

Comunicación corta

EFECTO DEL SISTEMA INTENSIVO DEL CULTIVO ARROCERO (SICA) SOBRE ALGUNAS VARIABLES DEL CRECIMIENTO Y EL RENDIMIENTO EN UNA VARIEDAD DE CICLO CORTO

L. A. Maqueira[✉], W. Torres, G. Díaz y Kirenia Torres

ABSTRACT. This study was conducted at “Los Palacios” Rice Research Station areas of Pinar del Río, where the short-term rice variety INCA LP-5 was planted in May, 2003, on a Ferruginous Nodular Gley Hydromorphic soil, with the aim of evaluating the effect of a new production form (SICA) over some growth variables and yield, compared to the direct seeding system pattern of 120 kg.ha⁻¹ seeds. A randomized block design with two treatments and four replicates was used, besides determining the aerial part dry weight (g) and leaf area (m²) within a 0.50-m²-frame in each treatment at the phenological phases of maximum tillering, flowering and maturation; also yield and its components were calculated at harvesting time. Data were processed through a Student T ($p < 0.05$). Those plants growing under SICA conditions showed better growth variables, the highest differences being recorded on the leaf area index (IAF) at flowering phase, but they tended to decrease at maturity stage. A similar situation was observed with yield and its components. Studies on this subject are recommended to be followed with other varieties, besides deepening on the grain-filling process under this plantation system.

Key words: *Oryza sativa*, rice, crop yield, intensification, agronomic characteristics

RESUMEN. La investigación se desarrolló en áreas de la Estación Experimental del Arroz “Los Palacios” Pinar del Río, donde fue plantada la variedad de arroz de ciclo corto INCA LP-5 en mayo del 2003, sobre un suelo Hidromórfico Gley Nodular Ferruginoso, con el objetivo de evaluar el efecto de la nueva forma de producción (SICA) sobre determinadas variables del crecimiento y el rendimiento, comparado con el sistema de siembra directa con una norma de siembra de 120 kg.ha⁻¹ de semillas. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con dos tratamientos y cuatro réplicas y se determinaron la masa seca de la parte aérea (g) y la superficie foliar (m²) en un marco de 0.50 m² en cada tratamiento en las fases fenológicas de máximo ahijamiento, floración y maduración; se calculó también el rendimiento y sus componentes en la cosecha. Los datos se procesaron mediante T de Student ($p < 0.05$). Las plantas desarrolladas bajo el SICA mostraron superioridad en todas las variables de crecimiento analizadas, lográndose las mayores diferencias en el IAF en la fase de floración, que tendieron a disminuir en la de maduración. Situación similar se logró en el rendimiento y sus componentes. Se recomienda seguir estudios de este tipo utilizando otras variedades y profundizar en el proceso de llenado de los granos bajo este sistema de plantación.

Palabras clave: *Oryza sativa*, arroz, rendimiento de cultivos, intensificación, características agronómicas

INTRODUCCIÓN

Mejorar la productividad del cultivo del arroz (*Oryza sativa*, L.), sobre todo con el empleo de nuevas tecnologías de explotación agrícola, es una de las prioridades de trabajo en Cuba (1) y el Sistema Intensivo del Cultivo del Arroz (SICA) resulta una tecnología que proporciona beneficios y buena productividad, ya que se basa fundamentalmente en la utilización de menos agua en el período de crecimiento, una mayor distancia entre las plantas y solo se emplea una postura por nido, con plántulas de un

desarrollo no mayor de 20 días después de la germinación (ddg), encontrándose el óptimo entre 8 y 12 ddg (2).

En Madagascar, los campesinos con la aplicación de este sistema, utilizando variedades locales y fertilizando con abonos orgánicos, lograron un rendimiento en la cosechas entre 5 y hasta 10 t.ha⁻¹. En 1999, en la Universidad Agrícola de Nanjing en China, se obtuvo un rendimiento de 9 t.ha⁻¹ con una reducción en las necesidades de agua de un 50 %, lo que despertó mucho interés entre los científicos chinos. En el 2001, también utilizando el SICA, conjuntamente con altos insumos agrícolas, se alcanzaron rendimientos de hasta 12 t.ha⁻¹ (3).

Teniendo en cuenta que en la actualidad existen algunas limitaciones de recursos en las áreas de producción, sobre todo en el sector popular, donde se hace necesario poner en práctica nuevas tecnologías con alta eficiencia y que ofrezcan mejores resultados, es que se lleva a cabo este trabajo, con el objetivo de evaluar el

L. A. Maqueira y G. Díaz, Investigadores de la Estación Experimental del Arroz Los Palacios; Dr.C. W. Torres, Investigador Titular del Departamento de Fisiología y Bioquímica Vegetal, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Gaveta Postal 1, San José de las Lajas, La Habana; Kirenia Torres, Profesora Asistente de la Universidad de Pinar del Río, Cuba.

✉ lalberto@inca.edu.cu, lazarito76@yahoo.es

efecto de esta nueva forma de producción (SICA) sobre algunas variables del crecimiento y el rendimiento de una variedad de ciclo corto.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se llevó a cabo en áreas de la Estación Experimental del Arroz "Los Palacios" Pinar del Río, perteneciente al Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, con la variedad INCA LP-5, en la época lluviosa (primavera) del 2003, en un suelo Hidromórfico Gley Nodular Ferruginoso (4).

Para darle cumplimiento al objetivo propuesto fueron estudiados dos tratamientos: uno se desarrolló poniendo en práctica los principios básicos recomendados por el SICA, dentro de ellos: se aplicaron 10 t.ha^{-1} de estiércol vacuno en la preparación de suelo; el transplante se realizó a los 13 días de germinadas las semillas, utilizándose una planta por sitio a una distancia de $0,30 \times 0,30 \text{ m}$; se efectuaron pases de agua durante toda la fase vegetativa hasta el cambio de primordio, momento en el cual se mantuvo una pequeña lámina de agua (6 cm), y se realizaron dos actividades de escarde manual. Se aplicaron 80 kg.ha^{-1} de nitrógeno, fraccionado en dos momentos: en fase fenológica de punto de algodón, aplicando el 56 % del total (de conjunto con 17 kg.ha^{-1} de P_2O_5 y de K_2O), y 10 días después el resto. Como portadores se utilizó la urea, el superfosfato triple y el cloruro de potasio, con enriquecimiento de 46, 46 y 60 % de N, P_2O_5 y K_2O respectivamente.

El otro tratamiento empleó el sistema de siembra directa con una norma de siembra de 120 kg.ha^{-1} de semilla y se mantuvo aniego permanente con una lámina de agua de 6 cm durante todo el ciclo del cultivo. Las actividades fitotécnicas se desarrollaron según lo recomendado por el Instructivo técnico del cultivo del arroz del 2001.

El diseño experimental empleado fue el de Bloques al Azar con cuatro réplicas y las parcelas experimentales contaron con un área de 25 m^2 .

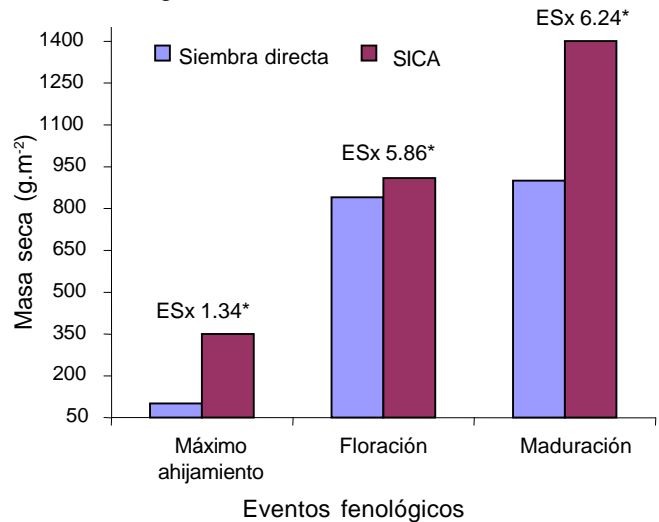
Se determinó la masa seca aérea (g.m^{-2}) y la superficie foliar (m^2) de las plantas, en un marco de 0.50 m^2 en cada tratamiento, realizando los muestreos en las fases de máximo ahijamiento, floración y maduración. En cada muestreo se retiró la parte aérea de las plantas, manteniéndola en estufa durante 72 horas a una temperatura de 70°C hasta el peso constante. La superficie foliar se estimó a través del producto del ancho y del largo de cada una de las hojas activas por 0.7 (5).

Para la determinación del rendimiento agrícola y algunos de sus principales componentes, se utilizó el sistema que se emplea en el cultivo del arroz en un área de 8 m^2 (6). Las medias de los tratamientos se compararon mediante la Prueba t de Student ($p < 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Figura 1 muestra el comportamiento de la masa seca por m^2 de la parte aérea de las plantas, determina-

da en las tres fases del cultivo, donde se aprecia que en la fase de maduración se alcanzan los mayores valores, seguido de la fase de floración y por último la de máximo ahijamiento, destacándose que las plantas que fueron sometidas a la tecnología SICA, alcanzaron en los tres momentos valores superiores a las que fueron sometidas a las tecnología de siembra directa.

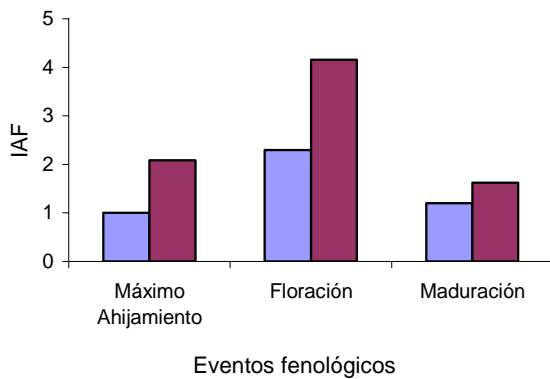


Medias de los tratamientos difieren a $p \leq 0.05$

Figura 1. Comportamiento de la masa seca de la parte aérea de plantas de arroz (g.m^{-2}) en tres fases del cultivo

En estudios de crecimiento realizados en este cultivo, se destaca la fase de maduración como la de mayor producción de masa seca, sobre todo por la panícula, hacia donde es trasladada gran cantidad de fotoasimilatos (7). Con respecto a la diferencia entre los tratamientos, resultados similares han sido encontrados, en los que se destaca que en el cultivo del arroz, cuando es sometido a esta nueva tecnología, se obtienen plantas con una mayor altura, un mayor número de hijos y más vigorosas, por lo que se incrementa la producción de masa seca, sobre todo en la fase de maduración, donde se obtienen espigas de mayor tamaño y con mayor número de granos llenos, lo que contribuye a obtener un mayor valor de esta variable en esta fase (8).

El índice de área foliar (IAF) que alcanzaron las plantas en los dos sistemas de cultivo (Figura 2) resultó significativamente diferente, en las tres etapas fenológicas en las que se evaluó, y se observa que los valores más elevados de esta variable se apreciaron en la etapa de floración, seguida por las fases de máximo ahijamiento y maduración; es de destacar que en cada una de estas etapas del tratamiento donde se utiliza el SICA, se observó un mejor comportamiento de la variable con respecto a la siembra directa, casi duplicando los valores en las dos primeras etapas fenológicas. Es en la etapa de floración donde se alcanza la mayor superficie foliar por área de suelo en el cultivo del arroz, pues en ella se tiene un alto número de tallos y mayor cantidad de hojas activas por planta (9).



Medias de los tratamientos difieren a $p \leq 0.05$

Figura 2. Comportamiento del Índice de Área Foliar (IAF) de plantas de arroz en tres fases del ciclo del cultivo

En estudios realizados en China, donde se comparó esta nueva tecnología con el sistema tradicional vigente en ese país, se obtuvieron valores de esta variable superiores hasta en un 10 %, manteniendo las plantas que se encontraban sometidas al SICA mayor cantidad de hojas activas durante todo el ciclo de desarrollo (10).

Resulta interesante destacar que las diferencias en el IAF de las plantas por los dos sistemas fueron menos pronunciadas en la etapa de maduración, en comparación con las etapas de máximo ahijamiento y floración. Independientemente de que este sistema de cultivo promueve el ahijamiento, el comportamiento de esta variable sugiere que la población de tallos se autorregule, como está demostrado para el caso de la caña de azúcar (10), sobre todo a partir de las etapas fenológicas en las que se crean nuevos sitios de consumo (espigas) que compiten por asimilatos.

La Tabla I muestra el comportamiento del rendimiento y sus componentes en plantas de arroz sometidas a los dos sistemas, en la que se puede apreciar que los mejores resultados en cuanto a granos llenos por panícula, panículas por m^2 y rendimiento fueron obtenidos en el SICA. Similares resultados han sido encontrados en Cuba y en el mundo, en los que se demuestra el incremento del rendimiento y sus componentes al comparar el SICA con otros sistemas de siembra (11, 12). A pesar de que los resultados en cada una de las variables dan como positivos al SICA, es en los granos llenos por panícula donde las diferencias resultaron notables (un 85% más en SICA que en el método tradicional) e influyeron de manera definitiva en el rendimiento del cultivo. En época poco lluviosa se lograron rendimientos para esta variedad por el sistema de siembra directa entre 6.1 a 7.5 $t \cdot ha^{-1}$ y peso de 1000 granos entre 30.8 y 33.3 g (13), difiriendo de los obtenidos en este trabajo dado las diferencias en la época de desarrollo.

Teniendo en cuenta los resultados preliminares de este trabajo, se puede concluir que al poner en práctica el SICA, se logran plantas con un amplio desarrollo foliar y una alta producción de masa seca, lo que supera a los alcanzados en otras tecnologías como la siembra directa incidiendo esto en un aumento considerable de los rendimientos. Se recomienda seguir estudios de este tipo uti-

lizando otras variedades para valorar así la respuesta de ellas ante esta forma de producción y profundizar en el proceso de llenado de los granos bajo este sistema de plantación.

Tabla 1. Comportamiento del rendimiento agrícola ($t \cdot ha^{-1}$) al 14 % de humedad y sus componentes

Tratamientos	Granos llenos, panícula ⁻¹	Peso de 1 000 granos	Panículas. m^{-2}	Rendimiento ($t \cdot ha^{-1}$)
Siembra directa	74	29.0	303	3.8
SICA	137	28.8	321	6.6
ESx	1.51*	0.09*	2.43*	0.06*

Medias de los tratamientos difieren a $p \leq 0.05$

REFERENCIAS

1. Cuba, Minagri. CAI Arrocero "Los Palacios". Informe de los resultados de la campaña de arroz de frío 2002-2003 por Lotes. Octubre, 2003. 16 p.
2. Pérez, R. Siembra intensiva del arroz. Departamento de Coordinación y Asesoría de Proyectos. Consejo de Iglesias de Cuba. Abril. 2002. 7 p.
3. Uphoff, N. El sistema intensivo del cultivo arrocero: ¿una oportunidad para mejorar la producción de arroz en América Latina?. En: Memorias del Encuentro Internacional del Arroz (2:2002 jul. 10-12:La Habana), 2002. p. 23-28.
4. Cuba, Minagri. Instituto de Suelos. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. La Habana: Agrinfor, 1999, 64 p.
5. Ortega, E. y Rodés, R. Manual de práctica de laboratorio de fisiología vegetal. La Habana: Universidad de La Habana, 1986. p. 147-152.
6. Martínez, J.; Rodríguez, L.; Deus, J. y Rodríguez, M. Ensayos preliminares del rendimiento de variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) desarrollado en 1976. *Agrotecnia de Cuba*, 1980, vol. 11, p. 109-124.
7. Raúl, P. Crecimiento y nutrición del arroz (*Oryza sativa* L.) en Venezuela. *Informaciones Agronómicas. INPOFOS*, 2003. p. 1-4.
8. Tao, Longxing, Wangxi y Min Sbaokai. Physiological effects of SRI methods on the rice plant. Assessments of the system of rice intensification. En: Proceedings of International Conference. (2002 abr.:Sanya), p. 132-136.
9. Aguilar, P. M. Cultivo del arroz en el sur de España. Letras y Artes Gráficas. Sevilla España. 2002, 120 p.
10. W. Torres y Álvarez, F. Comportamiento del índice de área foliar de caña de azúcar (*Saccharum* sp.) en varias cepas y bajo diferentes tratamientos. *Cultivos Tropicales*, 1991, vol. 12, p. 38-43.
11. Wang Shao Bua; Cao Weixing; Jang Dong; Dai Tigbo y Zhu Yan. Physiological characteristics and high-yield techniques with SRI. Assessments of the system of rice intensification. En: Proceedings of International Conference. (2002 abr.:Sanya), 2002. p. 1-4.
12. Sanzo, R.; Saborit, R.; Meneses, P.; Pérez, R.; Socorro, M. y González, T. Comparación de dos sistemas de transplantes (SICA y Tradicional) en los rendimientos del arroz. En: Programa y Resúmenes del III Encuentro Internacional del Arroz (3:2005 jun. 6-10:La Habana). p. 80.
13. Pérez, Z.; González, María C. y Castro, R. I. Validación de nuevas variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) para la provincia de Pinar del Río. *Cultivos Tropicales*, 2002, vol. 23, no. 2, p. 51-54.

Recibido: 15 de septiembre de 2006

Aceptado: 21 de junio de 2007