

NOTA TÉCNICA

RHA-180, PRIMER HÍBRIDO DE ARROZ VENEZOLANO

Rosaura Perdomo¹, Yorman Jayaro¹, Francis Hernández¹,
Carlos Lozada¹, Jesús Alezones¹ y Manuel Ávila¹

RESUMEN

Los híbridos de arroz han tomado auge en América Latina y el Caribe como alternativa tecnológica para el aumento de la productividad del cultivo, mejorando la eficiencia en el uso de los recursos y ayudando así a satisfacer la demanda creciente de alimentos de manera sostenible. El desarrollo y la adopción de este tipo de tecnologías, favorecerían el uso de semilla certificada de alta calidad, afianzando el mercado de semilla y disminuyendo la propagación de enfermedades y otros problemas. Bajo esta premisa, en el año 2010 comenzaron los cruzamientos para la obtención de híbridos de arroz con superioridad en rendimiento, y calidad de grano adecuada a la industria arrocería venezolana, obteniendo como resultado la identificación de la combinación híbrida RHA-180 mediante el uso del sistema de androesterilidad genética citoplasmática o sistema de tres líneas. El híbrido RHA-180, mostró una superioridad de rendimiento en grano acondicionado en 27,06 %, en promedio, sobre la variedad comercial (SD20A), presentando buenos niveles de calidad de grano y atributos agronómicos aceptables que reflejan su adaptación a las principales regiones productoras de Venezuela y lo posicionan como el primer híbrido de arroz venezolano.

Palabras clave adicionales: Genotecnia, heterosis, *Oryza sativa*, rendimiento

ABSTRACT

RHA-180, first hybrid of Venezuelan rice

In Latin America and the Caribbean, rice hybrids had become into an important technological alternative to achieve productivity risings on this crop, improving efficiency in the use of inputs (land, water, fertilizer), and contributing to satisfy the increasing food needs on a sustainable way. Beside yield risings, development and adoption of rice hybrid in Venezuela could encourage the use of high quality certified seed, boosting seed market and reducing diseases and other pests. On this focus, in 2010 the crosses for rice hybrids development were started, with the aim of obtain adapted high yielding hybrid cultivars with grain quality adapted to the Venezuelan mills requirements. Using a breeding method based upon cytoplasmatic male sterility or three-line system, RHA-180 was identified. The hybrid RHA-180 showed good agronomic performance and good grain quality, with grain yield 27.06 % higher, on average, than SD20A variety. All of this reflects the good adaptation of RHA-180 to Venezuelans rice crop conditions, and its suitability as the first Venezuelan rice hybrid.

Additional keywords: Genetics, heterosis, *Oryza sativa*, yield

INTRODUCCION

El arroz (*Oryza sativa* L.) es el alimento básico para más de la mitad de la población en el mundo y ocupa el tercer lugar después del trigo y del maíz en cuanto a superficie cosechada, pero proporciona más calorías a la dieta humana que el trigo, el maíz, la yuca, la papa y otros alimentos (FAO, 2016).

Para Venezuela es un alimento esencial, y su rendimiento promedio se encuentra cerca de 5 toneladas por hectárea; en años recientes se cultivaron más de 160 mil hectáreas, principalmente bajo sistema de riego, con uso de variedades convencionales (FEDEAGRO, 2018).

En el país existe la necesidad de aumentar la productividad del arroz y se ha planteado que el incremento del potencial de rendimiento de los

Recibido: Octubre 23, 2018

Aceptado: Julio 26, 2019

¹ Fundación para la Investigación Agrícola Danac, carretera Panamericana, encrucijada de Marín, San Javier, estado Yaracuy, Venezuela. Apartado postal 182. email: perdomorosaura@gmail.com (autor de correspondencia); yorman.jayaro@danac.org.ve; francis.hernandez@danac.org.ve; clozada799@gmail.com; jesus.alezones@danac.org.ve; manuel.avila@danac.org.ve

cultivares, aunado a un manejo agronómico mejorado, puede incrementar significativamente el rendimiento. Entre los diferentes enfoques que pueden responder a este desafío se encuentra el uso de la tecnología de híbridos de arroz (Virmani y Kumar, 2004) que se fundamenta en la ocurrencia del fenómeno de heterosis o vigor híbrido. Los híbridos de arroz han demostrado ser exitosos por muchos años en China, marcando una superioridad en rendimiento de hasta 30 % en comparación con las variedades convencionales (Li y Long, 2000). Este cambio de tecnología ha significado aportes importantes en la productividad del cultivo ayudando a satisfacer demandas alimenticias, sin la necesidad de incrementar la superficie de siembra.

En Venezuela, solo se habían llevado a cabo iniciativas para la evaluación de híbridos de arroz de orígenes asiáticos, que mostraron problemas agronómicos relacionados con acame y calidad de grano, principalmente (Álvarez et al., 2008). Sin embargo, programas de mejoramiento genético nacionales han iniciado el desarrollo de híbridos de arroz, en las cuales fue identificado el híbrido RHA-180, como un cultivar potencial.

El objetivo del presente trabajo es describir el procedimiento para la obtención del primer híbrido de arroz a nivel nacional RHA-180, las principales características del cultivar, así como también los principales resultados que permitieron su selección.

MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención del híbrido RHA-180. La obtención del híbrido se hizo con base al uso del sistema de androesterilidad genética citoplasmática o sistema de tres líneas (A, M y R), que ha sido reportado como la forma más usada, estable y práctica para desarrollar híbridos comerciales (Long y Xi, 2001). La línea IR58025A con androesterilidad citoplasmática fue utilizada como progenitor femenino, la cual fue multiplicada mediante el cruce con la línea IR58025B. Este sistema fue introducido del International Rice Research Institute (IRRI), de Filipinas, y se ha reportado como un sistema ampliamente utilizado en los trópicos (Virmani, 2003). La posible línea restauradora de la fertilidad o línea R (parental masculino que al cruzarse con la línea femenina A

produce el híbrido) se identificó en el proceso de premejoramiento realizado por el programa de arroz de la Fundación Danac, resaltando por su buena calidad de grano a nivel industrial y características agronómicas favorables.

Para los cruzamientos se establecieron parcelas en campo de una hilera de 5 metros del padre donador de polen junto a una hilera del sistema estéril y se aisló cada par de plantas que se destinarían al cruzamiento para garantizar la polinización. El cruzamiento que generó la combinación RHA-180 se realizó en el año 2010 durante el ciclo de lluvias (mayo-septiembre).

Para todos los ensayos se utilizó la variedad comercial SD20A como patrón de comparación. Esta variedad nacional, creada y desarrollada por Fundación Danac, recibió su elegibilidad en el año 2008 para la multiplicación y comercialización de semilla, posee gran aceptación por los agricultores y tiene importante presencia en los campos, lo cual permitió su selección como la variedad testigo.

Se evaluaron de forma muy preliminar las semillas F1 obtenidas para su capacidad de restauración de la fertilidad, medida a través de la producción de semilla por planta. Para ello se tomó el promedio de 25 plantas de las parcelas y se evaluaron 10 panículas tomadas al azar para evaluar la fertilidad; el dato proveniente del testigo fue obtenido del promedio de las plantas de cinco parcelas ubicadas en el ensayo. El híbrido RHA-180 expresó una heterosis estándar positiva para esta característica (incremento con relación a la variedad testigo), demostrando una superioridad de 51,95 % y un porcentaje de fertilidad de la panícula del 81,60 %, en este caso, características principales para su selección (Cuadro 1).

Rendimiento en grano y calidad molinera y culinaria del híbrido RHA-180. Para evaluar el rendimiento del híbrido RHA-180 junto a otros híbridos experimentales se establecieron cinco ensayos bajo el diseño experimental de bloques al azar con tres repeticiones mediante siembra directa a una densidad para híbridos de 40 kg ha⁻¹ y de 70 kg ha⁻¹ para la variedad testigo SD20A, con unidades experimentales de 7 m². Los ensayos se establecieron en los estados Portuguesa y Guárico, en diferentes ciclos y condiciones, según se detalla en el Cuadro 2.

Para determinar calidad molinera se

determinaron los porcentajes de grano entero y contenido de granos defectuosos (% yesoso + panza blanca) usando el método descrito en la

norma COVENIN (1990). Para la calidad culinaria se determinó la amilosa aparente según el método descrito por Juliano (1971).

Cuadro 1. Comportamiento de RHA-180 en el ensayo de evaluación de restauración de la fertilidad durante el ciclo de lluvia del 2010 comparados con el testigo comercial SD20A

Genotipo	Fertilidad de panículas (%)		Peso de granos por planta (g)		HE*(%)
	Media	SD	Media	SD	
SD20A (testigo)	82,58	6,9	41,98	13,89	-
RHA-180	81,60	0,7	63,79	20,44	51,95

*HE: Heterosis estándar (%) = 100(Valor de la F1 - Valor del testigo)/Valor obtenido por la mejor variedad

Cuadro 2. Características de los ensayos para evaluar el rendimiento del híbrido de arroz RHA-180 junto a otros híbridos experimentales

Estado/ municipio	Ubicación	Ensayo N°	Ciclo	Número de híbridos	Temperatura (°C)	
					Máx	Mín
Portuguesa/ Ospino	9°13'N, 69°22'W 190 msnm	1	2011-12	47	32,9	22,3
		2	2012-13	14	33,3	22,7
Guárico/ Miranda	8°46' N, 67°33' W 249 msnm	3 ^a	2012-13	12	35,1	26,1
		4 ^b	2013-14	10	34,7	22,6
		5 ^b	2015-16	12	35,5	24,2

^aFinca Urdaneta; ^bFinca Fraile

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El híbrido RHA-180 demostró en todas las evaluaciones un rendimiento superior a la variedad testigo comercial SD20A, el cual en promedio fue de 27,06 % mayor (Cuadro 3), demostrando un excelente potencial de rendimiento, y buen comportamiento agronómico.

Estos resultados superan incluso los rendimientos alcanzados por híbridos en otros países que ha sido del 15 a 20 % sobre las variedades comerciales (Redoña et al., 2003; Julfiquar y Virmani, 2003; Muñoz et al., 1998), y coinciden con el rango de superioridad de los rendimientos obtenidos por híbridos sobre las variedades convencionales en países asiáticos que ha sido entre 20 y 30 % mayor (Virmani, 2003). Se puede afirmar que la productividad demostrada por el híbrido RHA-180 puede ser útil en el incremento de la producción a nivel nacional, y se hace necesaria una investigación más exhaustiva del manejo agronómico que permita optimizar la expresión de su potencial de rendimiento.

En todos los ensayos se realizaron evaluaciones agronómicas analizadas de acuerdo a los parámetros establecidos en el sistema estándar de evaluación según el IRRI (2002) y de características de calidad de grano conforme la norma industrial venezolana 44-90 (COVENIN, 1990) que permitieron definir la descripción varietal del híbrido RHA-180 (Cuadro 4).

En el Cuadro 4 se presenta una comparación de los resultados de la calidad molinera (porcentaje de grano entero y de grano yesoso más panza blanca) y culinaria (porcentaje de amilosa) de los granos del híbrido RHA-180 y la variedad testigo SD20A. Los resultados exponen tres de los cinco ensayos establecidos, ya que hubo poca disponibilidad de muestra en los dos otros ensayos. Se observa que la calidad de grano del híbrido fue similar a la de la variedad testigo, con valores aceptables por la industria y el consumidor en todos los casos, con la excepción del contenido de amilosa cuyos valores fueron bajos tanto para el híbrido como para el cultivar testigo en el ensayo de Ospino 2012-2013. Torres y Martínez (2010) señalan que la temperatura alta durante la

maduración del grano hace disminuir el porcentaje de amilosa. Este factor pudiera haber contribuido en nuestro ensayo, ya que aunque no se dispone de los registros puntuales de

temperatura de la localidad, el Cuadro 2 muestra que el promedio de temperaturas de Ospino en el ciclo 2012-2013 fue ligeramente mayor que el del ciclo anterior.

Cuadro 3. Rendimiento ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) del híbrido RHA-180 en ensayos de evaluación en diferentes ciclos y localidades comparados con el testigo comercial SD20A

Cultivar	Localidad y período de evaluación					Media
	Portuguesa Ospino (2011-2012)	Portuguesa Ospino (2012-2013)	Guárico Finca Urdaneta (2012-2013)	Guárico Finca Fraile (2013-2014)	Guárico Finca Fraile (2015-2016)	
RHA-180	4672,22	2685,03	11154,01	10764,84	12831,80	8421,58
SD20A	3664,06	2357,66	9524,22	9006,37	8160,08	6542,48
Diferencia (%)	27,52	13,89	17,11	19,52	57,25	27,06
Probabilidad	$P\leq 0,01$	$P\leq 0,01$	$P\leq 0,05$	$P\leq 0,05$	$P\leq 0,01$	
CV (%)	18	22	16	10	17	

Cuadro 4. Comparación de los resultados de la calidad molinera y culinaria de los granos del híbrido RHA-180 y la variedad testigo SD20A en diferentes localidades y períodos de evaluación.

Localidad y Período de evaluación	Cultivar	GE (%)	GY+PB (%)	Amy (%)
Portuguesa/Ospino 2012-2013	RHA-180	62,15	9,36	12,44
	SD20A	58,64	5,64	12,34
Guárico/Finca Fraile 2013-2014	RHA-180	63,27	5,48	15,02
	SD20A	68,46	5,08	15,45
Guárico/Finca Fraile 2015-2016	RHA-180	52,50	df	16,68
	SD20A	59,58	df	19,40

GE: grano entero, GY: grano yesoso, PB: grano panza blanca, AMY: amilosa. Valores meta de calidad de granos utilizados por Fundación Danac en la selección de cultivares de arroz: %GE \geq 50; %GY+PB \leq 17; %AMY \geq 15 \leq 20. df: datos faltantes

Descripción del cultivar. El híbrido RHA-180 presenta follaje pubescente, con una senescencia tardía, el tipo de planta es semiabierto con hábito de crecimiento erecto, con excelente capacidad de macollamiento, alto potencial de rendimiento; el grano es generalmente de tipo largo eventualmente con la presencia de aristas cortas menores a 5 mm (Cuadro 5).

Los resultados son referentes que indican un alto potencial de rendimiento y excelentes valores de calidad industrial y culinaria del híbrido RHA-180, constituyendo así una alternativa tecnológica

potencialmente útil para el incremento de la productividad del arroz, de alta adaptación a las distintas condiciones de los campos venezolanos.

RHA-180 obtuvo el 31 de julio del año 2019 su elegibilidad para la producción y comercialización de semilla certificada en Venezuela, y pasó a formar parte del Registro de Cultivares Comerciales bajo el código CNS-CC-19-502-05. De esta forma se amplía la oferta tecnológica de cultivares de alto potencial de rendimiento para los productores de arroz en Venezuela.

Cuadro 5. Descripción varietal del híbrido de arroz RHA-180

Tipo de cultivar	Híbrido de arroz
Origen	Generado bajo cruzamientos prueba. La línea hembra proviene de sistemas de tres líneas del Instituto Internacional de Investigaciones del Arroz (IRRI, Filipinas) y la línea masculina es de origen FLAR (Fondo Latinoamericano para Arroz de Riego). El cruce prueba se realizó en el 2010 y su primer ensayo de validación Agronómica de Cultivares (EVAC) se realizó en el ciclo 2014- 2015
Obtentor	Fundación Danac
Características morfológicas de la planta	
Follaje color y textura	Follaje pubescente, Verde hasta maduración, senescencia tardía
Capacidad de macollamiento	Promedio: 41 macollos en trasplante. 13 en siembra directa
Hábito de crecimiento	Erecto
Posición de la hoja bandera	Semi- erecta
Altura	126 cm (en trasplante, media de 100 plantas) 95,7 cm en siembra directa
Longitud promedio de la panícula	31 cm (en trasplante, media de 100 panículas)
Número promedio granos/panícula	313 (en trasplante, media de 100 panículas) y 197 en siembra directa
Ciclo	125-130 días
Características del grano	
Longitud promedio de la semilla	10,68 mm
Ancho promedio de la semilla	2,49 mm
Espesor promedio de la semilla	1,98 mm
Peso promedio de mil semillas	25,7 g
Longitud promedio del grano pulido	7,05 mm
Ancho promedio del grano pulido	2 mm
Espesor promedio del grano pulido	1,67 mm
Potencial de rendimiento	Fertilidad de espiguilla en condiciones de San Javier, estado Yaracuy: 90 % (promedio 100 panículas en trasplante). Potencial de rendimiento semicomercial en Calabozo, Guárico: 12.000 kg·ha ⁻¹
Calidad molinera	Grano entero: 54,9 %, granos yesosos + granos Panza Blanca: 2,9 %
Calidad culinaria	Contenido de Amilosa: intermedio. Granos sueltos después de la cocción
Reacción a enfermedades	
Piricularia (<i>Pyricularia grisea</i>)	Resistente
Añublo de la vaina (<i>Rhizoctonia solani</i>)	Tolerancia intermedia
Hoja blanca (virus de la hoja blanca VHBA)	Resistente
Daño mecánico por sogata (<i>Tagosodes orizicolus</i>)	Resistente
Promedios generales obtenidos en los ensayos en la sede principal de Fundación Danac en el estado Yaracuy y en los ensayos establecidos en las diferentes localidades y ciclos de evaluación	

LITERATURA CITADA

1. Álvarez, R., M. Pérez, E. Reyes, O. Moreno, N. Delgado, M. Torrealba et al. 2008. Evaluación comparativa de híbridos y variedades de arroz en los Llanos Centrocidentales de Venezuela. *Agronomía Tropical* 58(2): 101-110.
2. COVENIN (Comisión Venezolana de Normas Industriales). 1990. Arroz paddy. NVC 44-90. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Ministerio de Producción y Comercio. Caracas.
3. FAO (Food and Agriculture Organization). 2016. Base de datos de producción agrícola. Faostat. <http://faostat.fao.org> (consulta del 02-02-2018).
4. FEDEAGRO (Confederación de Asociaciones de Productores Agropecuarios). 2018. Estadísticas Agropecuarias. Producción Agrícola. <http://www.fedeagro.org/produccion/rubros.asp> (consulta del 25-05-2018).
5. IRRI (International Rice Research Institute). 2002. Reference Guide-Standard Evaluation System for Rice. <http://www.knowledgebank.irri.org/ses> (consulta del 02-05-2017).
6. Julfiquar, A. y S. Virmani. 2003. Research and development of hybrid rice in Bangladesh. *In: S. Virmani, C. Mao y B. Hardy B (eds.). Hybrid Rice for Food Security, Poverty Alleviation, and Environmental Protection. Proceedings of 4th International Symposium on Hybrid Rice. IRRI. Los Baños (Philippines). pp. 235-245.*
7. Juliano, B. 1971. A simplified assay for milled-rice amylose. *Cereal Science Today* 16(10): 334-340.
8. Li, J. y Y. Long-Ping. 2000. Hybrid rice: Genetics, breeding and seed production. *Plan Breeding Reviews* 17: 15-158.
9. Long-Ping, Y. y F. Xi-Qin. 2001. Tecnología para la producción de arroz híbrido. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO. Roma. 92 p.
10. Muñoz, D., P. Gutierrez y E. Corredor. 1998. Research and development for hybrid rice technology in Colombia. *In: S. Virmani, E. Siddique y K. Muralidharan (eds.). Advances in Hybrid Rice Technology. IRRI. Los Baños (Philippines). pp. 389-394.*
11. Redoña, E., F. Malabanan, M. Gaspar, J. De León y L. Sebastian. 2003. Hybrid rice development and use in the Philippines, 1998-2001. *In: S. Virmani, C. Mao y B. Hardy B (eds.). Hybrid Rice for Food Security, Poverty Alleviation, and Environmental Protection. Proceedings of 4th International Symposium on Hybrid Rice. IRRI. Los Baños (Philippines). pp. 381-401.*
12. Torres, E. y C. Martínez, C., 2010. El mejoramiento del arroz . *In: V. Degiovanni, C. Martínez y F. Motta (eds.). Producción Eco-Eficiente del Arroz en América Latina . Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. Publicación 365. pp. 141-179.*
13. Virmani, S. 2003. Advances in hybrid rice research and development in the tropics. *In: S. Virmani, C. Mao y B. Hardy B (eds.). Hybrid Rice for Food Security, Poverty Alleviation, and Environmental Protection. Proceedings of 4th International Symposium on Hybrid Rice. IRRI. Los Baños (Philippines). pp. 7-20.*
14. Virmani, S. e I. Kumar. 2004. Development and use of hybrid rice technology to increase rice productivity in the tropics. *International Rice Research Notes*. https://www.researchgate.net/profile/ish_kumar6/publication/265035618 (consulta del 13-02-2018).