



Efecto de densidades de siembra sobre enfermedades y el rendimiento de *Oryza sativa* L

Effect of population densities on diseases and the yield of *Oryza sativa* L

 Ariel Cruz-Triana*,  Deyanira Rivero-González,  Aida Tania-Rodríguez

Unidad Científico Tecnológica de Base “Los Palacios”. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), carretera San José-Tapaste, km 3½, Gaveta Postal 1, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. CP 32 700

RESUMEN: Los agricultores en Cuba siembran altas dosis de semillas para garantizar poblaciones de arroz y, por ende, obtener mejores rendimientos; sin embargo, esta tendencia resulta contraproducente, ya que se encarece la producción por los costos de semilla, fertilizantes, fungicidas, insecticidas y no siempre se logran los rendimientos esperados, por el inadecuado desarrollo de las plantas y por la alta incidencia de plagas. Sobre la base de esta problemática, el objetivo de este trabajo fue evaluar la interacción entre cuatro dosis de semillas del cultivar de arroz INCA LP-5, así como la incidencia y severidad de enfermedades fúngicas sobre el rendimiento de arroz. Para ello, se realizaron parcelas y se sembraron con cuatro dosis de semillas (100, 120, 140, 160 kg ha⁻¹). Se realizó un diseño de bloques al azar con cinco repeticiones. En cada una de las variantes se evaluó la incidencia y la severidad de las principales enfermedades del arroz, además, se evaluó el rendimiento teórico y sus componentes. La mayor incidencia y severidad de las enfermedades se observó cuando se aplicaron las más altas dosis de semillas (160 y 140 kg ha⁻¹), independientemente de la enfermedad y del momento de la evaluación. Se comprobó que, no siempre resulta que altas densidades de siembra conllevan a mayores rendimientos. A medida que aumentó la dosis de semillas se incrementó la distribución y la incidencia de las enfermedades, afectando fundamentalmente, el número de granos llenos por panícula y la masa de mil granos. Los mayores rendimientos se obtuvieron a las dosis de 120 y 140 kg ha⁻¹.

Palabras clave: Pyricularia, Rhizoctonia, incidencia.

ABSTRACT: Farmers in Cuba sow high doses of seeds to guarantee rice populations and therefore obtain better yields, however, this trend is counterproductive since production becomes more expensive due to seed costs, fertilizers, fungicides, insecticides and they are not always achieved the expected yields due to the inadequate development of plants and the high incidence of pests. Based on this problem, the objective of this work was to evaluate the interaction between four doses of cultivar LP-5 seed and the incidence and severity of fungal diseases on rice yield. For this, plots were made and sown with four doses of seeds (100, 120, 140, 160 kg ha⁻¹). A randomized block design with five repetitions was carried out. In each of the variants, the incidence and severity of the main rice diseases were evaluated, and the theoretical yield and its components were also evaluated. Highest incidences and severity of diseases were observed when the highest doses of seeds were applied (160 and 140 kg ha⁻¹), regardless of the disease and the evaluation time. It was found that it is not always that high planting densities lead to higher yields. As the seed dose increased, the distribution and incidence of diseases increased, fundamentally affecting the number of filled grains per panicle and the weight of one thousand grains. Highest yields were obtained at doses of 120 and 140 kg ha⁻¹.

Key words: Pyricularia, Rhizoctonia, incidence.

*Autor para correspondencia. actriana@inca.edu.cu

Recibido: 10/11/2021

Aceptado: 14/03/2022

Conflicto de intereses. Los autores declaran que no tienen conflicto de interés.

Contribución de los autores: **Conceptualización-** Ariel Cruz-Triana. **Research-** Ariel Cruz-Triana, Deyanira Rivero-González, Aida Tania Rodríguez-Pedroso. **Metodología-** Ariel Cruz-Triana, Deyanira Rivero-González, Aida Tania Rodríguez-Pedroso. **Procesamiento de los datos y Escritura del borrador inicial-** Ariel Cruz-Triana. **Escritura y edición final-** Deyanira Rivero-González.

Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC 4.0). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



INTRODUCCIÓN

En Cuba, el arroz es el alimento básico en la dieta de la población, con un índice de consumo promedio de más de 70 kg por persona, al año. Sin embargo, la producción nacional solo garantiza el 40 por ciento de esa demanda, por lo que el país está obligado a importar más de 400 000 toneladas de arroz, anualmente (1).

Uno de los aspectos básicos a tomar en cuenta en el cultivo del arroz es la densidad de siembra. Según investigaciones realizadas sobre las densidades de población adecuadas, para alcanzar altos rendimientos de arroz, bajo las condiciones edafoclimáticas de Cuba, se deben lograr más de 150 plantas m², que garanticen alrededor de 350 a 400 panículas m² (2). Sobre la base de esta premisa se recomienda sembrar a la dosis de 120 kg ha⁻¹; sin embargo, la eficiencia en el número de plantas m² en la mayoría de los casos es muy baja. Entre los factores que influyen en este sentido se destacan las deficiencias en la calidad de la semilla, la preparación y nivelación del suelo y las afectaciones por plagas presentes en el suelo (3).

A pesar de los esfuerzos que se realizan para mejorar la agrotecnia del cultivo, no se logra alcanzar la población adecuada para obtener altos rendimientos. Para paliar esta problemática, los agricultores emplean dosis cada vez mayores (150-160 kg ha⁻¹), con las cuales se logran altas poblaciones, pero se encarece la producción, por los costos de semilla, fertilizantes, fungicidas, insecticidas y no siempre se logran los rendimientos esperados, por el inadecuado desarrollo de las plantas y por la alta incidencia de plagas. Además, estudios realizados evidencian que altas dosis de semilla no siempre resultan en alta población inicial de plantas (4).

Cuando las densidades de plantas son muy altas se favorece la incidencia de numerosas plagas y más cuando la tecnología del cultivo es en aniego permanente. Esto se debe a que el cultivo cubre rápidamente la superficie y las altas temperaturas y la humedad relativa hacen posible las condiciones idóneas para el desarrollo de numerosos hongos. Por otra parte, el constante contacto entre plantas favorece la ruptura de tejidos y como consecuencia la entrada de hongos patógenos.

En virtud de los pocos trabajos publicados sobre la relación entre la densidad de siembra y la incidencia y severidad de enfermedades, así como los rendimientos del arroz, se planteó como objetivo principal evaluar la interacción entre cuatro dosis de semillas del cultivar INCA LP-5 y la incidencia y la severidad de enfermedades fúngicas, y su impacto sobre el rendimiento de arroz.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se desarrolló en la Unidad Científica Tecnológica de Base "Los Palacios", perteneciente al Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), en un sistema ingeniero de terrazas planas.

Se utilizó la tecnología de siembra directa en seco, en la época de primavera (abril) de 2019 y se siguieron las

normas técnicas del cultivo del arroz de 2015, con la excepción de que no se aplicó ningún fungicida (5).

El diseño utilizado fue de bloques al azar. Las parcelas tuvieron un área de 72 m² y se sembraron cinco réplicas por tratamiento, con las siguientes cuatro variantes de dosis de semilla a sembrar: 100 kg ha⁻¹, 120 kg ha⁻¹, 140 kg ha⁻¹, 160 kg ha⁻¹

La categoría de calidad de la semilla utilizada (cultivar INCA LP-5) fue básica, con 90 % de germinación.

Se evaluó en 1 m²/réplica la incidencia y la severidad de las enfermedades: Añublo de la vaina (*Rhizoctonia solani* Khun), Añublo del arroz (*Pyricularia grisea* Sacc.), Helminthosporiosis (*Helminthosporium* sp.) y Manchado del grano.

Evaluación de la incidencia de las enfermedades

A los 100 días después de germinado (ddg) el arroz, se contó 100 plantas en diagonal cruzada y se evaluó el número de plantas con síntomas de las enfermedades y se determinó el porcentaje de incidencia de las mismas (6).

$$P = (a/100) N$$

donde:

P- Porcentaje de incidencia

a- Número de plantas enfermas

N- Total de plantas evaluadas

Se realizó un análisis bifactorial, donde los factores fueron: dosis de semillas y enfermedades, con cuatro niveles cada uno; las medias se docimaron mediante la prueba de rangos múltiples de Duncan, con un nivel de significación de 0,05.

Evaluación de la severidad de las enfermedades

Se evaluaron los síntomas de las enfermedades en las plantas a los 60, 80 y 100 días después de germinadas (ddg) las semillas. Las escalas de evaluación utilizadas para cada enfermedad fueron las citadas en el Sistema Estándar de Evaluación del IRRI (7) y se determinó la severidad a través de la fórmula (8):

$$S = [\sum (a \cdot b) / NK] 100$$

donde:

S- Severidad

$\sum (a \cdot b)$ - Sumatoria de los productos del número de órganos o plantas con síntomas (a) por su correspondiente grado de la escala (b)

N- Número total de plantas observadas

K- Mayor grado de la escala

Con los datos de los tratamientos evaluados se realizó un análisis de varianza simple para cada enfermedad. Las medias se docimaron mediante la prueba de rangos múltiples de Duncan, con un nivel de significación de 0,05. El paquete estadístico utilizado fue Statgraphycs, versión 5,1 (7).

Variables de rendimiento

A los 110 ddg, se evaluó el número de panículas en un m², número de granos llenos por panícula y la masa de

1000 granos llenos, en cada parcela y para cada dosis de semillas (tratamientos), tomándose en cuenta dejar 1 m de efecto de borde. Además, se calculó el rendimiento agrícola, para lo cual se trillaron las plantas y se secaron los granos hasta el 14 % de humedad. Se realizó un análisis de varianza simple para cada variable (rendimiento y sus componentes). Las medias se docimaron mediante la prueba de rangos múltiples de Duncan con un nivel de significación de 0,05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La siembra de altas poblaciones de plantas, con el fin de obtener poblaciones óptimas para alcanzar altos rendimientos de arroz, resulta ser una práctica desacertada debido a que, en la mayoría de los casos, las poblaciones alcanzadas son muy elevadas, las que generalmente propician el desarrollo de plantas muy delgadas y débiles, con poco ahijamiento, susceptibles al volcamiento y al ataque de numerosas enfermedades (4).

Como puede observarse en la [Tabla 1](#), el porcentaje de incidencia, a los 60 días de germinado el arroz, fue mayor para el hongo *P. grisea* a las dosis de 160 y 140 kg ha⁻¹, seguido por *R. solani* a la dosis de 160 kg ha⁻¹. Esto concuerda con la literatura, donde se plantea que afectaciones similares por estas enfermedades son ocasionadas en la fenofase en que se encontraba el cultivo (ahijamiento activo) (2,5); sin embargo, en las siguientes evaluaciones, la incidencia de las mismas resultó más homogénea.

Las mayores incidencias de las enfermedades se observaron cuando se aplicaron las más altas dosis de semillas (160 y 140 kg ha⁻¹), independientemente de la enfermedad y del momento de la evaluación. Esto se debe a que, al aumentar las dosis de semillas, se incrementó el número de plantas por área y el cultivo cubrió rápidamente el campo y bajo las condiciones de aniego y altas

temperaturas, prácticamente el vapor de agua contenido bajo las hojas, facilitó un clima húmedo muy favorable para el desarrollo de los hongos. En este sentido, se plantea que las tendencias al alza de las temperaturas y humedades relativas influyen sobre el desarrollo de los ciclos de patogénesis y de las epidemias de enfermedades, especialmente, las causadas por patógenos del suelo (9). Además, el experimento se desarrolló en terrazas planas, donde la porosidad del suelo es muy baja y por debajo de la superficie existen concreciones de hierro que facilitan la retención de agua en el suelo, aspecto importante que favorece el desarrollo de hongos (10).

Por otra parte, altas poblaciones facilitan la movilidad y el refugio de vectores transmisores (ácaros, chinches, picudo, etc.) de esporas fúngicas y permite la aparición de heridas en las plantas.

Similar a lo que ocurrió con la incidencia, las mayores severidades de las enfermedades se apreciaron a medida que aumentaron las dosis de semilla y, marcadamente, al evaluar la severidad de los hongos *P. grisea* y *R. solani* a la dosis de 160 kg ha⁻¹ ([Figura 1](#)).

A mayor severidad de las enfermedades se afectan los tejidos de las plantas y disminuye la capacidad fotosintética de las mismas, afectándose la producción de fotosintatos necesarios para el desarrollo y, por ende, los rendimientos del cereal (2). En este sentido, cuando analizamos el rendimiento y sus componentes se pudo comprobar que no siempre resulta que las altas densidades de siembra conllevan a los mayores rendimientos ([Tabla 2](#)).

Como se puede observar, los mayores rendimientos se obtuvieron cuando se aplicaron las dosis de semilla de 120 y 140 kg ha⁻¹. Resultados similares fueron obtenidos por otros autores al evaluar el rendimiento de otros cultivares de arroz a estas dosis de semillas (11,12). Al analizar los componentes del rendimiento, a medida que aumentó la dosis de semilla, se incrementó el número de

Tabla 1. Porcentaje de incidencia de las enfermedades evaluadas a los 60, 80 y 100 días de germinado el arroz (ddg)

Enfermedad	Dosis (kg ha ⁻¹)	60 ddg	80 ddg	100 ddg
<i>P. grisea</i>	100	4,68 ef	7,52 ef	22,30 e
	120	14,46 cd	19,58 cd	49,68 d
	140	30,29 b	46,32 b	92,82 c
	160	64,52 a	99,21 a	130,28 b
<i>R. solani</i>	100	0,4 f	0,40 f	0,40 f
	120	6,22 def	13,39 de	14,56 ef
	140	11,18 cde	27,82 c	79,24 c
	160	15,92 c	40,14 b	84,16 c
<i>Helminthosporium</i> sp.	100	0 f	1,548 f	5,84 ef
	120	0,56 f	7,914 ef	10,81 ef
	140	0 f	49,08 b	75,11 c
	160	2,29 ef	103,1 a	245,48 a
Manchado del grano	100	0 f	0 f	4,74 ef
	120	0 f	0 f	18,08
	140	0 f	0 f	51,52 d
	160	0 f	0 f	120,76 b
ESx		2,907	3,729	6,398

Medias con letras iguales no difieren entre sí (Prueba de Rangos Múltiples de Duncan, p<0,05)

Tabla 2. Rendimiento agrícola (t ha⁻¹) y sus componentes para el cultivar de arroz INCA LP-5, con distintas dosis de semillas

Dosis (kg ha ⁻¹)	No panículas/m ²	Masa de 1000 granos (g)	No granos/panícula	Rendimiento (t ha ⁻¹)
100	373,16 c	29,57 a	79 a	5,22 c
120	479,06 b	29,58 a	75 b	6,38 ab
140	491,8 ab	29,18 b	73 b	6,48 a
160	513,8 a	29,16 b	65 c	5,84 b
ESx	7,209	0,065	2,293	7,209

Medias con letras iguales no difieren entre sí (Prueba de Rangos Múltiples de Duncan, p≤0,05)

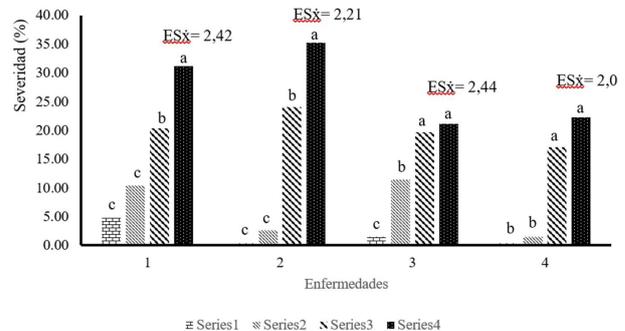
panículas fértiles por metro cuadrado; sin embargo, fue disminuyendo la masa de 1000 granos y el número de granos llenos por panículas (13). A pesar de que estos últimos componentes del rendimiento son los más estables (5), su disminución pudiera deberse a los daños ocasionados por las enfermedades y a la menor disponibilidad de luz y nutrientes, debido a las altas densidades de población (14-16).

CONCLUSIONES

- A medida que aumenta la dosis de semilla se incrementa la incidencia y la severidad de las enfermedades, afectando, fundamentalmente, el número de granos llenos por panícula y la masa de mil granos.
- Los mayores rendimientos se obtuvieron a las dosis de 120 y 140 kg por hectárea.

BIBLIOGRAFÍA

1. Cristo E, González MC, Pérez NJ, Evaluación de nuevos cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) en condiciones de bajos suministros de agua y fertilizantes en la provincia de Pinar del Río. Cultivos Tropicales. 2016;37(2):127-133. DOI: [10.13140/RG.2.1.4892.8240](https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4892.8240)
2. Ortiz AE, Rodríguez V, Carrillo JR. Evaluación de dos variedades de arroz (*Oryza sativa* L.), durante el proceso de secado en el secadero "Emilio Lastre" Revista científico educacional de la provincia Granma. 2020;16. ISSN: 2074-0735.
3. Rodríguez AT, Miranda A, Cruz A, Rivero D, Cristo E, et al. El cultivo del arroz en Los Palacios. Colectivo de autores, ed. INCA. 2019. p. 129. Available from: <https://isbn.cloud/9789597258018/el-cultivo-del-arroz-en-los-palacios/>
4. Ruiz P. Eficacia de un nuevo formulado para el control de hongos en semillas de arroz. 2021;10(3):149-160, Available from: <http://revistas.unica.cu/uciencia>.
5. Arias JG, Esquivel EA, Campos R. Evaluación de la densidad de siembra y nivel de fertilización en arroz, para las variedades Palmar-18, Lazarroz FL y NayuribeB FL, en Parrita, Costa Rica. Revista Tecnología en Marcha. 2020;33(3):13.24. Available from: <https://orcid.org/0000-0001-9553-060X>.
6. Ministerio de la Agricultura. Instructivo Técnico para el cultivo del arroz. La Habana, Cuba: Ediciones Instituto de Investigaciones del Arroz; 2015.115 p.
7. Folgueras M, Rodríguez S, Herrera L, Sánchez S. Influencia de diferentes métodos de plantación en la



Medias con letras iguales no difieren entre sí (Prueba de Rangos Múltiples de Duncan, p≤0,05) 1- *Pyricularia grisea*, 2- *Rhizoctonia solani*, 3- *Helminthosporium* sp., 4-Manchado del grano Serie 1: 100 kg ha⁻¹, Serie 2: 120 kg ha⁻¹, Serie 3: 140 kg ha⁻¹, Serie 4: 160 kg ha⁻¹

Figura 1. Evaluación de la severidad de hongos con diferentes dosis de semillas a los 100 días de germinado el arroz

- incidencia de las pudriciones radicales de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz). Revista Cuadernos de Fitopatología. 2011; 28:23-27.
8. Estándar Evaluation System for Rice (SES). International Rice Research Institute (IRRI). 2002.
9. Townsend GR, Heuberger JW. Methods for estimating losses caused by diseases in fungicide experiments. Plant Disease Reporter. 1943; 60: 340-343.
10. Cruz A, Deyanira Rivero, Danay Infante, Anayza Echevarría, Martínez B. Manejo de hongos fitopatógenos en *Phaseolus vulgaris* L. con la aplicación de *Trichoderma asperellum* Samuels, Lieckfeldt & Nirenberg. Rev. Protección Vegetal. 2018;33(3) Available from: <http://opn.to/a/FxAlu>.
11. Hernández A, Pérez JM, Bosch D, Castro N. La clasificación de suelos de Cuba: énfasis en la versión de 2015. Cultivos Tropicales, 2019;40(1): ISSN digital: 1819-4087. Available from: <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v40n1/1819-4087-ctr-40-01-e15.pdf>
12. Jiménez O, Silva R, Cruz J. Efecto de densidades de siembra sobre el rendimiento en el arroz (*Oryza sativa* L.) en el Municipio Santa Rosalia, Estado de Portuguesa Venezuela. Revista Unellez de Ciencia y Tecnología. 2009; (27):32- 41, ISSN 1012-7054.
13. Kakar K, Nitta Y, Asagi N, Komatsuzaki M, Shiotsu F, Kokubo T, Xuan TD. Morphological analysis on comparison of organic and chemical fertilizers on grain quality of rice at different planting densities, Plant Production Science. 2019;22(4):510-518. DOI: [10.1080/1343943X.2019.1657777](https://doi.org/10.1080/1343943X.2019.1657777).

14. Tian G, Gao L, Kong Y, Hu X, Xie K, Zhang R, et al. Improving rice population productivity by reducing nitrogen rate and increasing plant density. 2017;12(8). Available from: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0182310>.
15. Zhou C, Huang Y, Jia B, Wang Y, Wang Y, Xu Q, Li R, Wang S, Dou F. Effects of Cultivar, Nitrogen Rate, and Planting Density on Rice-Grain Quality. *Agronomy*. 2018;8. Available from: <https://doi.org/10.3390/agronomy8110246>.
16. Ameen A, Aslam Z, Zaman QE, Zamir S, Khan I, Subhani M. Performance of Different Cultivars in Direct Seeded Rice (*Oryza sativa* L.) with Various Seeding Densities. *American Journal of Plant Sciences*. 2014;5:3119-3128. doi: [10.4236/ajps.2014.521328](https://doi.org/10.4236/ajps.2014.521328).