intermedio y tardío. Departamento Agrícola del Ministerio de Agricultura y Ganadería. In XI Congreso Nacional Agronómico. San José, CR.
- Camargo, I.; Quiros, E.; Gordon, M. 2011. Identificación de mega ambientes para potenciar el uso de genotipos superiores de arroz en Panamá. *Pesquisa Agropecuaria* 46:1061-1069.
- Castañón, G. 1994. Estudio de la estabilidad en líneas avanzadas y variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) usando dos metodologías. *Agronomía Mesoamericana* 5:118-125.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical, CO). 1980. Componentes del rendimiento en arroz, Cali, CO. P. 7.
- Fabián, A.; Pichardo, E. 2008. Caracterización de siete genotipos de arroz con relación al Vaneamiento. Tesis de grado Universidad ISA. La Herradura, Santiago, DO. 182 p.
- Flores, D.; Adames, A.; Colón, J.; Santana, J.; Gómez, A. 2008. Evaluación de genotipos de arroz (*Oryza sativa*, L.) en tres localidades de la República Dominicana. *In* 54 Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos y Animales. 14 al 18 de Abril. San José, CR. 9 P.
- García, A. 2004. Interacción genotipo-ambiente, estabilidad del rendimiento y algunos de sus componentes de 15 genotipos de Arroz (*Oryza sativa* L.) en tres Localidades. Calabozo, VE.
- Gauch, H. 2006. Statistical analysis of yield trials by AMMI and GGE. *Crop Science* 46:1488-1500.
- Glaz, B.; Kang, M. 2005. Location contributions determined via GGE biplot analysis of multienvironment sugarcane genotype-performance trials. *Crop Science* 38: 913-918.
- Glaz, B.; Kang, M. 2008. Location contributions determined via GGE biplot analysis of multienvironment sugarcane genotype-performance trials. *Crop Science* 48: 941-950.
- INIA (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, EC). 1996. Ensayo regional de 13 líneas de arroz provenientes de la actividad 15 de 1995. *In* Informe Técnico Anual INIAP. Quito, EC. Pp 41-44.
- Johnson, D. 2000. Métodos multivariados aplicados al análisis de datos. I.T.P. Latin America. México, MX. 566p.
- Martínez, C. 1997. Situación actual del mejoramiento genético de arroz en América Latina y El Caribe. *In* Memoria de la IX Conferencia Internacional de Arroz para América Latina y el Caribe. Cali, CO.
- Lin, C.; Binns, M.; Lefkovich, L. 1986. Stability analysis. Where do we stand? *Crop Science* 26:894-900.
- Lin, C.; Binns, M. 1994. Concepts and methods for analyzing regional trial data for cultivar and location selection. *Plant Breeding Reviews* 12: 271-297.
- Pujols, M.; Rosario, J. 2008. Caracterización de siete genotipos de arroz (*Oryza sativa* L.) con relación al Vaneamiento, en La Herradura, Santiago de los Caballeros, República Dominicana. Tesis de grado, Universidad ISA. La Herradura, Santiago, DO.
- Segovia, G.; Aimara, M. 2004. Interacción genotipo-ambiente, estabilidad del rendimiento y alguno de sus componentes de 15 genotipos de arroz (*Oryza sativa* L.) en tres localidades. Tesis de grado UCLA. Caracas, VE. 187 p
- Trinidad, M.; Rosario, J. 2008. Evaluación de dos sistemas de siembra y su relación con el Vaneamiento de arroz (*Oryza sativa* L.) en La Herradura, Santiago de los Caballeros, República Dominicana. Tesis de grado Universidad ISA. La Herradura, Santiago, DO. 178 p.
- Turrialba, G.; Acevedo, M.; Castillo, W.; Ramos, A.; Urdaneta L. 2004. Variedades de Arroz en Venezuela. INIA, divulgación 2. Caracas, VE.
- Yan, W.; Tinker, N. 2005. An integrated biplot analysis system for displaying, interpreting, and exploring genotype x environment interaction. *Crop Science* 45:1041-1016.