

Comunicación corta

CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE DOS VARIEDADES DE ARROZ DE CICLO CORTO EN ÉPOCA POCO LLUVIOSA

L. A. Maqueira[✉], W. Torres y A. Miranda

ABSTRACT. This work was carried out at *Los Palacios* Rice Research Station, Pinar del Río, using INCA LP-5 and Reforma varieties, within the dry season of 2004, on a Ferruginous Nodular Gley Hydromorphic soil, with the objective of determining growth dynamics, yield and its main components. The direct seeding technology was applied with a norm of 20 kg.ha⁻¹. Cropping activities followed rice technical instructions. A randomized block design with four replications was used and experimental plots had a 25 m² area. Dry matter from the aerial part of plants (g.m⁻²) was calculated in a 25-m² frame and samplings started 25 days after germination, at variable intervals, up to grain maturity. Absolute growth rate (AGR) of the aerial part, agricultural yield and its main components were also calculated, whereas means were compared through T Student test (p<0.05). Results proved that INCA LP-5 kept a quicker growth rate and biomass accumulation than *Reforma* variety during the whole cycle, besides surpassing the latter one regarding agricultural yield, showing highly significant differences.

RESUMEN. El trabajo se llevó a cabo en la Estación Experimental del Arroz Los Palacios, Pinar del Río, con las variedades INCA LP-5 y Reforma, en la época poco lluviosa del 2004, en un suelo Hidromórfico Gley Nodular Ferruginoso, con el objetivo de determinar la dinámica de crecimiento, el rendimiento y sus principales componentes. Se empleó la tecnología de siembra directa con una norma de 20 kg.ha⁻¹. Las actividades fitotécnicas se desarrollaron según lo recomendado por el Instructivo técnico del cultivo. El diseño experimental fue de bloques al azar con cuatro réplicas y las parcelas experimentales contaron con un área de 25 m². Se calculó la masa seca de la parte aérea (g.m⁻²) de las plantas en un marco de 0.25 m² y se realizaron muestreos a partir de los 25 días después de la germinación, con intervalos variables, hasta que el grano había alcanzado la madurez fisiológica; también se calcularon la tasa absoluta de crecimiento (TAC) de la parte aérea, el rendimiento agrícola y sus principales componentes, y las medias se compararon mediante la prueba T de Student (p<0.05). Con los resultados de este trabajo se pudo concluir que INCA LP-5 mantuvo durante todo su ciclo una mayor velocidad de crecimiento y acumulación de biomasa que la variedad Reforma, superándola también en el rendimiento agrícola con diferencias altamente significativas.

Key words: *Oryza sativa*, rice, dry matter content, crop yield, growth

Palabras clave: *Oryza sativa*, arroz, contenido de materia seca, rendimiento de cultivos, crecimiento

INTRODUCCIÓN

El arroz es uno de los cultivos más antiguos que el hombre conoce. Algunos dan cuenta de hallazgos arqueológicos que demuestran su existencia desde hace más de 500 años. Su importancia económica radica en que en el mundo actual constituye el alimento principal de aproximadamente más de la cuarta parte de la población mundial (1).

Cuba, por sus hábitos alimentarios, es una nación de alto consumo de arroz (2), pero desde la década de los años 90 se manifiesta un retroceso en la producción arrocera, que ha obligado al país a realizar importaciones

anuales superiores a los 100 millones de dólares, por lo que se trabaja intensamente en la búsqueda de un nuevo tipo de planta más productiva y adaptada a los diferentes tipos de suelo y tecnologías de explotación, que responda a las características de los diferentes ecosistemas de producción (3, 4). Sin embargo, hoy no es posible lograr un mejoramiento varietal sin un conocimiento profundo de los procesos fisiológicos y bioquímicos que gobiernan la formación del rendimiento. En este sentido, se ha estudiado la relación entre la biomasa total y producción del grano; de forma general, se resalta que a mayor producción de materia seca total, mayor rendimiento, por lo que se destaca que la distribución de materia seca dentro de la planta juega un papel importante en la determinación del rendimiento (5, 6). De esta forma, los elementos del análisis del crecimiento se han empleado con estos propósitos, los que permiten relacionarlos con la formación del rendimiento (7, 8) a partir de la modelación matemática.

L. A. Maqueira, Investigador y Dr.C. A. Miranda, Investigador Agregado 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 (INCA), gaveta postal 1, San José de las Lajas, La Habana, Cuba, CP 32 700

✉ lalberto@inca.edu.cu

Es por ello que se realizó este trabajo, con el objetivo de determinar la dinámica de crecimiento, el rendimiento y sus componentes de dos cultivares de arroz de ciclo corto y relacionarlos con el rendimiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se llevó a cabo en la Estación Experimental del Arroz Los Palacios, Pinar del Río, perteneciente al Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), con las variedades INCA LP-5 y Reforma, en la época poco lluviosa (frío) del 2004, en un suelo Hidromórfico Gley Nodular Ferruginoso (9).

Se empleó la tecnología de siembra directa con una norma de $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Las actividades fitotécnicas se desarrollaron según lo recomendado por el Instructivo técnico del cultivo (10). El diseño experimental fue de bloques al azar con cuatro réplicas, con parcelas experimentales de 25 m^2 . Se determinó la masa seca de la parte aérea ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$) de las plantas en un marco de 0.25 m^2 , realizando los muestreos cada 15 días a partir de los 25 días después de la germinación (DDG), hasta que el grano había alcanzado la madurez fisiológica (140 DDG).

En cada muestreo se retiró la parte aérea de la planta, separando las hojas activas, los tallos y las panículas, manteniéndolas en estufa durante 72 horas a una temperatura de 70°C hasta peso constante. Por sumatoria de cada órgano individual, se determinó la masa seca de la parte aérea de la planta (11). La dinámica de crecimiento de estas variables se ajustó a una función matemática exponencial polinómica de segundo grado: $y = e^{(b_0 + b_1x + b_2x^2)}$ y, posteriormente, se calculó la tasa absoluta de creci-

miento (TAC) a partir de la primera, derivada de la función matemática empleada en el ajuste: la expresión $(b_1 + 2b_2x)e^{(b_0 + b_1x + b_2x^2)}$ (12).

Para la determinación del rendimiento agrícola y sus componentes principales, se utilizó el sistema empleado en el cultivo del arroz en un área de 8 m^2 (13, 14). Las medias se compararon mediante T de Student con $p < 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Figura 1A muestra la dinámica de crecimiento de la masa seca de la parte aérea de las plantas en un metro cuadrado, lográndose un buen ajuste a la función matemática escogida, no solamente por los coeficientes de determinación alcanzados, sino también por la distribución de los residuos derivados del ajuste (Figura 1B y C). De forma general, se observa una acumulación de masa seca sostenida hasta las etapas finales de crecimiento, para el caso de las dos variedades, lo que pudiera estar dado por el inicio del ahijamiento activo y crecimiento de varias partes de las plantas, sobre todo en la etapa de paniculación con el llenado de los granos (15).

En las etapas iniciales de crecimiento se observan valores muy similares, pero a partir de los 60 DDG se nota una diferencia más marcada; esto está muy relacionado con las características genéticas de cada variedad, sobre todo en la capacidad de ahijamiento. Resultados similares aparecen en un estudio de crecimiento de variedades realizado en Venezuela (16). Es de destacar que en ambas variedades se muestra una acumulación de masa seca sostenida hasta la cosecha, manteniéndose la variedad INCA LP-5 con mayores valores que la Reforma.

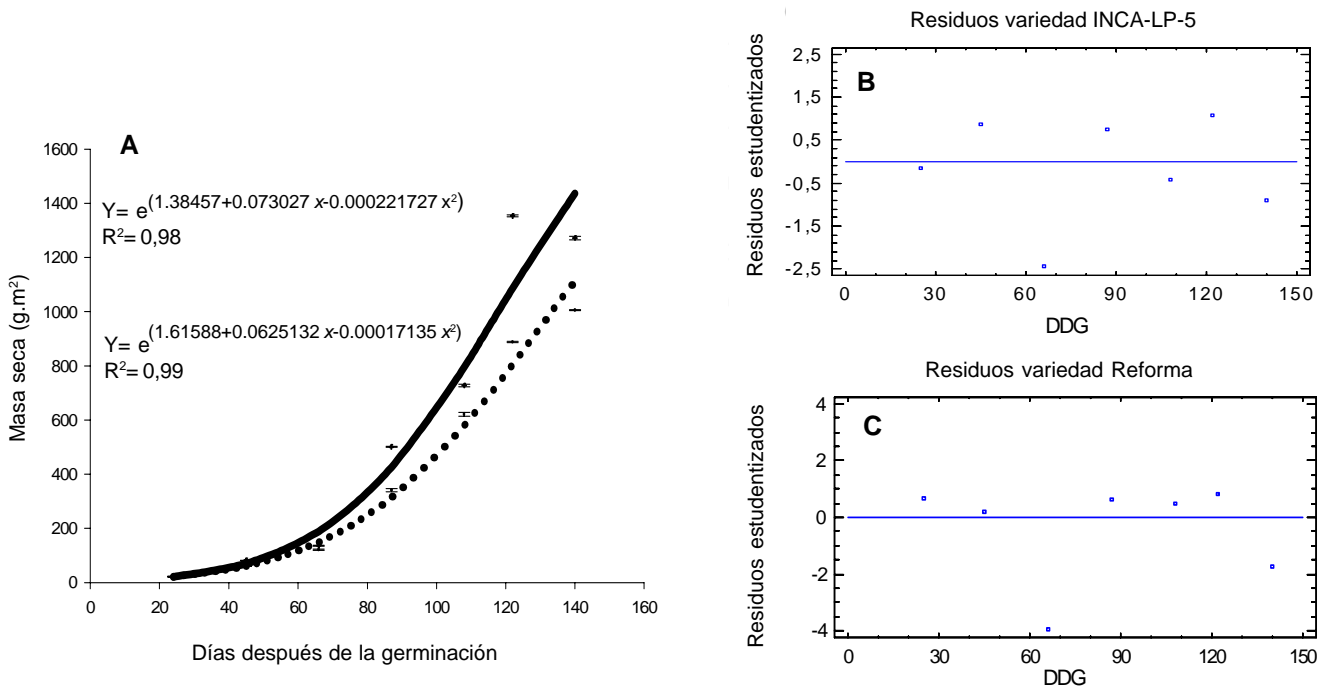


Figura 1. Comportamiento de la masa seca de la parte aérea ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$) de las variedades de ciclo corto INCA LP-5 y Reforma (A). Residuos derivados del ajuste a los modelos matemáticos (B, INCA LP-5 y C, Reforma)

En cuanto a la TAC de la masa seca de la parte aérea (Figura 2), se verificaron diferencias entre variedades en cuanto a la magnitud y precocidad en el crecimiento, evidenciándose la superioridad de la variedad INCA LP-5 y se obtuvieron las curvas típicas para esta variable, sin lograr que las plantas alcanzaran el estadio en que esta mostrara el máximo crecimiento en masa seca (TAC=0). En relación con esto, se puede pensar que exista alguna limitante para el desarrollo de las plantas, que no les permita alcanzar su máximo desarrollo o que el modelo matemático sobrestime el comportamiento teórico de las plantas al enmarcar el momento de máximo crecimiento entre 168 y 187 DDG; además, aun cuando las variedades de ciclo corto se comportan como de ciclo medio en período poco lluvioso (17), las plantas en este ensayo no sobrepasaron los 140 días de desarrollo.

La Tabla I muestra el comportamiento del rendimiento y sus componentes en las variedades en estudio y se puede observar que se presentaron diferencias significativas entre plantas, mostrando superioridad la LP-5 en el peso de 1000 granos, número de panículas por m² y rendimiento, no así con la variable granos llenos por panícula, cuyo mejor comportamiento se aprecia en la variedad Reforma.

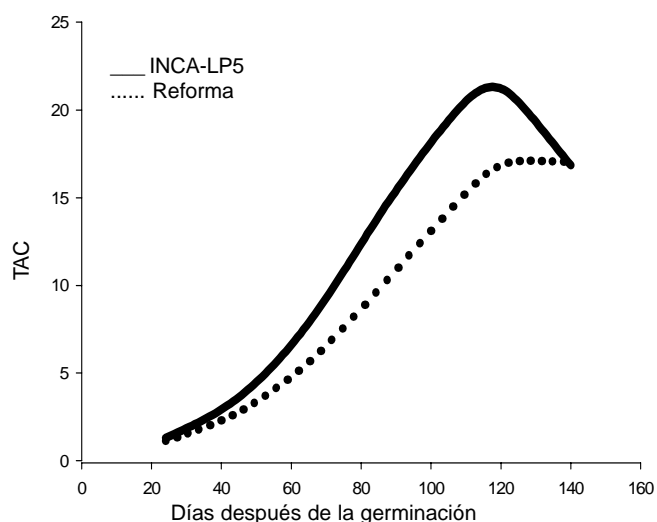
Otros estudios realizados en el cultivo del arroz destacan que la disminución en algunos de los componentes se compensa, en parte, con pequeños incrementos en los valores de otros (18) y resaltan que en la medida que sea mayor el peso de 1000 granos en una variedad, menor será la cantidad de granos llenos por panícula (19);

además, un efecto detrimental en los caracteres de la panícula en cuanto a granos llenos puede ser compensado con un mayor número de panículas por m² (20).

A partir de los resultados del presente ensayo se puede concluir, de manera preliminar, que el mayor rendimiento agrícola está asociado a un crecimiento más precoz y de mayor magnitud, atendiendo a la masa seca de la parte aérea de las plantas por unidad de superficie.

REFERENCIAS

1. Rivero, L. E.; García, J. O.; Páez, Y.; García, Y. y Rodríguez, E. Indicaciones para el manejo de las principales malezas del cultivo del arroz en Cuba. Instituto de Investigaciones del Arroz. Octubre 2001.
2. Polón, R.; Castro, R. I.; Pérez, N.; Cristo, E.; Morejón, R. y Parra, Y. Influencia de la altura de la soca en el rendimiento del arroz (*Oryza sativa*) en una variedad de ciclo corto. *Cultivos Tropicales*, 2003, vol. 24, p. 7-9.
3. García, J. O. y Rivero, L. E. El arroz rojo, estudios y perspectivas de su manejo en la producción arrocería cubana. En: Informe del taller global de control de arroz rojo. 30 de agosto al 3 de septiembre de 1999, Varadero, Cuba. <http://www.fao.org/waicent/FAOINFO/Agricult/AGP/IPM/Weeds/download/Arroz.pdf>. (Consultado Mayo 2002).
4. Ávila, M. J.; Suárez, E.; Peña, L. R.; Obiol, T.; Valera, J.; Suárez, I.; Hernández, R. y Prieto, J. M. Mejoramiento genético del arroz en la región oriental de Cuba en el período 1997-2001. En: Memorias del Segundo Encuentro Internacional de Arroz. 10 al 12 de julio 2002. Palacio de las Convenciones. La Habana .Cuba 2002. p. 52-54.



	TAC máx g.m ² día ⁻¹	T _{TAC máx} días	MSec máx g.m ²	T _{msec máx} días
INCA LP-5	21.1	119	1630	168
Reforma	17.5	129	1537	157

Figura 2. TAC (g.m⁻².día⁻¹) de las variedades de ciclo corto INCA LP-5 y Reforma en función de los DDG

Tabla I. Comportamiento del rendimiento agrícola (t.ha⁻¹) al 14 % de humedad y sus componentes

Tratamientos	Peso de 1000 granos	Granos llenos por panícula	Panículas.m ⁻²	Rendimiento (t.ha ⁻¹)
INCA LP 5	29.5 ± 0.15	75 ± 1.29	344 ± 3.89	5.1 ± 0.07
Reforma	27.3 ± 0.09	93 ± 0.93	306 ± 2.78	4.0 ± 0.05
ESx	0.0912***	0.479***	1.108***	0.075***

Medias de tratamientos con letras distintas difieren significativamente p<0,05

5. Blanco, M. A.; Borroto, J.; Golles, J. L.; Capdesuñer, Y.; Cervantes, A.; Rodríguez, S.; Rivas, M. y Peralta, H. Dinámica del crecimiento y el desarrollo de cuatro variedades de caña de azúcar (*Saccharum* sp). Aspectos fisiológicos y azucareros. *Cultivos Tropicales*, 2003, vol. 24, p. 47-54.
6. Santiveri, M. P. Influencia del hábito de crecimiento sobre el comportamiento agronómico y fisiológico del *Triticale Hexaploide (Xtriticosecale, wittmack)*. Server de Publicaciones 2001. ISBN:84-89727-64-3. p. 54.
7. Maqueira, L. A., Torres, W., Morejón, R. y Ruiz, M. Relación del crecimiento y rendimiento de la variedad INCA LP-5 sometida a los principios básicos del sistema intensivo del cultivo del arroz (SICA). *Cultivos Tropicales*, 2006, vol. 27, p. 43-47.
8. Soroa, M. R.; Soto, F. y Terry, E. Crecimiento de posturas de *Gerbera jamesonii* establecidas con diferentes alternativas nutricionales. *Cultivos Tropicales*, 2007, vol.28, p. 41-49.
9. Cuba. MINAG. Instituto de Suelos. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. La Habana: Agrinfor, 1999, 64 p.
10. Cuba. MINAGRI. Instructivo Técnico del Arroz, 2001, 43 p.
11. Ortega, E. y Rodés, R. Manual de práctica de laboratorio de fisiología vegetal. La Habana: Universidad de La Habana, 1986. p. 147-152.
12. Torres, W. Análisis del crecimiento de las plantas. San José de las Lajas. Noviembre, 1984. 38 p.
13. 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.
14. Díaz, G. S. Tecnología integral para el control del arroz rojo. Informe final de proyecto. 2001, 52 p.
15. Aguilar, P. M. Cultivo del arroz en el sur de España. Sevilla: Letras y Artes Gráficas. 2002, 120 p.
16. Raúl, P. Crecimiento y nutrición del arroz (*Oryza sativa* L.) en Venezuela. *Informaciones Agroquímicas*. INPOFOS, 2003, no. 10, p.1-4.
17. Franco, I. y Ramírez, E. Variación de las fenofases del cultivo del arroz bajo condiciones de aniego en función de la época de siembra. *Revista Cubana del Arroz*, 2000, vol. 2, p. 21-27.
18. Aguilar, M. Cultivo del arroz en el sur de España. Sevilla: Centro de Investigación e Información Agraria. 2001. 189 p.
19. Morejón, R. y Díaz, S. H. Análisis de asociación de caracteres en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.) empleando técnicas multivariadas. *Cultivos Tropicales*, 2005, vol. 26, p. 77-81.
20. Ramírez, E. M.; Alfonso, R. V. y Medina, V. Efecto de dos densidades de siembra en las características morfológicas de la panícula de arroz (*Oryza sativa* L.). *En: Encuentro Internacional de Arroz (1:1998: La Habana)*, 1998. p. 194-195.

Recibido: 3 de octubre de 2008

Aceptado: 3 de abril de 2009



**Otorgado por el Ministerio de Ciencia,
Tecnología y Medio Ambiente
en noviembre del 2007, teniendo en
cuenta la calidad y visibilidad
de la revista "Cultivos Tropicales"**