

Artículo Original

Evaluación del rendimiento agrícola del cultivar IACUBA-41 en tres campañas de cosecha de arroz en Granma

Evaluation of the agricultural yield of the IACUBA-41 cultivar in three-rice harvest campaigns in Granma

Ing. Odisnel Traba Ferrales. Dirección Técnica. Empresa Agroindustrial de Granos Fernando Echenique. Cuba. produccion@eaigfe.grm.minag.cu. 

Dr.C. Sergio Rodríguez Rodríguez. Profesor Titular. Centro de Estudios de Biotecnología Vegetal. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Granma. Bayamo, Granma, Cuba. srodriguezr@udg.co.cu.  <http://0000-0003-2923-50592>

MSc. Lorenzo Rafael Peña Rondón. Estación Territorial de Investigaciones de Granos. Jucarito, Río Cauto. Granma. Cuba. instgranos@grm.minag.cu.  <https://orcid.org/0000-0003-2785-4228>

Ing. Lisbet Caballero Alarcón. Adiestrada. Departamento de Producción Agrícola. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Granma, Bayamo, Granma, Cuba. lcaballeroa@udg.co.cu.  <https://0000-0002-0186-4316>

Recibido: 13 de febrero 2021 | **Aceptado:** 12 de junio 2021

Resumen

El rendimiento agrícola en el cultivo del arroz es el objetivo final, cuantifica la producción de arroz por área cosechada y determina entre otros caracteres que un cultivar se mantenga, desarrolle o que disminuya su porcentaje, es además muy variable de una campaña a otra. Con la finalidad de evaluar el rendimiento agrícola del cultivar IACuba-41 en las campañas de frío 2015-2016, 2016-2017 y del 2020 de la Unidad Empresarial de Base “La Gabina” de la Empresa Agroindustrial de Granos “Fernando Echenique”, provincia Granma, se desarrolló esta investigación. El rendimiento se determinó por el pesaje que arrojó la cosecha mecanizada de los campos, dividiendo todo el campo en cinco parcelas, consideradas como réplicas, en un diseño completamente aleatorizado en los campos 90 y 91. Los datos se procesaron a través de un análisis de varianza paramétrico bifactorial por efectos fijos. La comparación múltiple de

Rendimiento agrícola del cultivar IACUBA-41

medias se realizó a través de la prueba de Tukey. Los mejores rendimientos agrícolas se alcanzaron en la campaña 2020, con rendimientos superiores a las 6,50 tn. ha⁻¹ y los más bajos en la campaña 2016-2017 que no lograron alcanzar las 4,0 tn. ha⁻¹. Al realizar la comparación entre campos, el campo 90 superó al 91, mientras que para la interacción campo por año o campaña, el orden de mérito coincidió con el alcanzado por las campañas.

Palabras claves: arroz; cultivar; rendimiento agrícola; campañas.

Abstract

The agricultural yield in the cultivation of rice is the final objective, it quantifies the production of rice by harvested area and determines, among other characteristics, that a cultivar is maintained, developed or its percentage decreases, it is also highly variable from one campaign to another. In order to evaluate the agricultural performance of the cultivar IACuba-41 in the campaigns 2015-2016, 2016-2017 and 2020 of the Base Business Unit "La Gabina" of the Agroindustrial Company of Grains "Fernando Echenique", Granma province, this research was carried out. The yield was determined by weighing the mechanized harvesting in the fields, dividing the entire field into five plots, considered as replicates, in a completely randomized design in fields 90 and 91. The data was processed through an analysis of bifactorial parametric variance for fixed effects. The multiple comparison of means was carried out through the Tukey test. The best agricultural yields were achieved in the 2020 campaign, with yields above 6.50 tn.ha⁻¹ and the lowest in the 2016-2017 campaign that failed to reach 4.0 tn.ha⁻¹. When comparing fields, field 90 surpassed 91, while for field interaction by year or campaign, the order of merit coincided with that achieved by the campaigns.

Key words: rice; cultivar; agricultural yield, campaigns.

Introducción

El arroz (*Oryza sativa*) es el cultivo de grano más importante para el consumo humano en los países tropicales de la región de América Latina y el Caribe, porque proporciona más calorías a la dieta de los habitantes de esa región que el trigo (*Triticum aestivum*), el maíz (*Zea mays*), la yuca (*Manihot sculenta*), la papa (*Solanum tuberosum*) y otros alimentos. Brinda a los consumidores de escasos recursos, en particular, más calorías que cualquier otro cultivo de primera necesidad. En esta región de rápido crecimiento urbano, el fuerte atractivo del arroz

corresponde a su conveniencia y sus muchas bondades alimenticias Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) (2005).

El arroz se cultiva en casi todas las regiones tropicales y subtropicales del mundo, siendo la región asiática la mayor contribuyente en términos productivos con alrededor del 90% de la producción mundial, seguidos por África y América Latina como importantes productores y consumidores (Mohanty, 2013)

En este contexto el arroz al ser el cultivo más consumido por la población, se deberán implementar estrategias para incrementar el rendimiento y garantizar la seguridad alimentaria de la creciente población Food and Agriculture Organization (FAO) (2018).

Entre las estrategias para incrementar la producción del cultivo está la creación de cultivares más productivos, tolerantes al cambio climático y con un uso más eficiente de nutrientes y agua Dutta, Das, Pale, langrai, Aochen, Rai y Pattanayak (2016).

Así mismo, para garantizar la calidad nutritiva de los alimentos se deben implementar estrategias de biofortificación agronómica de los cultivos a través de técnicas de fertilización foliar y edáfica, con la finalidad de prevenir las deficiencias de vitaminas y minerales de manera segura y efectiva, más aún cuando actualmente se estima que más 2 mil millones de personas, entre estos niños y mujeres embarazadas carecen de estos nutrimentos (Alshaal y El-Ramady, 2017).

La campaña 2017 avanzó de manera favorable en América Latina y el Caribe, donde el clima favorable aumentó los rendimientos a niveles sin precedentes, dando lugar a una recuperación de la producción del 7 por ciento a 28,0 millones de toneladas, asegura (FAO, 2018).

Pérez y Penichet (2014) al realizar estudios para un sistema de acciones que aumenten los rendimientos del arroz aseguran que, a escala internacional, el problema alimentario constituye uno de los principales retos a que están sometidos todos los países, especialmente los del mundo subdesarrollado. La población mundial asciende cada vez más y, en contraposición, existe una disminución de la superficie cultivada. Consecuentemente, el tema de los rendimientos productivos se erige como una solución al problema planteado.

El sector agropecuario cubano asume el importante reto de aumentar la producción de alimentos en cantidad, diversidad y calidad. Se acentúan, en particular, aquellos renglones básicos de la alimentación nacional con el fin de disminuir su compra en el mercado internacional. El arroz constituye un alimento significativo en Cuba; ampliar la superficie cultivada en el arroz es una vía para elevar los niveles de producción y el sistema de acciones

Rendimiento agrícola del cultivar IACUBA-41

para lograr un ascenso en los rendimientos productivos arroceros, cuyo impacto debe verse reflejado en un incremento de la producción nacional y en una disminución paulatina en las cantidades a adquirir en el mercado internacional.

En tal sentido el objetivo de esta investigación fue evaluar el rendimiento agrícola del cultivar IACuba-41 en las campañas de frío 2015-2016, 2016-2017 y del 2020 de la Unidad Empresarial de Base “La Gabina” de la Empresa Agroindustrial de Granos “Fernando Echenique”, provincia Granma.

Materiales y métodos

Población y muestra

Se realizó una comparación del rendimiento agrícola ($t. ha^{-1}$) de las campañas de frío 2015-2016, 2016-2017 y del 2020 de los campos 90 (control) y 91 (variante introducida por el proyecto), pertenecientes al lote número 12, de la Unidad Empresarial de Base “La Gabina”, en la variedad Selección 1.

El rendimiento de las campañas 2015-2016, 2016-2017 se determinó por el pesaje que arrojó la cosecha mecanizada de los campos, dividiendo todo el campo en cinco parcelas, consideradas como réplicas, en un diseño completamente aleatorizado. Las tres campañas y los dos campos se sembraron con la misma variedad y cosechados en el mismo mes, pero en campañas diferentes. En las tres campañas la cosecha se realizó de forma mecanizada en el mes de junio.

Características generales del cultivar IACuba-41 (Instituto de Investigaciones de Granos, 2014).

Cultivar IACuba-41: Variedad de ciclo medio, obtenida en el Instituto de Investigaciones de Granos, mediante cruzamientos y selección. Presenta un alto potencial de rendimiento agrícola y excelente calidad molinera. Su mayor potencial de rendimiento lo expresa en las siembras de los meses de diciembre y enero, aunque en los meses de junio y julio, también ha presentado buenos rendimientos. Presenta un período de latencia de las semillas largo (60 días), por lo que es necesario tener un buen control de la germinación de la semilla.

Los datos se procesaron a través de un análisis de varianza paramétrico (al no arrojar significación la normalidad de los datos y la homogeneidad de las varianzas) bifactorial por efectos fijos, con la finalidad de detectar la existencia o no de diferencias significativas entre el

factor uno (las tres campañas), el factor dos (los dos campos) y su interacción para el rendimiento agrícola.

Previo al análisis de varianza se comprobó que los datos se distribuyen cumpliendo la normalidad a través de la prueba de Shapiro-Wilk y que sus varianzas fueran homogéneas con el empleo de la prueba de Levene mediante un análisis de la varianza en el cual se seleccionó como variable dependiente el valor absoluto de los residuos de cada variable, con la finalidad de realizar una comparación posterior de los valores de p obtenidos de los dos análisis de varianza para cada variable evaluada, el nominal y el del valor absoluto de los residuos. La comparación múltiple de medias fue a través de la prueba de Tukey para el 5,0 por ciento de probabilidad. Para el procesamiento automatizado de los datos se realizó a través del paquete estadístico Infostat Di Rienzo, Casanoves, Balzarini, Gonzalez, Tablada y Robledo (2019).

Análisis de los resultados

Al analizar el comportamiento del rendimiento agrícola en las campañas 2015-2016, 2016-2017 y 2020 (tabla 1) en el factor año, que incluye el rendimiento de los dos campos se encontraron diferencias significativas entre la cosecha de las tres campañas. El rendimiento agrícola más bajo correspondió a la campaña 2016-2017, menor que lo alcanzado en la campaña 2015-2016, indicativo de que debido a varios factores hay una tendencia a la disminución del rendimiento agrícola.

Factor año	Media \pm EE	Sig	Factor campo	Media \pm EE	Sig
2020	6,50 \pm 0,14	a	90	5,59 \pm 0,11	a
2015-2016	5,54 \pm 0,14	b	91	5,02 \pm 0,11	b
2016-2017	3,89 \pm 0,14	c			
Nota: Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas para $p < 0,05$.					

Tabla 1: Comportamiento del rendimiento agrícola ($t. ha^{-1}$) para el factor año (tres campañas) y el factor campo (dos campos).

Para el factor campo, promediando las tres campañas estudiadas, se encontraron diferencias significativas a favor del campo 90 que históricamente supera en las últimas tres campañas al campo 91 en rendimiento agrícola.

Rendimiento agrícola del cultivar IACUBA-41

Campo	Año	Media \pm EE	Sig
90	2020	6,60 \pm 0,20	a
91	2020	6,40 \pm 0,20	a
90	2015-2016	5,76 \pm 0,20	b
91	2015-2016	5,31 \pm 0,20	b
90	2016-2017	4,42 \pm 0,20	c
91	2016-2017	3,36 \pm 0,20	d
Nota: Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas para $p < 0,05$.			

Tabla 2: Comportamiento del rendimiento agrícola ($t \cdot ha^{-1}$) para la interacción factor año (tres campañas) con el factor campo (dos campos).

Respecto a la interacción entre el factor campo y el factor año (tabla 2) también se encontraron diferencias significativas, los rendimientos agrícolas más bajos fueron alcanzados en la campaña 2016-2017 en el campo 91 con un rendimiento de $3,36 \text{ tn} \cdot \text{ha}^{-1}$; el segundo rendimiento más bajo estuvo en esa misma campaña en el campo 90 con $4,42 \text{ tn} \cdot \text{ha}^{-1}$. Rendimientos intermedios y superiores a los logrados por ambos campos en la campaña 2016-2017, se alcanzaron en la campaña 2015-2016 con aproximadamente una tonelada por hectárea por encima a lo logrado en la campaña 2016-2017. Entre las tres campañas analizadas los mayores rendimientos se obtuvieron en la campaña 2020 en ambos campos, sin diferencias significativas entre los campos 90 y 91, con una tonelada por hectárea por encima del rendimiento agrícola logrado en la campaña 2015-2016 y más de dos respecto a la campaña 2016-2017.

El rendimiento en grano de las plantas de arroz está condicionado en tres factores (CIAT, 1985):

- El número de panículas por unidad de superficie.
- El número de granos llenos por panícula.
- El peso medio de los granos individuales.

El número de panículas por unidad de superficie o por planta, es determinado en gran parte durante la fase vegetativa y depende del número de macollas formadas y de las disponibilidades de nutrimentos, agua y de espacio (CIAT, 1985).

Guerra y Olave (2002), citados por Degiovanni, Gómez y Sierra (2004). manifiestan que la diferencia en cuanto a rendimiento de grano entre las variedades es también atribuida a la existencia o acumulación de mayor cantidad de alelos favorables, para que los componentes del rendimiento expresen su potencial genético que inciden en su resultado final (rendimiento de grano).

Existen autores como Degiovanni *et. Al.* (2004), que son del criterio que dentro de los diversos problemas que inciden en los rendimientos de un cultivo, no es suficiente la investigación sobre el manejo agronómico de nuevas variedades, en especial sus etapas de desarrollo y fases de crecimiento.

La época de cosecha es uno de los factores que más afectan los rendimientos en el proceso de beneficio del arroz y que está muy relacionado con el contenido de humedad óptimo del grano. Sí se cosecha muy temprano se incrementa la cantidad de granos verdes y yesados que no alcanzaron a desarrollarse completamente, además de su poco peso y escasa resistencia al atrito, que ocasionan una pérdida en el rendimiento total, de granos enteros y un incremento de los granos quebrados. Por otra parte, cosechas tardías con bajos contenidos de humedad en el grano, incrementan la cantidad de granos partidos, que se ve reflejada en una disminución de la cantidad de granos enteros en el proceso de beneficio y en una merma del rendimiento Montenegro, Starling, Domingos y dos Reis (1973).

Díaz, Morejón, Donessa y Castro (2015). para la variable rendimiento, obtuvieron un intervalo amplio de variabilidad, con valores entre $1,70 \text{ t ha}^{-1}$ y $6,10 \text{ t ha}^{-1}$, correspondiéndose con los cultivares Frances e INCA LP-5, respectivamente. Por otro lado, mostraron buen comportamiento INCA LP-4 y Estrella Roja, seguidas por 220. De forma general, en el resto de los genotipos los rendimientos fueron bajos y que los autores atribuyen a las pocas panículas por metro cuadrado y al elevado número de granos vanos por panícula. La variabilidad encontrada para el rendimiento entre los cultivares puede estar relacionado a la diversidad de su constitución genética.

El rendimiento de cualquier cultivo se establece en función de sus componentes, y en el caso específico del arroz éstos (masa de 1000 granos, granos llenos por panícula y número de panículas por m^2 , lo definen (Morales y Pulido, 2017).

Rendimiento agrícola del cultivar IACUBA-41

El rendimiento es una variable sobre la cual influyen múltiples factores, variedad, edafoclimáticos y de manejo, por tanto, es el resultado de muchas funciones fisiológicas del crecimiento de la planta y regulado por múltiples genes, con una alta variación debido a la herencia poligénica y a la marcada influencia de los factores del clima y el suelo, y que como resultante el orden de mérito de los cultivares difieran entre investigaciones Pérez, González, Castro y Aguilar (2016) y Morales y Pulido (2017).

Villalba, Jarma y Combatt (2017). al evaluar la respuesta fisiológica de los cultivares de arroz Fedearroz 2000, Fedearroz 50, Fedearroz Mocarí y Fedearroz 473 a diferentes épocas de siembra en Córdoba, Colombia, son del criterio que, de acuerdo con los resultados obtenidos, los rendimientos estuvieron influenciados por las condiciones ambientales, las cuales influyeron en forma directa en los mismos. La expresión de caracteres cuantitativos en arroz, se encuentran relacionados en forma directa por la interacción genotipo y ambiente. Para estos autores el rendimiento al ser un carácter cuantitativo, no queda exento de esta influencia, pues como no es posible mantener un medio ambiente constante para la producción, los rendimientos varían de un año a otro. La estabilidad del rendimiento en el cultivo del arroz está dada por una mayor estabilidad en las fases tardías del desarrollo (Aguilar 2001, citado por Villalba *et al* (2017)).

Dado que ambos campos son colindantes, poseen el mismo tipo de suelo, en las tres campañas se sembraron con la misma variedad, además de realizar las mismas actividades fitotécnicas y al valorar los resultados alcanzados en esta investigación se precisa profundizar en las causas que están determinando esa diferencia en el rendimiento agrícola, por lo que se sugiere realizar muestreos de suelos para conocer el estado de las propiedades físicas y químicas de ambos campos, y muy importante el estado de la nivelación del suelo.

Conclusiones

1. Entre las campañas 2016-2016, 2016-2017 y 2020, los mejores rendimientos agrícolas se alcanzan en la campaña 2020, con rendimientos superiores a las 6,50 tn. ha⁻¹ y los más bajos en la campaña 2016-2017 con 3,89 tn. ha⁻¹.
2. El campo 90 supera en rendimiento agrícola al campo 91 en las tres campañas.
3. El orden de mérito de la interacción campo por año y campaña, siguió el mismo patrón de comportamiento que el logrado por las campañas.

Referencias bibliográficas

- Alshaal, T., & El-Ramady, H. (2017). Foliar application: from plant nutrition to biofortification. *The Environment, Biodiversity & Soil Security*, 1, 71-83.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical. CIAT. (1985). *Investigación y producción de arroz*. Crecimiento y etapas de desarrollo de la planta de arroz. Palmira, 83-100.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical. CIAT. (2005). *Producción ecoeficiente del arroz en América Latina*. Tomo I. 513 p.
- Degiovanni, V., Gómez, J., & Sierra, J. (2004). Análisis de crecimiento y etapas de desarrollo de tres variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) en Montería, Córdoba. *Temas Agrarios*, 9(1), 21 – 29.
- Díaz, S., Morejón, R., Donessa, L., & Castro, R. (2015). Evaluación morfoagronómica de cultivares tradicionales de arroz (*Oryza sativa*) colectados en fincas de productores de la provincia Pinar del Río. *Cultivos Tropicales*, 36(2), 131-141.
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., & Robledo C.W. InfoStat (2019). *Centro de Transferencia InfoStat, FCA*, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Dutta, S., Das, S., Pale, G., Ingrai, B., Aochen, C., Rai, M., & Pattanayak, A. (2016). Status and future prospects of research on genetically modified rice: A review. *Agricultural Reviews* 37(1), 10-18.
- Instituto de Investigaciones de Granos. (2014). *Instructivo Técnico Cultivo de Arroz*. Ministerio de la Agricultura. Cuba. 73 p.
- Food and Agriculture Organization. FAO. (2018). *Rice Market Monitor*. Italy. www.fao.org/rmm/en
- Pérez, M., & Penichet, M. (2014). Los rendimientos arroceros en Cuba: propuesta de un sistema de acciones. *Economía y Desarrollo II*. 152(2), 138-154.
- Mohanty, S. (2013). *Trends in global rice consumption*. *Rice Today* 12(1), 44-45.
- Pérez, N., González, M., Castro, R., & Aguilar, M. (2016). *Evaluación de cultivares de arroz en diferentes zonas de producción arroceras de Los Palacios*, Pinar del Río, para su utilización en programas de mejoramiento. *Cultivos Tropicales*, 37(1), 116-123.
- Montenegro, V., Starling, S., Domingos, J., & dos Reis, A. (1973). Influencia del contenido de humedad de los granos en la cosecha del arroz II. Efecto sobre el beneficio de los granos. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 5(1 y 2), 19-31.

Rendimiento agrícola del cultivar IACUBA-41

- Morales, L., & Pulido, L. (2017). Evaluación agroproductiva de cuatro cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) en la zona Manga Larga, municipio Bolivia, provincia Ciego de Ávila. *Universidad & Ciencia*, 6(3), 105-120.
- Villalba, J., Jarma, A., & Combatt, E. (2017). Respuesta fisiológica de cultivares de arroz a diferentes épocas de siembra en Córdoba, Colombia. *Temas Agrarios*, 22(2), 9-19.