

Efecto de tres métodos de siembra sobre el desarrollo, rendimiento y rentabilidad del cultivar de arroz ‘Jaragua’ (*Oryza sativa* L.) bajo la modalidad de retoño^{1,2}

Pedro Antonio Núñez-Ramos^{3}, Elpidio Avilés-Quezada⁴, Aridio Pérez⁵, Francisco Jiménez⁶, Julio César López⁷, César Augusto Martínez-Mateo⁸, Ana Damaris Avilés⁹, Glenni López¹⁰, Rafael Salcedo-Beliard¹¹, Isidro Almonte¹², Pedro Juan del Rosario¹³ y Ramiro Eleazar Ruiz-Nájera¹⁴*

J. Agric. Univ. P.R. 108(2):185-203 (2024)

RESUMEN

La siembra mecanizada tiene potencial para bajar costos y aumentar la productividad del cultivo de arroz. En ese sentido, probar el efecto de los sistemas de siembra sobre el retoño es una necesidad para los productores de arroz. Se evaluó el efecto de tres métodos de siembra bajo la modalidad de retoño en húmedo sobre el rendimiento y rentabilidad del arroz, cultivar “Jaragua”: los tratamientos evaluados son retoños de las plantas bajo siembra mecanizada, voleo con semillas hinchadas y

¹Manuscrito sometido a la junta editorial el 25 de noviembre de 2023.

²Proyecto Kopia-IDIAF “Introduction and use of Korean farm machinery and equipment in profitability improvement and reduce rice production cost in the Dominican Republic”

³Docente e Investigador Titular, Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF), Instituto Nacional de Investigaciones (INIA), Facultad de Ciencias Agronómicas y Veterinarias, Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7580-7931>, República Dominicana; dirección: C/ Rafael Augusto Sánchez #89, Ensanche Evaristo Morales, Santo Domingo, República Dominicana. Teléfono. (809) 567-8999, email: pnunez@diaf.gov.do, pnunez25@uasd.edu.do, pnunez@gmail.com; *Autor para correspondencia.

⁴Investigador Asociado, Centro Norte Idiaf, email: eavilesquezada@gmail.com.

⁵Investigador Asociado, Centro Norte Idiaf, email: aridiopereza@yahoo.com.

⁶Investigador Titular, Centro Norte Idiaf, email: mofabige0207@gmail.com.

⁷Investigador, Estación Juma, Centro Norte Idiaf, email: ucelop3533@gmail.com.

⁸Investigador Asociado, Centro Norte Idiaf, email: cmartinez@idiaf.gov.do, cesarini-plrum@gmail.com.

⁹Investigadora Asistente, Centro Norte Idiaf, email: azucena_do@hotmail.com.

¹⁰Investigadora Asociada, Centro Norte Idiaf, email: glenny.llinee.rd@gmail.com.

¹¹Encargado Estación Experimental, Sabaneta, Centro Norte Idiaf, email: salcedobeliard@gmail.com.

¹²Investigador Asociado, Centro Norte Idiaf, email: ialmonte1531@gmail.com.

¹³Investigador Titular, Centro Norte Idiaf, email: pjrosario64@gmail.com.

¹⁴Docente, investigador, Universidad Autónoma de Chiapas. México. Facultad de Ciencias Agronómicas, email: ramiro.ruiz@unach.mx.

trasplante manual, arreglados en un diseño completamente al azar (DCA), con cuatro repeticiones. Se hizo un análisis de varianza y separación de medias por prueba de Duncan al 5% de significancia. Los resultados indicaron diferencias estadísticas significativas para los componentes del rendimiento, resultando con mayor contribución el ahijamiento, número de panículas, granos llenos y porcentaje de fertilidad ($p=0.1251$ y 0.0001) y peso de mil granos ($p=0.0001$). El rendimiento fue superior en el sistema al voleo (5,675 kg/ha ($p=0.0013$), en comparación al sistema por trasplante (5,352 kg/ha), registrándose superioridad del rendimiento del sistema mecanizado (6,764 kg/ha) sobre el sistema al voleo y el sistema por trasplante. La mayor rentabilidad se produjo en la siembra mecanizada, obteniéndose también la mayor cantidad de ingreso con DOP 139,252.14. En momentos de escasez de mano de obra en las áreas arroceras, la siembra mecanizada representa una alternativa de producción, en especial para bajar costos y la fuerte dependencia de mano de obra extranjera.

Palabras clave: arroz, mecanización, maquinaria, manejo, retoño, trasplante, voleo

ABSTRACT

Effect of three planting methods on the development, yield and profitability of rice (*Oryza sativa* L.) cv. 'Jaragua' under ratoon cropping

Mechanized planting has the potential to lower costs and increase rice production. To develop this potential benefit for rice producers, we tested the effects of mechanized planting systems on the seedling. Under ratoon cropping, three sowing techniques were used to evaluate the yield and profitability of rice cultivar 'Jaragua'; young rice shoots (socas) were sown using mechanized sowing, broadcasting swollen seed, or manual transplanting, in a completely randomized design (CRD), with four repetitions. An analysis of variance and separation of means was performed using Duncan's test at 5% significance. The results indicated significant statistical differences in the yield components, with the greatest contribution being tillering, number of panicles, full grains and percentage of fertility ($p=0.1251$ and 0.0001), and weight of a thousand grains ($p=0.0001$). The yield was higher in the broadcast system (5,675 g/ha ($p=0.0013$) than in the transplant system (5,352 kg/ha), but the mechanized method registered superior performance (6,764 kg/ha) over both systems. The greatest profitability occurred in mechanized planting, which generated the highest income with DOP 139,252.14. In times of labor shortages in rice-growing areas, mechanized planting represents a production alternative, reducing costs and a strong dependence on foreign labor.

Keywords: broadcasting mechanization, machinery, management, rice, sprouting, transplanting

INTRODUCCIÓN

El arroz es un cultivo básico en la alimentación del pueblo dominicano, según el Ministerio de Agricultura (MA), de un total de consumo anual estimado en 562,358.28 toneladas (t), la República Dominicana mantiene una producción promedio de 507,936.51 t y una importación

promedio de 19,092.97 t (2005-2013). La producción de arroz en el país mantiene un promedio nacional de rendimiento de 3,076.36 kg/ha, siendo el consumo per cápita en el país de unas 56.82 kg, uno de los promedios de consumo más altos de América Latina (MA, 2021).

La producción de arroz en República Dominicana se hace fundamentalmente bajo riego por inundación (98%) que corresponde a 30,000 productores, en una superficie de 182,389.94 hectáreas (ha). De ese total de productores, el 45% corresponde a parceleros de la Reforma Agraria, en parcelas pequeñas de entre 1.26 a 4.72 ha. El 55% restante corresponde a parceleros del sector privado (IICA, 2015, 2016). En el país, para el 2021, se sembró unas 205,434 ha, se cosechó 195,090.7 ha, con un rendimiento de 3,338.18 kg/ha y una producción de 649,499.10 toneladas (MA, 2021).

El retoño es la cosecha que se obtiene a partir del rebrote de los tallos de una cosecha previa (Castro et al., 2014). En países con alta producción de arroz se incrementa la productividad con la recolecta del rebrote (Moquete, 2010a). Desde la década de 1990, el sistema de retoño se ha incrementado, debido principalmente a su rentabilidad. Este sistema representa una forma económica de aumentar la productividad en el arroz mediante el desarrollo fitotécnico, después de la cosecha principal (Polón et al., 2006), mediante la regeneración de los hijos a partir del sistema radicular establecido y de las yemas axiliares, cerca de la base del tallo que se queda en el campo después de la cosecha principal. Una de las ventajas del retoño en arroz es que el ciclo de producción es menor a la cosecha principal. Además, los costos de producción se reducen sustancialmente porque no hay que labrar el suelo, nivelar, sembrar ni comprar semillas, y los fertilizantes se utilizan en menor cantidad que en la cosecha principal. Asimismo, requiere menos irrigación porque madura más rápidamente y el uso de la tierra es más eficiente porque se evita la erosión (MINAGRI, 2008).

Los productores de arroz de la provincia Monseñor Nouel enfrentan alto costo de los insumos, seguido del alto costo de la mano de obra. Estos dos factores influyeron negativamente en los beneficios económicos de los productores arroceros, ya que los márgenes de beneficios fueron muy bajos (Avilés et al., 2015). Además, la siembra por trasplante en promedio es 10% más costosa que la siembra directa, debido a un mayor uso de mano de obra y al gasto adicional por la preparación y cuidado de los semilleros. En retoño, los costos se reducen (45 a 55%) en comparación a la cosecha principal (flor); la siembra se realiza en invierno (15 diciembre a 15 de febrero) y la cosecha aproximadamente en marzo, independientemente de la modalidad de siembra. En junio del año 2008 el costo de producción del arroz en siembra por trasplante fue de DOP 89,586/ha, equivalentes a US\$2,505.20/ha (DFA, 2008). Sin embargo, los costos de

producir arroz en pesos dominicanos se han incrementado. En ese sentido, el Ministerio de Agricultura (2019) reportó un costo de producción para arroz en Región Nordeste de DOP 93,814.72/ha (US\$1,569.86) en siembra directa y en trasplante DOP 107,298.56/ha (US\$1,795.49), valores calculados a una tasa de dólar americano de DOP 59.76.

En República Dominicana el cultivo de arroz genera más de 300,000 empleos directos y 800,000 indirectos en un área de siembra de 173,743 ha. El comportamiento de los cultivares ante el cultivo del rebrote no siempre es igual y está determinado fundamentalmente por factores genéticos. En investigaciones desarrolladas en el 'International Rice Research Institute' (IRRI) en el retoño o soca se obtuvo de 50 a 55% del rendimiento del cultivo de la primera cosecha; es decir, el retoño siempre es de menor rendimiento (IIRI, 2001). Resultados similares reportan Adamés et al. (2013), para tres cultivares en República Dominicana. En Cuba también se han alcanzado excelentes rendimientos con cultivares de ciclo corto. El éxito del rebrote comienza con la correcta atención fitotécnica al cultivo principal una vez realizada la cosecha del primer cultivo, por lo que se recomienda la aplicación de bioestimulantes como complemento nutricional del cultivo de arroz en fase soca (García-López, 2020). Otro aspecto importante resulta ser la correcta selección del cultivar a emplear (García-López, 2020).

El trabajo realizado por Lara y Cruz (1989) indica que los cultivares tienen diferentes capacidades para retoñar, pero, según Moquete (2010b), las etapas fenológicas y la altura de corte del arroz son factores determinantes para un buen retoño. Son recomendables los cultivares de más de 130 días del ciclo completo de producción y altura de corte inferior a 10 cm. El rendimiento en retoño varía de 50 a 70% con relación a la cosecha previa. Mientras, Polón (2003) obtuvo rendimiento en retoño de 78% con el cultivar 'INCA LP-5', atribuyendo un mayor índice de área foliar en el retoño, con el mejor rendimiento a una altura de corte de 20 cm en el cultivar de ciclo corto 'J104', es decir con menos de 120 días en el ciclo completo; para el cultivar de ciclo corto 'INCA LP-4', la mejor altura de corte fue de 2 a 4 cm. Polón (2003) encontró diferencias significativas ($p \leq 0.05$) en el número de tallos por metro cuadrado a favor del retoño respecto a la cosecha principal.

Morejón (2004) encontró diferencias significativas entre la altura de corte para retoño entre 2 y 4 cm, con el testigo cortado a 15 cm; los primeros dos rindieron 77 y 86% más que el testigo. Polanco y Sanzo (1998) reportan que se puede obtener hasta el 50% de la producción de la cosecha principal con el retoño; mientras, Chauhan et al. (1985) concluyen que existe una amplia variación del rendimiento

entre los cultivares de arroz y que los mejores genotipos del estudio promediaron una producción 40% superior con relación a la cosecha principal, pero con una reducción del 40% del ciclo del cultivo.

Adames et al. (2013) demostraron que el retoño produce menos en comparación con la siembra en flor, fluctuando los rendimientos con el cultivar, siendo 'Idiaf 1' el cultivar de mayor producción con 8,672.0 kg/ha. Sin embargo, en retoño este cultivar produjo menores rendimientos (3,812.5 kg/ha), lo que indica que la capacidad de retoño depende del cultivar, la altura de corte y la modalidad de siembra.

La tecnología de retoño ha sido poco estudiada, con investigaciones no concluyentes y prácticamente no adoptada por los productores de arroz, según Castro et al. (2014). Por lo tanto, esta investigación tuvo el objetivo de evaluar la respuesta a tres métodos de siembra bajo la modalidad de retoño sobre el rendimiento y sus componentes, altura de las plantas y la rentabilidad del arroz, cultivar 'Jaragua', en el Distrito Municipal de Sabana Rey, San Francisco de Macorís, República Dominicana.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación y condiciones climáticas

La investigación se desarrolló en la finca de Luis Arturo Lizardo, ubicada en el Distrito Municipal de Sabana Rey, San Francisco de Macorís, provincia Duarte, República Dominicana. Se estableció el experimento en octubre del 2020, posterior a la segunda temporada en flor (la siembra realizada entre el periodo 15 diciembre a 15 de febrero de cada año), siendo la cosecha principal del año. Esta zona se caracteriza por tener una temperatura promedio anual de 26° C, temperatura mínima promedio anual 20.8° C y temperatura máxima promedio anual de 31.2° C. Se localiza en la latitud de 19 11' 0" N, longitud de 70 21' 49" 0 W y altitud de 50 msnm. La precipitación promedio anual es de 1,286 mm y los suelos dominantes pertenecen al Orden Vertisol, las características climáticas de las principales regiones de producción arroceras de la República Dominicana incluyendo la zona de estudio son detalladas por Jiménez et al. (2023).

Materiales bióticos

Se utilizó el cultivar de arroz 'Jaragua', obtenido por la compañía Genética del arroz (GENARROZ)¹⁵ a partir de líneas segregantes in-

¹⁵Los nombres de compañías y de marcas registradas solo se utilizan para proveer información específica y su uso no constituye garantía por parte de la Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico, ni endoso sobre otros productos o equipo que no se mencionan y puedan estar disponibles.

roducidas desde el Fondo Latinoamericano de Arroz de Riego (FLAR) y adaptado localmente (Moquete, 2010a). Es de porte semi erecto, ciclo vegetativo de 118 a 125 días y altura entre 95 y 100 cm. Posee resistencia moderada al acame y se adapta bien a las diferentes regiones y sistemas de siembra utilizados en el país (Moquete, 2010a).

Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), en este se usó un modelo lineal con tres tratamientos (T1, T2, T3) y cuatro repeticiones para un total de 12 unidades experimentales. Los tratamientos fueron: T1: Siembra directa mecanizada en húmedo con sembradora tipo oro de ocho hileras; T2: Siembra directa manual al voleo, en húmedo; y T3: Siembra manual por trasplante. La descripción de los tratamientos se presenta en la Cuadro 1. Para realizar el semillero para el trasplante, se utilizó 51.53 kg/ha de semillas y se sembraron con un marco de plantación de 25 cm x 25 cm. El tamaño de cada unidad experimental (UE) fue de 5 m de ancho x 4 m de largo (20 m²). El experimento tuvo un tamaño de 240 m², con 12 unidades experimentales.

El experimento usó como base una siembra comercial establecida en la modalidad de cada tratamiento utilizado para esta investigación. El manejo de retoño inició con el pase de rollo acoplado a tractor sobre los residuos de la cosecha, amontonamiento de residuos sobre muro y sobre el suelo, aplicación de riego intermitente por inundación, y manejo tradicional de plagas, enfermedades y malezas (Moquete, 2010b).

Variables evaluadas

Se evaluaron las siguientes variables:

Altura de plantas (cm): las plantas, en la madurez fisiológica, se midieron desde el suelo hasta el último grano de la panícula usando cinta métrica. Se tomaron 10 plantas al azar para medir esta variable.

CUADRO 1.—*Descripción de los tres tratamientos de siembra en la región Norcentral de República Dominicana con el cultivar ‘Jaragua’.*

Código	Tratamientos	Descripción
T1	Sistema Mecanizado (SM)	Siembra directa con semillas secas en chorrillo de 25 cm, con 4 a 6 semillas/golpe, con una densidad de 50.6 kg/ha en suelo húmedo.
T2	Sistema al voleo (SV)	Testigo en siembra directa manual al voleo con semillas pre-germinadas con una densidad de 102 kg/ha en suelo húmedo.
T3	Sistema por Trasplante (ST)	Siembra manual por trasplante, consistió en la siembra de 1-3 plántulas/golpe con una edad de treinta (30) días.

Número de macollos (unidad)/planta: se contó la cantidad de macollos existentes en 10 plantas por UE, elegidas al azar en el arroz en estado de preñez.

Número de panículas (unidad): se contó la cantidad de panículas existentes en cinco metros cuadrados por UE, dividido en cinco subunidades de un metro cuadrado.

Longitud de panícula (cm): en cada UE, se seleccionaron 50 panículas, se cortaron y se depositaron en una funda de papel y posteriormente se secaron, para medir su respectiva longitud (desde el nudo ciliar hasta la punta del último grano), mediante el uso de regla. Luego se cuantificaron los promedios por tratamiento.

Número de granos llenos (unidades): se seleccionaron 50 panículas al azar dentro de cada UE, se trillaron y se contaron los granos llenos existentes en cada panícula y se promedió.

Número de granos vanos (unidades): a las 50 panículas anteriormente mencionadas se les contabilizó los granos vanos por panícula y se promediaron los valores.

Número de granos totales (unidades): consistió en la sumatoria de los granos llenos y vanos por panícula individual y promedio.

Peso de 1,000 granos (g): se contaron 1,000 granos al 20% de humedad y se pesaron en una balanza.

Rendimiento (kg/ha): Este se determinó con base a cada metro cuadrado cosechado en las unidades de muestreo seleccionadas en cada tratamiento. Se proyectó una hectárea mediante la fórmula: Rendimiento/ha = Plantas/ha x Panículas/planta x Granos llenos/panícula x Peso 1,000 granos al 20% humedad x 0.001. Para ello se hizo la estandarización de la muestra al 20% de humedad y 5% de impureza, así:

$$Pm = (Hm + Im) 100 - (He + Ie)$$

Ecuación 1

Donde Pm es el peso de muestra tomada; Hm es el porcentaje de humedad de la muestra tomada; Im es el porcentaje de impureza de la muestra tomada; He es el porcentaje de humedad estándar y Ie es el porcentaje de impureza estándar.

El componente del rendimiento incluyó el número de panículas por metro cuadrado, porcentaje de fertilidad del grano y peso de la panícula y masa de 1,000 granos con uso de balanza. También la cantidad de granos llenos y vanos por panícula por conteo.

Cosecha: se realizó el 31 de agosto del 2020 de forma manual en el área útil de cada UE, utilizando una cuadrícula de 1 m² cuando la planta presentó la sintomatología característica de su madurez fisiológica (5 m²/UE).

Fertilidad de la panícula (%): en cada UE se contaron los granos llenos y los granos vanos de 50 panículas seleccionadas al azar y mediante la fórmula:

$$\text{Porcentaje de fertilidade} = \left(\frac{\text{No. granos buenos}}{\text{No. granos buenos} + \text{No. granos vanos}} \right) * 100$$

Ecuación 2

Para determinar la rentabilidad se establecieron los egresos totales (costos de producción + otros egresos) y los ingresos totales, con los cuales se calculó el balance general (Ecuación 3) y luego la rentabilidad (Ecuación 4).

$$\text{Balance general} = \text{Ingresos totales} - \text{egresos totales}$$

Ecuación 3

$$\text{Rentabilidad} = (\text{Balance general} / \text{Total egresos}) * 100$$

Ecuación 4

Los ingresos equivalen a la producción neta * precio, y los egresos equivalen a los costos de producción + gastos de administración + gastos financieros + depreciación.

Tamaño de muestra y manejo del cultivo

El tamaño de la muestra se estableció de acuerdo con Scheaffer et al. (1987), tomando la cantidad de plantas necesarias para hacer las mediciones. Las plantas evaluadas en cada parcela fueron seleccionadas al azar utilizando las tablas de números aleatorios, y etiquetas plásticas.

El control de malezas se realizó en forma manual al inicio del experimento, extrayendo todo tipo de malezas que se encontraba en el terreno, facilitando así el crecimiento del arroz, esta acción se continuó de forma periódica.

Se efectuaron tres aplicaciones de fertilizantes: la primera aplicación fue a los ocho días después de la cosecha principal, posterior al corte de tallo en post cosecha en flor, la segunda aplicación fue a los 10 días de la primera aplicación, y la tercera aplicación fue al inicio de la floración. La forma de aplicación fue al voleo por parcela. En la primera fertilización se aplicó 181.6 kg/ha del fertilizante Fersan Urea Nitromax (30-10-10 N-P-K), equivalente a 54.48, 18.16, 18.16 kg/ha de N-P-K, respectivamente.

En la primera fertilización se aplicaron 181.6 kg/ha de urea de liberación lenta (46%), equivalente a 83.54 kg/ha de N. En la segunda ferti-

lización se aplicó 181.6 kg/ha del fertilizante Jaragua Desarrollo [125.1-3.55-14.6-4S + ME (Zn y B no especificados en la fórmula)], equivalente a 45.58, 6.45, 26.51, 7.26 kg/ha de N-P-K-S, respectivamente (El fabricante no especifica la proporción de ME). En la tercera fertilización se aplicó 181.6 kg/ha de urea de liberación lenta al 46%, equivalente a 83.54 kg/ha de N. En total se aplicó 544.8 kg/ha de los fertilizantes urea de liberación lenta y Jaragua Desarrollo en todo el ciclo, equivalente a 212.66, 6.45, 26.51 y 7.26 kg/ha de N-P-K-S, respectivamente.

El control de plagas insectiles se realizó con los ingredientes activos tiametoxam y lambdacialotrina a una dosis de 1 L/ha al momento de diagnosticar el ataque de las plagas, asimismo se aplicó tiametoxam a una dosis de 0.05 L/ha y el tiociclam oxalato de hidrógeno (Tryclan) de 0.05 L/ha, para insectos chupadores y masticadores. Para las enfermedades se aplicó fenarimol (pirimidina) a una dosis entre 0.5 a 1 L/ha para controlar los hongos, siendo algunos de estos fungicidas de última generación.

Análisis de los datos

Los datos obtenidos de las variables se analizaron estadísticamente con el programa InfoStat (Di Rienzo, 2016). Se aplicó un análisis de varianza para determinar la variación existente entre tratamientos para cada variable de estudio, utilizando como prueba de separación de medias a Duncan al 5% de significancia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Componentes agronómicos del cultivo de arroz

Altura de plantas (cm) de arroz (100 días). El análisis de varianza muestra diferencias estadísticas significativas para todos los tratamientos ($P=0.0002$), entre los sistemas de producción de arroz comparados, con un coeficiente de variación de 1.67% (Cuadro 2), siendo de 128.3, 123.7 y 117.9 cm la altura de la planta para el sistema mecanizado (SM), el sistema por trasplante (ST) y el sistema al voleo (SV), respectivamente. Resultados similares se obtuvieron en el proyecto de introducción y uso de maquinarias y equipos agrícolas coreanos, para reducir el costo y mejorar la rentabilidad del cultivo de arroz, en República Dominicana (KOPIA-IDIAF, 2020), al evaluar varias modalidades de siembra del cultivo de arroz.

Lo anterior no concuerda con el trabajo realizado por Emanuel (2020), pues este reporta mayor altura en siembra al voleo, pero sí con los resultados obtenidos en la investigación con el cultivar 'Jaragua' en la siembra de invierno (15 diciembre a 15 de febrero), donde se observó una mayor altura en siembra mecanizada en comparación con la

CUADRO 2.—Componentes agronómicos del cultivo de arroz cultivar 'Jaragua'.

Tratamiento	Altura plantas (cm)	No de macollos/ planta (Unidad)	No de panículas/ m ² (Unidad)	Longitud de la panícula (cm)
SV	117.9 a	21.25 b	547.5 c	25.1
ST	123.7 b	12.38 a	469.5 b	24.7
SM	128.3 c	23.45 c	449.3 a	26.3
CV	1.67	6.48	4.09	4.47
P	0.0002	0.0001	0.0002	0.2595

Sistema al voleo (SV), Sistema por Trasplante (ST), y el Sistema Mecanizado (SM). CV = coeficiente de variación; P = valor probabilístico; Medias con una letra común entre valores/columna no son significativamente diferentes para Prueba de Duncan ($p \leq 0.05$). Fuente: elaboración propia.

siembra al voleo y el trasplante manual. Mientras, Ortiz (2019) obtuvo diferencias estadísticas en altura de las plantas de arroz a los 120 días, cuando se utilizan diversas cantidades de plantas por golpe y se varía el distanciamiento de la siembra. En el experimento se observó una mayor altura en siembra mecanizada en comparación con la siembra al voleo y el trasplante manual.

Número de macollos por planta (unidad). Hubo diferencias estadísticas altamente significativas ($p= 0.0001$) entre los sistemas de producción de arroz para el ahijamiento de las plantas, siendo SM (23.45 unidades) superior a SV y ST, representando una opción para el retoño por el número de hijos fértiles a producir (Cuadro 2). Estos resultados concuerdan con los hallazgos de Polón et al. (2003), quienes en Cuba encontraron un mayor número de panículas por metro cuadrado en el retoño comparado con la cosecha principal y se pudo observar relación con el rendimiento. Estos resultados concuerdan con lo mencionado por Angladette (1969), quien estableció que el rendimiento depende de variables como el número de macollos y número de panículas. La habilidad de macollamiento es un carácter cuantitativo que está ligado a características genéticas y depende al mismo tiempo de las condiciones en las cuales el cultivo se desarrolle, por ejemplo, fertilidad del suelo y temperaturas bajas que no permiten la formación del macollamiento (Cardoza, 2004).

Número de panículas por metro cuadrado (unidad). Hubo diferencias estadísticas significativas ($p= 0.0002$) entre los sistemas de producción de arroz para esta variable. El número de panículas por metro cuadrado fue de 547.5, 469.5 y 449.3 en SV, ST y SM, respectivamente (Cuadro 2). El número de panículas varía con el cultivar de arroz, por ejemplo, Adames et al. (2013) reportaron 349, 363 y 360 panículas por

metro cuadrado para los cultivares 'Juma 67', 'Idiaf 1' y 'Prosequisa 4', respectivamente. Siendo en todos los casos inferiores a las obtenidas para 'Jaragua' mejorado. Sin embargo, estos resultados son solo en siembra directa, en Esperanza, Mao, República Dominicana, en la temporada 2002-2003.

Longitud de las panículas (cm) de la planta de arroz. No hubo diferencias estadísticas significativas ($p= 0.2595$) en la longitud de las panículas entre los sistemas de producción evaluados (Cuadro 2). Sin embargo, al comparar esta variable en la modalidad de flor presenta una diferencia significativa en la siembra mecanizada de 27.6 cm, reflejándose que la siembra mecanizada aporta mejores resultados. Amela et al. (2008) reportan que la longitud de la panícula es influenciada por el ambiente, obteniendo valores de 11.44 cm para materiales provenientes de CIAT y 7.70 cm para el material 'Jamundy'; estas longitudes son menores a las reportadas en el Cuadro 2, pues depende mucho de la metodología usada para medir la panícula y qué partes se incluyen en la medición. En esta investigación se midió desde el nudo ciliar hasta la punta del último grano.

Componentes del rendimiento del cultivo de arroz

Peso de 1,000 granos (g) de arroz. Hubo diferencias estadísticas altamente significativas ($p= 0.0001$) entre los sistemas de producción de arroz comparados para el peso de 1,000 granos; 27.91 g, 26.5 g y 23.92 g para SM, SV y ST, respectivamente (Cuadro 3). En esta variable se evidencian diferencias significativas en los tres sistemas de siembra, siendo SM superior.

Pérez et al. (1985) aseveran que el peso del grano es el componente más determinante en el rendimiento de grano y varía de 10 a 50 g, representado la cáscara del 20 al 21% del total del grano. Mientras, Adames et al. (2013) reportan dicho peso entre 25 y 27 g/1,000 granos en retoño para los cultivares 'Juma 67', 'Idiaf 1' y 'Prosequisa 4' y la cosecha principal, 28 g/1,000 granos. Estos valores son muy similares a los obtenidos en SV y SM para el cultivar 'Jaragua', aunque en zonas de producción muy diferentes.

Total de granos, granos llenos y vanos. Según el análisis de varianza (Cuadro 3), no hubo diferencias estadísticas significativas ($p= 0.0923$) para el total de granos ($p= 0.1251$) ni para granos llenos para los tres sistemas en relación con el retoño. Sin embargo, hubo diferencias estadísticas altamente significativas ($p= 0.0001$) para el número de granos vanos, siendo el ST el más afectado con 43.15 granos por panícula en comparación con SV y SM. La cantidad de granos llenos, vanos y totales varía con la genética de las plantas y los cultivares (Moquete, 2010a; Moquete 2010b). Adames et al. (2013) reportan un número de

CUADRO 3.—Componentes del rendimiento del cultivo de arroz cultivar 'Jaragua'.

Tratamientos ¹	Peso de 1,000 granos de arroz (g)	Granos llenos/panícula (unidad)	Granos vanos/panícula (unidad)	Total de granos/panícula (unidad)	Fertilidad de la panícula (%)	Rendimiento (kg/ha)
SV	26.05 b ²	82.15 a	32.88 b	115.03 a	71.36 b	5,675 b
ST	23.92 a	90.13 a	43.15 c	133.28 a	67.64 a	5,352 a
SM	27.91 c	97.85 a	18.75 a	116.60 a	83.92 c	6,764 c
CV	2.73	10.73	9.26	9.38	2.31	6.43
P	0.0001	0.1251	0.0001	0.0923	0.0001	0.0013

¹Sistema al voleo (SV), Sistema por Trasplante (ST), y el Sistema Mecanizado (SM). CV = coeficiente de variación; P = valor probabilístico; ²Medias con una letra común entre valores/columna no son significativamente diferentes para Prueba de Duncan ($p \leq 0.05$). Fuente: elaboración propia.

granos totales por panícula de 91, 101 y 106 para ‘Juma 67’, ‘Idiaf 1’ y ‘Prosequisa 4’, respectivamente, en retoño; valores muy inferiores a los obtenidos en el estudio para el cultivar ‘Jaragua’, entre 115 y 133 granos.

Fertilidad de la panícula (%). Hubo diferencias estadísticas altamente significativas ($p= 0.0001$) en el porcentaje de fertilidad entre los sistemas de producción de arroz comparados. El porcentaje de fertilidad fue de 83.92%, 71.36% y 67.64% en SM, SV y ST, respectivamente (Cuadro 3). La fertilidad de la panícula en retoño para ‘Jaragua’ fue baja en comparación a otros cultivares como ‘Juma 67’ (82.2%), ‘Idiaf 1’ (83.4%) y ‘Prosequisa 4’ (83.2%), según Adames et al. (2013). La fertilidad de la panícula es un requisito para obtener altos rendimientos y este porcentaje de granos llenos o fertilidad determina la cantidad de espiguillas. Cuando el número de panículas por planta tiende a aumentar, el porcentaje de fertilidad de panículas tiende a disminuir como una reacción de compensación a la planta (Díaz-Solis et al., 2015). Con un buen manejo y crecimiento apropiado se obtienen altos rendimientos para una esterilidad del 10 a 15% (Lira, 2004).

Rendimiento (kg/ha) del arroz. Hubo diferencias estadísticas significativas ($p= 0.0013$) para el rendimiento entre los sistemas de producción de arroz comparados, con un coeficiente de variación de 6.43%. El rendimiento fue de 6,764 kg/ha; 5,675 kg/ha; y 5,352 kg/ha en SM, SV y ST, respectivamente (Cuadro 3).

Los resultados obtenidos son superiores a los obtenidos por Castro et al. (2014) en Cuba, evaluando 28 cultivares de arroz diferentes en las temporadas 2008-2009 y 2009-2010, con rendimientos entre 2 y 4.25 t/ha, variando con los cultivares y la temporada. Los resultados obtenidos evidencian que el retoño puede producir rendimientos menores a los alcanzados en la primera cosecha para ‘Jaragua’, donde se alcanzó una mayor población de plantas cuando se aplicó la primera cosecha (flor). Este estudio concuerda con los resultados obtenidos en la investigación realizada por el IRRI (2001), donde encontraron rendimiento en retoño entre 50 y 55%, en relación con la cosecha principal. La expresión del potencial de rendimiento de un cultivar depende, en gran medida del manejo agronómico que se le dé; si el manejo es adecuado y las condiciones ambientales son favorables, esa expresión será máxima (Soto, 1990). Resultados similares se han obtenido en el país, donde Moquete (2010b) plantea que para lograr rentabilidad en retoño se debe producir por encima del 60% con respecto a la flor (cultivo inicial). En este caso, los cultivares ‘Prosequisa 4’, ‘Idiaf 1’ e ‘Impale 112’, producen entre 60 y 70%. Con el uso del cultivo de rebrote (segunda cosecha) se puede alcanzar un rendimiento entre 70 y 75% de la cosecha anterior (Cuevas, 1999), y entre 35 y 55% del rendimiento de la cosecha

CUADRO 4.—Análisis económico (DOP) de los tratamientos en cultivar 'Jiraguá'.

Variables	Siembra mecanizada (SM)	Siembra al voleo (SV)	Siembra por trasplante (ST)
Ingresos			
Precio por kg	21.66	21.66	21.66
Producción (kg/ha)	6,764	5,675	5,352
Pérdidas (kg/ha)	335	437	445
Producción neta (kg/ha)	6,429	5,238	4,906
Total ingresos	139,252.14	113,455.08	106,263.96
Egresos			
Costos de producción			
Insumos	9,700.50	5,800.69	7,150.35
Mano de obra	5,250.25	4,100.15	2,170.50
Total costos de producción	14,950.75	9,900.84	9,320.85
Gastos de administración			
Administrador	19,108.28	19,108.28	19,108.28
Transporte	305.73	305.73	305.73
Total gastos de administración	19,414.01	19,414.01	19,414.01
Gastos financieros (8% anual)	598.03	396.03	372.83
Total egresos	34,962.79	29,710.88	29,107.69
Balance general	104,289.35	83,744.20	77,156.27
Rentabilidad (%)	298.29	281.86	265.07
Financiamiento (100% de los costos de producción)	14,950.75	9,900.84	9,320.85
Inversión	0.00	0.00	0.00

Fuente: elaboración propia. Producción neta = producción – pérdidas; total ingresos = Producción neta x Precio por kg; total egresos = equivalentes a los costos de producción + gastos de administración + gastos financieros + depreciación. El balance general (ingresos netos) es equivalente a: total de ingresos – total egresos.

anterior (Polanco y Sanzo, 1985). Adames et al. (2013) reportan rendimientos menores con promedios de 4,695.0 y 4,093.7 kg/ha, para los cultivares 'Prosequisa 4' y 'Juma 67', mostrando mayor potencial para el sistema de retoño, bajo la modalidad siembra directa al voleo para la región Noroeste.

Polón-Pérez et al. (2012) reportan que el rendimiento en retoño es afectado por la altura de corte, siendo mayores en cortes más bajos. Los rendimientos a 5 cm fueron entre 7.5 y 7.7 t/ha, variando con la temporada (2006-2009). Estos resultados son superiores a los obtenidos en este trabajo. Este estudio corrobora los hallazgos de Polanco y Sanzo (1998) y Chauhan et al. (1995), que coinciden en señalar que el rendimiento se reduce en el retoño con relación a la primera cosecha. El macollamiento efectivo por planta, el tamaño y peso de la panícula, son responsables en gran parte del rendimiento del cultivo de arroz (FEDEARROZ, 2001).

Adames et al. (2013) usaron los cultivares 'Juma 67', 'Idiaf 1' y 'Prosequisa 4', hallando diferencias estadísticas entre los tratamientos con relación al rendimiento en la cosecha principal (flor), en la cosecha de retoño y en el rendimiento total. El cultivar 'Idiaf 1', con rendimiento de 8,672.0 kg/ha y 'Juma 67' con 8,298.7 kg/ha superaron a 'Prosequisa 4' (6,194.7 kg/ha) en la cosecha principal. En la cosecha de retoño, 'Prosequisa 4' con 4,695.0 kg/ha y 'Juma 67' con 4,093.7 kg/ha superaron estadísticamente a 'Idiaf 1' con 3,812.5 kg/ha. Los cultivares 'Prosequisa 4' y 'Juma 67' mostraron mayor potencial para el sistema de retoño, bajo la modalidad siembra directa al voleo para la región Noroeste. Emanuel (2020), evaluando métodos de siembra de los cultivares 'INIAP 1480', 'SFL11' y 'SFL12', reporta que la mayor altura de planta se obtuvo con 'SFL12' + voleo (100.75 cm), seguido de 'SFL11' + Trasplante (98.25 cm). Los tratamientos con mayor rendimiento fueron 'INIAP 1480' + Trasplante con 7,882.93 kg/ha y 'T3 SFL11' + Trasplante con 7,943.53 kg/ha.

Análisis económico. El balance es positivo en los tres sistemas de producción de arroz comparados, siendo mayor en SM con DOP 104,289.35 en comparación con SV con DOP 83,744.20 y ST con DOP 77,156.27. Sin embargo, los costos de producción en el SM son mayores con DOP 14,950.75, incluyendo insumos y mano de obra, en comparación con SV y ST, que tienen unos DOP 5,049.91 y 5,629.90 menos, respectivamente (Tabla 4). Por lo tanto, en SM se incrementan los costos de producción y, en consecuencia, el financiamiento requerido es mayor. Sin embargo, se asume que los costos de producción fueron financiados.

El análisis de los costos de producción da como resultado que ST tiene el menor egreso (costos de producción + gastos de administración + gastos financieros + depreciación) en comparación con SV y SM con

DOP 29,107.69; 29,710.88; y 34,962.79, respectivamente. En ese sentido estos costos afectan la rentabilidad de los sistemas, sin embargo, esta es mayor en SM con un 298.29%, seguido de SV con 281.86% y finalmente ST con 265.07%. Al comparar la rentabilidad, SM fue un 16.43% más rentable que SV y 33.22% más que ST. El incremento de los costos en SM está relacionado principalmente con la renta de la sembradora, el pago de la mano de obra y ligeramente al costo de insumos. El retoño está asociado con una reducción del costo de producción (aproximadamente 50% menos), propone a esta tecnología como rentable para los productores de arroz y actualmente es la modalidad básica de cultivo, principalmente en el noroeste y nordeste de ese país (Moquete, 2010b).

En términos generales, se puede establecer que la mayor rentabilidad de SM está asociada a la mayor productividad que se logra con el sistema, no debido a la reducción del costo de producción. En el otro extremo, la menor rentabilidad de ST está asociada a un mayor crecimiento relativo de los costos y una menor productividad.

En Bolivia, con relación a los costos y los beneficios de la mecanización en arroz, Peralta-Rivero et al. (2017) reportan que los costos de producción y rendimiento de arroz por hectárea bajo el sistema mecanizado son sustancialmente diferentes en comparación a otras regiones de Bolivia. Mientras, Ping et al. (2003) reportan un estudio donde la siembra mecanizada del arroz en forma directa afecta los costos de producción sustancialmente, lo que es de suma importancia en un país como República Dominicana, donde disminuir los costos es prioritario para los productores de arroz. Sin embargo, en este estudio, los costos fueron mayores en SM y similares entre SV y ST.

CONCLUSIONES

La mayor altura de la planta, cantidad de macollos, longitud de la panícula, porcentajes de fertilidad de la panícula, peso de 1,000 granos y menor cantidad de granos vanos por panícula se obtuvo con la siembra mecanizada, redundando en un mayor rendimiento (6,764 kg/ha), e ingresos (DOP 139,252.14), mayor balance general o ingresos netos con DOP 104,289.35, pero no en la reducción del costo de producción, como sí se obtienen en la alternativa de retoño. Los resultados obtenidos en la investigación demuestran que en la modalidad de retoño la mecanización se convierte en una opción tecnológica para los productores de arroz, siendo un 16.43% y 33.22% más rentable que SV y ST, respectivamente. Por lo tanto, se recomienda a los productores de arroz de la Región Norcentral y otras zonas arroceras de la República Dominicana el uso de retoño en el cultivar 'Jaragua' con un ciclo vege-

tativo entre 118 a 125 días, siendo esto contrario a lo reportado en la literatura, donde recomiendan variedades no menores a 130 días de ciclo vegetativo.

LITERATURA CITADA

- Adames, Á., D. Flores, J. Santana, L. Arias, C. Moquete y A. Lee, 2013. Potencial de retoño de tres variedades de arroz en el noroeste de la República Dominicana. *Revista Agropecuaria y Forestal APF* 2(1): 9-14.
- Amela, F.A., F.A.V. Cabrera, C.P. Martínez y J. Borrero, 2008. Parámetros genéticos de la longitud de panícula en arroz. *Acta Agronómica* 57(4): 233-239.
- Angladette, R., 1969. El arroz. (Colección de Agricultura Tropical ed.). Madrid, España: Editorial Blume.
- Avilés, J., M. Avilés, A. Abreu y P. Quezada, 2015. Impacto económico de la producción de arroz en la provincia Monseñor Nouel. *Revista Agropecuaria y Forestal* 4(1): 17-22.
- Cardoza, I., 2004. Evaluación y prueba de rendimientos de catorce líneas promisorias y dos variedades comerciales de arroz (*Oryza sativa* L.) bajo condiciones de riego en el valle de Sébaco, Matagalpa. (Primera 2003 ed.). Managua, Nicaragua.
- Castro-Álvarez, R., S.H. Díaz-Solís, G. E. Álvarez, R. Morejón y R. Polón-Pérez, 2014. Evaluación de cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) para la práctica de cultivo de rebrote en las condiciones de Cuba. *Cultivos Tropicales* 35(4): 85-91.
- Chauhan, J., B. Vergara y F. López, 1985. Rice ratoon crop root systems. *International Rice Research Newsletter* 10: 24-25.
- Cuevas, A., 1999. Manejo de la soca de arroz. *Arroz* 48(422): 16-18.
- DFA, Departamento de Fomento Arrocero, 2008. Análisis de Costo de Producción de Arroz Cáscara y Blanco a varios Niveles de Precios. Secretaría de Estado de Agricultura SEA.
- Díaz-Solís, S., R. Morejón Rivera, D. Lucinda David y R. Castro Álvarez, 2015. Evaluación morfoagronómica de cultivares tradicionales de arroz (*Oryza sativa* L.) colectados en fincas de productores de la provincia Pinar del Río. *Cultivos Tropicales* 36(2): 131-141. Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362015000200018&lng=es&tlng=es.
- Di Rienzo, J.A., F. Casanoves, M.G. Balzarini, L. González, M. Tablada y C.W. Robledo, 2016. InfoStat, versión 2008, Grupo InfoStat, FCA. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.
- Emanuel, M., 2020. Evaluación de tres variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) por dos métodos de siembra trasplante y a voleo (Doctoral dissertation, Universidad Agraria del Ecuador).
- FEDEARROZ [Federación Nacional de Arroceros], 2001. Densidad de plantas. Factor clave para mejorar rendimiento. Sante Fe, Bogotá, D. C. Colombia. Vol. 50 No. 430. INSS 0120 - 1441. (Ene - Feb). 29 p.
- García-López, M.Á., 2020. Momentos de aplicación de dos bioestimulantes en el rendimiento de arroz (*Oryza sativa* L.) cv. INIA-507 la conquista, en fase soca bajo riego. Tesis de grado. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 115 p. <https://hdl.handle.net/20.500.14292/1780>
- IICA [Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, CR], 2015. El cultivo del arroz en República Dominicana. Tegucigalpa, Honduras. (2015). Disponible en <https://www.iica.int/en/node/17938#:~:text=La%20Rep%C3%ABblica%20Dominicana%20es%20considerado,producci%C3%B3n%20promedio%20de%20unos%2011.2>.
- IICA [Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, CR], 2016. El Cultivo del Arroz en República Dominicana: El Cultivo del Arroz en República Dominicana: un Cultivo Básico en la Alimentación del País. Consultado el 17 de noviembre de 2021. Disponible en <http://www.iica.int/es/prensa/noticias/el-cultivo-del-arroz-en-rep%C3%ABblica-dominicana>.

- IRRI [International Rice Research Institute. Annual Report], 2001. Report of the Director General 2001-2002. Los Baños Lagunas, Filipinas. Volumen 12, 116 p. Disponible en: http://books.irri.org/AR2001_2002.pdf
- Jiménez, F., J. López y C. Martínez, 2023. Guía para el manejo sostenible de los cultivos de arroz Índica 5 y Japónica 4. Ministerio de Agricultura, Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales y El Programa Coreano de Agricultura Internacional. Santo Domingo, DO. 64 p. Disponible en https://www.idiaf.gob.do/phocadownload/publicaciones/cereales/GUIA_ARROZ_KOPIA_IDIAF.pdf
- Lara, R. y R. Cruz, 1989. Diferente tiempo de corte para retoño del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en las variedades Juma 57, Juma 61, Juma 62 y Mingolo. Trabajo de grado ingeniero agrónomo Universidad Mundial. Moca, DO. 205 p.
- Lira, M., 2004. Evaluación del sistema de intensificación de arroz (*Oryza sativa* L) en comparación a dos sistemas de siembra tradicionales bajo condiciones de riego en Darío, Matagalpa. Postrera 2 003. Tesis. Ing. Agrónomo de la Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua. 55 p.
- Ministerio de la Agricultura [MINAGRI], 2008. Instructivos técnicos del cultivo del arroz. Ministerio de la Agricultura, Instituto de Investigaciones del Arroz, Centro Nacional de Sanidad Vegetal, Cuba.
- MA [Ministerio de Agricultura de la República Dominicana], 2019. Costos estimados de producción de cultivos agrícolas y productos pecuarios 2019. Santo Domingo, República Dominicana, DO, 165 p. Disponible en: <https://agricultura.gob.do/wp-content/uploads/2023/09/Costos-Estimados-de-Produccion-de-Cultivos-Agrcolas-2019.pdf>
- MA [Ministerio de Agricultura de la República Dominicana], 2021. Memoria Institucional 2021. Santo Domingo, República Dominicana, DO, 96 p. Consultado en febrero de 2021. Disponible en: <https://agricultura.gob.do/transparencia/wp-content/uploads/2023/01/Memoria-Ministerio-de-Agricultura-MARD-Ao-2021.pdf>
- Moquete, C., 2010a. El cultivo de arroz. Serie Cultivos No.37. En Guía Técnica. (pág. 20). Santo Domingo, República Dominicana. CEDAF. 166 p.
- Moquete, C., 2010b. Generalidades del Cultivo de Arroz en la República Dominicana, Santo Domingo, DO. Primera edición. 2010. 166 pp.
- Morejón, R. y R. Polón, 2004. Una vía para el incremento del rendimiento y la calidad del grano en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.). *Cultivos Tropicales* 25.
- KOPIA-IDIAF (Korea Program for International Cooperation in Agricultural Technology e Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales), 2020. Proyecto Kopia-IDIAF "Introduction and use of Korean farm machinery and equipment in profitability improvement and reduce rice production cost in the Dominican Republic.
- Ortiz, G., 2019. Rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cv. La Esperanza-INIA 509, con tres distanciamientos y diferente número de plantas por golpe, bajo riego en Tocache-San Martín. 96 p. Tesis pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva. (en línea) http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1548/MADOG_2019.pdf
- Peralta-Rivero, C., P. Cartagena-Ticona y R. Flores-Huallpa, 2017. Efectos socio-económicos y ambientales por la producción de arroz (*Oryza sativa*) bajo agricultura mecanizada en el municipio Puerto Gonzalo Moreno, Norte Amazónico de Bolivia. *Ciencia Agronómica* 1: 37-56.
- Pérez, J.W., A.Q. Acevedo y L. Quintanilla, 1985. Relación entre rendimiento y caracteres morfológicos en arroz Nicaragua. *Ciencia y Técnica en Agricultura*. La Habana. Cuba. p. 230.
- Ping, X., Z. Jianhua, M. Youhua y F. Songlin, 2003. Design and experimental study on a new rice seed-coating and direct sowing machine [J]. *Transactions of The Chinese Society of Agricultural Engineering* 3.
- Polanco, R. y R. Sanzo, 1998. Ensayo de la cosecha de retoño de arroz en Cuba. *Arroz en las Américas*. Cuba.
- Polón, R., R.I. Castro, N. Pérez, E. Cristo, R. Morejón y Y. Parra, 2003. Influencia de la altura de la soca en el rendimiento de arroz (*Oryza sativa* L.) en una variedad de ciclo corto. *Cultivos Tropicales* 24 (1): 55-57.

- Polón, R., R.I. Castro, M. Pérez, R. Morejón, M.A. Ramírez, A. Miranda y T.A. Rodríguez, 2006. Influencia de la altura de la soca en el rendimiento de arroz (*Oryza sativa* L.) en una variedad de ciclo medio. *Cultivos Tropicales* 27 (2): 53-55.
- Polón-Pérez, R., R. Castro-Alvarez, M. Ruiz-Sánchez y L. Maqueira-López, 2012. Práctica de diferentes alturas de corte en el rebrote y su influencia en el rendimiento del arroz (*Oryza sativa* L.) en una variedad de ciclo medio. *Cultivos Tropicales* 33(4): 59-62.
- Scheaffer, R.L., W. Mendenhall y L. Ott, 1987. Elementos de Muestreo. Grupo Editorial Iberoamérica. México. 321 p.
- Soto, S., 1990. Control de malezas en Nicaragua. Boletín informativo del programa de arroz CIAT. Arroz en las Américas 11(1): 7-8.

