

CRECIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD DE VARIEDADES DE ARROZ DE DIFERENTES CICLOS EN DOS FECHAS DE SIEMBRA EN LA ÉPOCA DE FRÍO EN LOS PALACIOS, PINAR DEL RÍO

L. A. Maqueira[✉], W. Torres y S. A. Pérez

ABSTRACT. This work was carried out in the areas from *Los Palacios* Rice Research Station of INCA, Pinar del Río, using INCA LP-5 and *Reforma* as short-cycle varieties, besides INCA LP-2 and J-104 as mid-cycle ones, during the dry season of January 2004 and February 2005, on an Ironstone Nodular Gley Hydromorphic soil, with the objective of evaluating the behavior of rice varietal growth and productivity. A direct seeding technology was employed with a pattern of 120 kg.ha⁻¹. Agrotechnical activities followed rice crop technical instructions. A randomized block design with four replications and 25-m² experimental plots was used. Dry matter of the aerial part of plants (g.m⁻²) was determined in a 25-m² frame and samplings were fortnightly performed 25 days after germination until harvest. The absolute growth rate and leaf area index were calculated, besides determining agricultural yields and its main components; all data were processed by means of a single Anova through Duncan's multiple range test (p<0.05). Considering the results, it should be highlighted that agricultural yield was higher in short-cycle varieties than in the mid-cycle ones, with higher leaf area index values in those varieties. Radiation availability during the reproductive phase at the sowing date of February 2005 was a limiting factor for the varieties to reach top dry matter production and so to achieve higher yields. The best results of INCA LP-5 and *Reforma* could be related to varietal genetic characteristics, which are recommended for the breeding programs to search for new more productive cultivars.

RESUMEN. El trabajo se llevó a cabo en áreas de la Estación Experimental del Arroz Los Palacios, Pinar del Río, perteneciente al INCA, con las variedades INCA LP-5 y *Reforma* de ciclo corto e INCA LP-2 y J-104 de ciclo medio, en la época de frío de enero 2004 y febrero 2005, sobre un suelo Hidromórfico Gley Nodular Ferruginoso Petroférrico, con el objetivo de evaluar el comportamiento del crecimiento y la productividad en cultivares de arroz. Se empleó la tecnología de siembra directa con una norma de 120 kg.ha⁻¹. Las actividades fitotécnicas se desarrollaron según lo recomendado por el Instructivo técnico del cultivo del arroz. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con cuatro réplicas y parcelas experimentales de 25 m². Se determinó la masa seca de la parte aérea (g.m⁻²) de las plantas en un marco de 0.25 m² y se realizaron muestreos cada 15 días a partir de los 25 días después de la germinación hasta la cosecha. Se calcularon la Tasa Absoluta de Crecimiento (TAC) y el Índice de Área Foliar (IAF); también se determinó el rendimiento agrícola y sus principales componentes, datos que se procesaron mediante un Anova simple a través de la prueba de rangos múltiples de Duncan (p<0.05). Entre los principales resultados se debe destacar que el rendimiento agrícola fue mayor en las variedades de ciclo corto que en las de ciclo medio, con mayores valores de IAF en estas variedades. La disponibilidad de radiación durante la fase reproductiva en la fecha de siembra de febrero 2005 resultó una limitante para que las variedades pudieran lograr la máxima producción de materia seca y, por ende, lograr mayores rendimientos. Los mejores resultados de INCA LP-5 y *Reforma* pueden estar relacionados con las características genéticas de estas variedades, las que recomendamos para los trabajos de mejoramiento en la búsqueda de nuevos cultivares más productivos.

Key words: *Oryza sativa*, rice, biomass, crop yield, growth

Palabras clave: *Oryza sativa*, arroz, biomasa, rendimiento de cultivos, crecimiento

INTRODUCCIÓN

El arroz es el cereal alimenticio más importante en América Latina y el Caribe, ya que suministra más calorías que los alimentos básicos como el trigo, el maíz, la yuca

y la papa; además, tiene otras virtudes alimenticias, ya que es rico en vitaminas y minerales, bajo contenido en grasa y sales, y está libre de colesterol. En Cuba, su cultivo se ha extendido a casi todas las regiones y cobra cada día mayor importancia, pues constituye una de las principales fuentes de carbohidratos en la alimentación de la población (1, 2, 3). Sin embargo, el rendimiento agrícola en este cultivo es bajo (3.4 t.ha⁻¹), al compararlo con el potencial productivo, que puede llegar a 10 t.ha⁻¹ (4).

L. A. Maqueira y S. A. Pérez, Investigadores de la Estación Experimental del Arroz Los Palacios, Pinar del Río; 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 32700.

✉ lalberto@inca.edu.cu

Para lograr un rendimiento alto en el cultivo, es importante comprender los procesos fisiológicos imperantes, donde el carácter más complejo es la producción de granos o materia seca, que es el resultado del funcionamiento de la planta en el medio donde la semilla ha sido sembrada para desarrollarse. Para comprender mejor la productividad, es necesaria una aproximación integral al funcionamiento de la planta y su población, por lo que resulta importante desarrollar los conocimientos fisiológicos de la planta entera y sus relaciones con otras en las condiciones de cultivo. Este tipo de conocimiento es necesario, tanto para el mejorador como para el agrónomo, pues se trata de comprender mejor la planta en su conjunto y sus relaciones con el medio, para transformar y utilizar al máximo sus potencialidades mediante las técnicas de cultivo (5).

Por todo lo antes expuesto es que se realiza este trabajo, con el objetivo de evaluar el comportamiento del crecimiento y la productividad en cultivares de arroz de diferente ciclo vegetativo en la época de frío (poco lluviosa).

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 (INCA), con las variedades INCA LP-5 y Reforma de ciclo corto e INCA LP-2 y J-104 de ciclo medio, en la época de frío de enero 2004 y febrero 2005; sobre un suelo Hidromórfico Gley Nodular Ferruginoso Petroférrico (6).

Se empleó la tecnología de siembra directa, con una norma de 120 kg.ha⁻¹ de semilla. Las actividades fitotécnicas se desarrollaron según lo recomendado por el Instructivo técnico del cultivo del arroz (4). El diseño experimental fue de bloques al azar con cuatro réplicas y parcelas experimentales de 25 m². En un marco de 0.25 m², se determinaron la superficie foliar (m²) y masa seca de la parte aérea (g.m⁻²) de las plantas. La superficie foliar se estimó a partir del producto del largo y el ancho de la lámina foliar x 0.7 (7), mientras que la masa seca de la parte aérea mediante la sumatoria de cada órgano individual, separando las hojas activas, tallos y panículas, que se

mantuvieron en estufa durante 72 h hasta que la masa fue constante. Los muestreos se realizaron cada 15 días a partir de los 25 días después de la germinación (ddg) hasta la cosecha.

Se estableció la dinámica de crecimiento de la masa seca de la parte aérea y superficie foliar, las que se ajustaron a una función matemática Exponencial Polinómica de Segundo Grado; $y = e^{(b_0 + b_1 + b_2 x^2)}$ posteriormente se calculó la Tasa Absoluta de Crecimiento (TAC) y el Índice de Área Foliar (IAF) (8).

La cosecha se realizó cuando en cada una de las variedades más de 90 % de los granos tenían un color pajizo y humedad del grano de un 20 a 23 %. Para la determinación del rendimiento agrícola y sus principales componentes, se utilizó el sistema que se emplea en el cultivo del arroz en un área de 8 m² (9). Estos datos se procesaron mediante un Anova simple, a través de la prueba de rangos múltiples de Duncan ($p < 0.05$). Los valores de temperatura y radiación solar decenal corresponden a los períodos en que se desarrollaron los estudios y se tomaron de la estación meteorológica Paso Real de San Diego cercana a la estación experimental.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para interpretar y estimar el crecimiento de las variedades estudiadas a partir de las variables fisiológicas evaluadas, se obtuvieron las diferentes expresiones matemáticas que aparecen en la Tabla I. Como se puede apreciar, los coeficientes de regresión oscilaron entre 0.96 y 0.99, logrando un buen ajuste, no tan solo desde el punto de vista biológico sino también desde el punto de vista matemático.

El comportamiento de la temperatura y radiación solar durante el período de desarrollo de las variedades en las dos fechas de siembra se puede apreciar en la Figura 1; en cuanto a la temperatura, se debe plantear que se presentaron valores adecuados para el desarrollo del cultivo (10). Aunque hay que destacar que entre los 30 y 50, y los 65 y 105 ddg fueron mayores los valores en la fecha de siembra de febrero 2005 en aproximadamente 2°C respecto a la de enero 2004.

Tabla I. Funciones empleadas y coeficientes de regresión obtenidos

Variedad	Índice de área foliar	R ²	Masa seca de la parte aérea	R ²
Enero 2004				
INCA LP-5	$y = e^{(-1.91284 + 0.0705081x - 0.000371113x)}$	0,97	$y = e^{(0.637065 + 0.098049x - 0.000362757x)}$	0,98
Reforma	$y = e^{(-2.16403 + 0.0714824x - 0.000372881x)}$	0,98	$y = e^{(1.38573 + 0.0761154x - 0.000241562x)}$	0,98
INCA LP-2	$y = e^{(-4.03267 + 0.0966852x - 0.000465506x)}$	0,97	$y = e^{(-0.549079 + 0.116496x - 0.000452308x)}$	0,99
J-104	$y = e^{(-3.6930 + 0.0924314x - 0.000450445x)}$	0,98	$y = e^{(0.543936 + 0.0883436x - 0.000307141x)}$	0,98
Febrero 2005				
INCA LP-5	$y = e^{(-3.91636 + 0.113198x - 0.000594424x)}$	0,98	$y = e^{(1.39675 + 0.078955x - 0.000276481x)}$	0,99
Reforma	$y = e^{(-4.11483 + 0.10578x - 0.000519162x)}$	0,97	$y = e^{(1.55062 + 0.0666329x - 0.000198034x)}$	0,98
INCA LP-2	$y = e^{(-3.87993 + 0.0843432x - 0.000378153x)}$	0,98	$y = e^{(0.912498 + 0.0768581x - 0.000243813x)}$	0,99
J-104	$y = e^{(-3.98677 + 0.0893009x - 0.00041886x)}$	0,96	$y = e^{(1.41452 + 0.0624906x - 0.000178665x)}$	0,99

También cabe resaltar que las plantas sembradas en febrero 2005 recibieron una mayor radiación solar en los primeros 90 ddg que las de enero 2004.

El comportamiento máximo del IAF alcanzado por las variedades de ambos ciclos resultó diferente en las dos fechas de siembra (Figura 2). Los mejores resultados de enero 2004 se obtuvieron con las variedades de ciclo corto, INCA LP-5 y Reforma, con valores de 4,2 y 3,5 a los 95 y 96 días después de la germinación, respectivamente. Las variedades de ciclo medio, INCA LP-2 y J-104, obtuvieron un comportamiento muy similar entre ellas (2,68 y 2,85) a los 104 y 103 días después de la germinación.

En la siembra de febrero 2005, los valores alcanzados por las variedades INCA LP-5 y Reforma fueron de 4,4 y 3,6 a los 95 y 102 días respectivamente; en las de ciclo medio, se reportaron 2,28 y 3,24 a los 111 y 112 días respectivamente. En ambas fechas de siembra, las variedades de ciclo corto alcanzaron mayores valores de esta variable que las de ciclo medio y no se aprecian grandes diferencias en el momento de alcanzarlos.

También se ha obtenido un mejor comportamiento de este índice en las variedades de ciclo corto respecto a las de ciclo medio (11, 12), reportándose valores de 7 y 8

al estudiar la influencia de la altura de la soca; hay que destacar que estos resultados son muy superiores a los encontrados en este trabajo. La literatura es bastante contradictoria en los valores óptimos de IAF, aunque, de manera general, se considera que los superiores a 4 son bastante adecuados para alcanzar buenos rendimientos (5); es bueno resaltar que, para el caso de la variedad INCA LP-5, se logran estos resultados en ambas fechas de siembra.

La Figura 3 muestra la dinámica de crecimiento de la masa seca de las plantas.m². En ambas fechas de siembra, se puede apreciar que aproximadamente hasta los 80 días se obtiene un comportamiento muy similar en las variedades estudiadas y, posteriormente, se nota una diferencia más marcada, la cual está muy relacionada con el inicio de ahijamiento y el desarrollo de los diferentes órganos de la planta, sobre todo en la fase reproductiva, aspecto que se ha evidenciado en trabajos anteriores (13).

Para el caso de estas variedades en la fecha de siembra de febrero 2005, se observa una acumulación de masa seca sostenida hasta las etapas finales de crecimiento y un comportamiento similar con la variedad Reforma sembrada en enero del 2004.

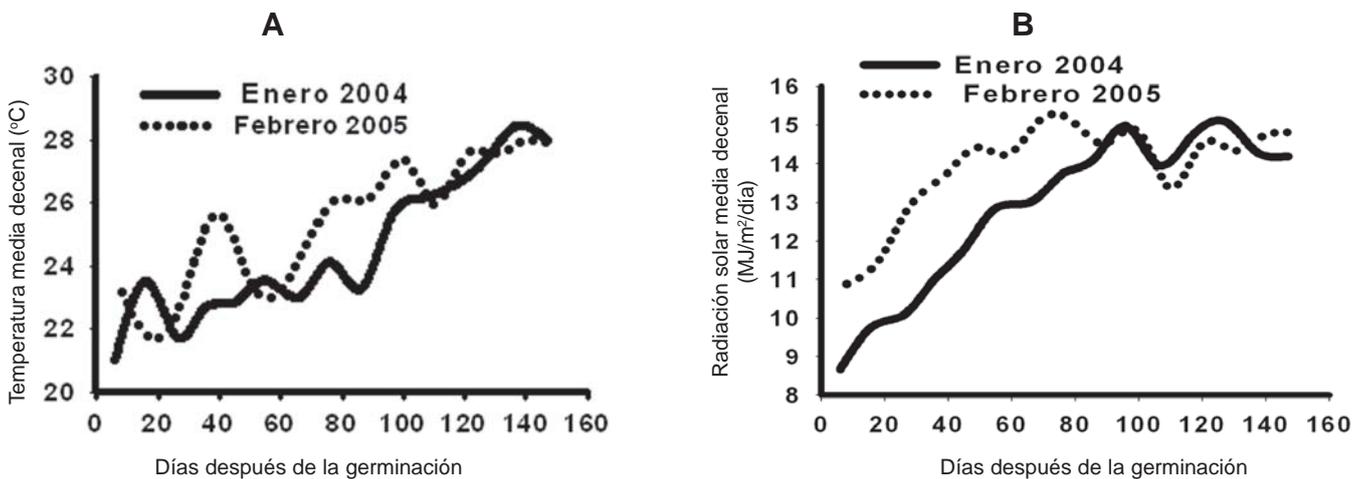


Figura 1. Registro de la temperatura (A) y radiación solar (B) en las dos fechas de siembra

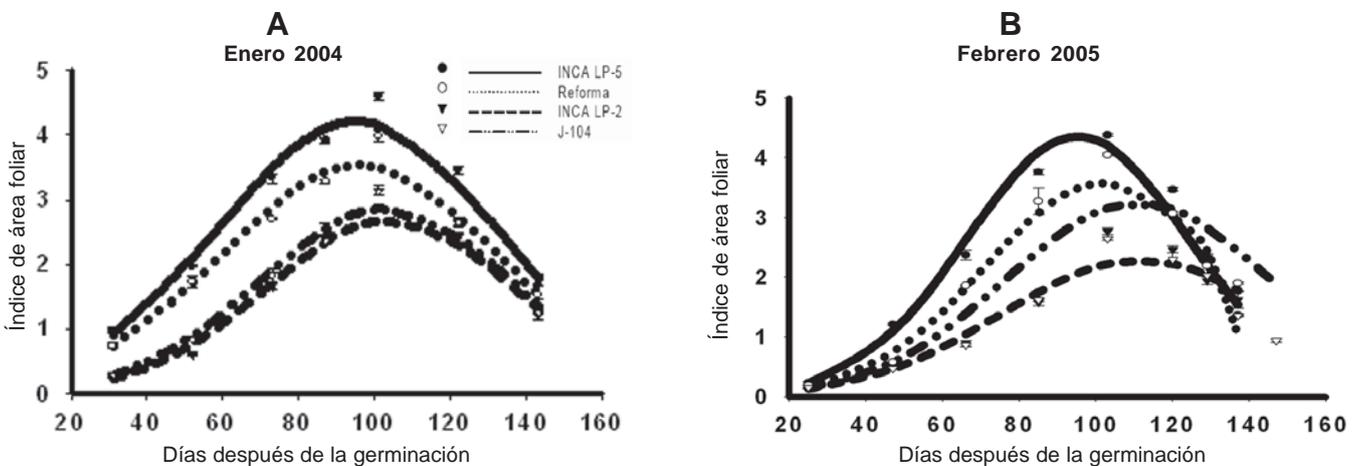


Figura 2. Comportamiento del IAF de variedades de arroz en dos fechas de siembra

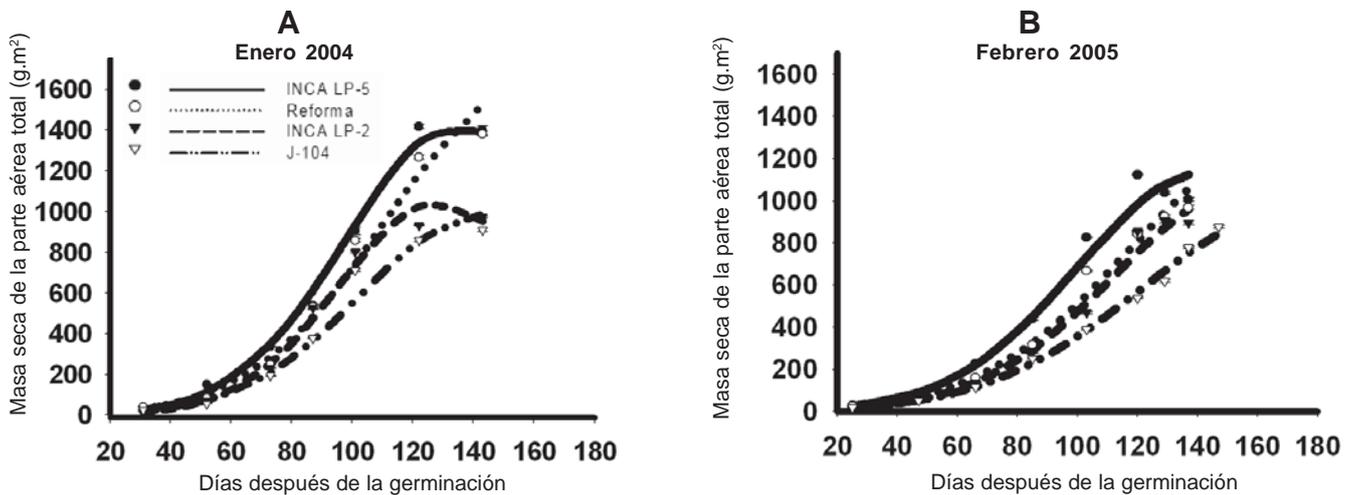


Figura 3. Comportamiento de la masa seca en la parte aérea de variedades de arroz en dos fechas de siembra

Esto puede estar dado por un aumento de la masa seca en la planta, sobre todo en la espiga con el llenado de los granos; resultados similares se destacan en estudios anteriores (14). En ambas fechas, las variedades de ciclo corto presentan una mayor producción de masa seca que las de ciclo medio, mostrando en este sentido una tendencia similar a la obtenida en el IAF.

La máxima TAC de la masa seca de los cultivares estudiados en las dos fechas de siembra se aprecia en la Tabla II, donde se evidencian las diferencias entre variedades, siendo INCA LP-5 e INCA LP-2 las que mostraron un crecimiento más precoz en ambas fechas de siembra, alcanzando la máxima velocidad de crecimiento a los 98 y 95 ddg para cada una de las variedades respectivamente en enero del 2004. En febrero del 2005, estos cultivares alcanzaron su máxima velocidad de crecimiento a los 100 y 112 ddg. Se puede constatar, además, un retardo en el crecimiento de la variedad Reforma, la que alcanza su máxima velocidad de crecimiento a los 112 y 118 ddg para las fechas de siembra de enero 2004 y febrero 2005 respectivamente.

Resulta importante destacar cómo en la fecha de siembra de febrero 2005 las variedades no lograron alcanzar el momento en el cual se obtiene el máximo valor de masa seca, puesto que, como se destaca anteriormente, se observa una acumulación de masa seca sostenida hasta el momento en que se efectuó la cosecha (Figura 3) y, según la estimación del modelo matemático, estos se alcanzarían en una fecha posterior a la que se cosecharon (Tabla II).

Un comportamiento similar se apreció con la variedad Reforma en la fecha de enero 2004 y ya se han encontrado resultados muy similares en el comportamiento de este cultivar en otra fecha de siembra (14). Todo esto hace pensar que existió alguna limitante para el desarrollo de las plantas y pudiera estar relacionada con la radiación solar, que después de los 100 ddg, momento en el cual se logran los mayores valores de IAF (Figura 1), son menores los valores de esta variable climatológica en febrero 2005 respecto a los de enero 2004.

En cuanto a la variedad Reforma, pudiera pensarse que resultaría necesaria una mayor radiación solar para que pueda lograr una mayor producción de biomasa, sobre todo porque es una variedad introducida en el país que ha sido mejorada en otras condiciones. Rendimientos altos (superiores a 10 t.ha^{-1}) unidos a una alta producción de masa seca han sido relacionados con la radiación solar en Yanco (Australia) y Delta del Nilo (Egipto), donde se reportan valores de 23 y $26 \text{ Mj.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$. En estudios realizados en Yunan, China, también se relacionan los rendimientos altos, un extenso ciclo del cultivo y una elevada tasa de crecimiento con la radiación solar, aunque en este caso los valores son relativamente bajos ($17 \text{ Mj.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$) al ser comparados con las regiones anteriores (15).

También en Entre Ríos, Argentina, se logran resultados similares con valores de radiación solar de hasta $20 \text{ Mj.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ y se destaca que un ciclo de 150 días de emergencia a madurez parece ser un factor necesario, pero no suficiente para alcanzar los mejores rendimientos (16).

La Tabla III muestra el comportamiento del rendimiento y sus componentes de las variedades objeto de estudio en las fechas de siembras establecidas. Se puede observar que existen diferencias significativas entre las variedades. La INCA LP-5 muestra superioridad en cuanto al peso de 1000 granos, panículas. m^{-2} y rendimiento en las dos fechas de siembras estudiadas, sin diferencias significativas con la J-104 en cuanto a panículas. m^{-2} y, para el caso de febrero 2005, no difiere en cuanto al rendimiento de la variedad Reforma, que muestra la mayor cantidad de granos llenos por panícula y menor cantidad de panículas. m^{-2} . Cabe destacar que no existen diferencias significativas en cuanto al rendimiento agrícola entre INCA LP-2 y J-104 en ninguna de las fechas de siembra.

En muchos estudios sobre el rendimiento en el cultivo del arroz, se destaca que la disminución de algunos de los componentes es compensada con el aumento de los valores de otros (17, 18); esto se reafirma con el comportamiento de INCA LP-5, que muestra los mayores valores del peso de mil granos; sin embargo, no logra los mejores resultados en cuanto a granos llenos por panícula.

Tabla II. Valores de la máxima masa seca y tasa absoluta de crecimiento y momentos en los que se alcanzaron estos valores de cuatro variedades en dos fechas de siembra

Variedades	Ciclo (días)	T _{TAC MAX} (días)	TAC max (g.m ⁻² .día ⁻¹)	T M.S. máx. (días)	Masa seca máx (g.m ⁻²)	Ciclo (días)	T _{TAC MAX} (días)	TAC max. (g.m ⁻² .día ⁻¹)	T M.S. máx. (días)	Masa seca máx (g.m ⁻²)
Enero 2004						Febrero 2005				
INCA LP-5	143	98	23,29	135	1426	139	100	16,17	143	1134
Reforma	138	112	21,41	158	1606	135	118	15,47	168	1281
INCA LP-2	145	95	19,07	129	1045	144	112	14,25	173	1064
J-104	149	103	14,98	144	989	147	122	11,14	175	971,4

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

Variedades	Peso de 1000 g	Granos llenos por panícula	Panícula.m ⁻²	Rendimiento (t.ha ⁻¹)	Peso de 1000 g	Granos llenos por panícula	Panícula.m ⁻²	Rendimiento (t.ha ⁻¹)
Enero 2004				Febrero 2005				
INCA LP 5	29.28 a	78 b	406 a	5.9 a	30,03 a	67 c	362 a	5,3 a
Reforma	28.75 b	89 a	353 c	5.5 b	26,98 d	84 a	315 b	5,2 a
INCA LP 2	28.23 c	83 b	392 b	5.0 c	28,23 c	87 a	334 ab	4,8 b
J-104	28.40 c	74 c	404 a	5.1 c	29,28 b	78 b	352 a	4,7 b
ESx	0.1132	2.1913	3.2977	0.1029	0,300347	2,12224	6,17164	0,08525
cv	1.5803	11.07	7.6470	7.6470	4,19699	10,754	7,96376	6,8118

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

También se ha reportado que una disminución de las panículas.m⁻² puede ocasionar una mayor cantidad de granos llenos por panícula (18), resultados que se evidencian con mayor claridad en el comportamiento de la variedad Reforma.

A modo de conclusión, cabe destacar que el rendimiento agrícola fue mayor en las variedades de ciclo corto que en las de ciclo medio. Este comportamiento se puede atribuir a los mayores valores de IAF alcanzados en estas variedades. La disponibilidad de radiación en la fase reproductiva en la fecha de siembra de febrero 2005 resultó una limitante, para que las variedades pudieran lograr la máxima producción de materia seca y, por ende, lograr mayores rendimientos. Los mejores resultados logrados con INCA LP-5 y Reforma pueden estar relacionados con las características genéticas de estas variedades, que se recomiendan para los trabajos de mejoramiento en la búsqueda de nuevos cultivares más productivos.

REFERENCIAS

- Pérez, N.; González, M. C.; Castro, R. I.; Cárdenas, R. M.; Díaz, S. H. y Cristo, E. INCA LP-11 e INCA LP-5: Nuevas variedades de arroz para las condiciones de Cuba. *Cultivos Tropicales*, 2007, vol. 28, p. 67.
- Cristo, E.; González, M. C.; Cárdenas, R. M. y Cabrera, A. Comportamiento de nuevos genotipos de arroz (*Oryza sativa* L.) obtenidos mediante cultivo de anteras para condiciones de bajo suministro de agua. *Cultivos Tropicales*, 2006, vol. 27, p. 57-62.
- Díaz, S. H.; Morejón, R.; Castro, R. y Pérez, N. Evaluación en condiciones controladas de genotipos de arroz (*Oryza sativa* L.) en fase de plántulas seleccionados para tolerancia a bajas temperaturas. *Cultivos Tropicales*, 2006, p. 65-69.
- Cuba. MINAGRI. Instructivos técnicos del arroz, 2001, 43 p.
- López-Bellido, L. Cultivos herbáceos. Vol. 1 Cereales. Ediciones Mundi. 1991, p. 422-491.
- Hernández, A. y Ascanio, M. O. La historia de la clasificación de los suelos en Cuba. La Habana: Editorial Félix Varela, 2006. 98 p. ISBN 959-07-0145.
- Ortega, E. y Rodés, R. Manual de práctica de laboratorio de Fisiología Vegetal. La Habana: Universidad de La Habana, 1986. p. 147-152.
- Torres, W. Análisis del crecimiento de las plantas. San José de las Lajas. 1984, 38 p.
- Maqueira, L. A.; Torres, W.; Díaz, G. y Torres, K. Efecto del sistema intensivo del cultivo arrocero (SICA) sobre algunas variables del crecimiento y el rendimiento en una variedad de ciclo corto. *Cultivos Tropicales*, 2007, vol. 28, p. 59-61.
- Yoshida, Y. Fundamentals of rice crop science. International Rice Research Institute. Los Baños, Philippines. 1981.
- Polón, R.; Castro, I.; Pérez, N.; Cristo, E.; Morejón, R. y Parra, Y. Influencia de la altura de la soca en el rendimiento del arroz (*Oryza sativa* L.) en una variedad de ciclo corto. *Cultivos Tropicales*, 2003, vol. 24, p. 55-57.
- Polón, R.; Castro, I.; Pérez, N.; Morejón, R.; Ramírez, M. A.; Miranda, A.; Rodríguez, A. Influencia de la altura de la soca en el rendimiento del arroz (*Oryza sativa* L.) en una variedad de ciclo medio (J-104). *Cultivos Tropicales*, 2006, vol. 27, p. 53-55.
- Maqueira, L. A.; Torres, W.; Morejón, R.; 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. 59-61.
- Maqueira, L. A.; Torres, W.; Miranda, A. Comportamiento del crecimiento y rendimiento de las variedades de arroz INCA LP-5 y Reforma en época poco lluviosa. En: XII Jornada Científica INIFAT. (1 al 3 de abril, 2009, La Habana, ISBN 978-959-282-086-9).

15. Katsura, K.; Maeda, S.; Lubis, I.; Oiré, T.; Cao, W.; Shiraiwa, T. The high yield of irrigated rice in Yunnan, China: A cross-location analysis. *Field Crops Research*, 2008, vol. 107, p. 1-11.
16. Quintero, C. E. Factores limitantes para el crecimiento y productividad del arroz en Entre Ríos, Argentina: tesis doctoral. 1ª ed. Paraná: Fundagro-Fundación para el Desarrollo Agropecuario, 2009. 180 p.
17. 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.
18. Morejón, R. y Díaz, S. Análisis de asociación de caracteres en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.) empleando técnicas multivariadas. *Cultivos Tropicales*, 2005, vol. 26, p. 77-81.

Recibido: 26 de mayo de 2009

Aceptado: 8 de octubre de 2010

CIENCIA E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA



Mejoramiento genético

Mejoramiento genético (vías clásica y biotecnológica),
Fitomejoramiento participativo, Mecanismos biológicos
de la tolerancia a estrés, liberación de variedades
(papa, arroz, tomate, soja, calabaza, habichuela, ...)
y de otros cultivos alimenticios, aromáticos o condimentosos
y medicinales, ornamentales y flores
Sistemas de producción de semillas y propágulos CERTIFICADOS



Biofertilizantes

Manejo de la simbiosis micorrízica efectiva en agroecosistemas,
rizobacterias fijadoras de nitrógeno y estimuladoras del crecimiento vegetal
(en leguminosas, poáceas, ...),
Desarrollo de nuevos productos biofertilizantes
y alternativas nutricionales ante la fertilización química
(abonos orgánicos, compost, humus de lombriz, abonos verdes, ...),
Análisis de suelos, plantas y aguas,
Programas de mejora de suelos erodados, salinizados y conservación de suelos;
Aplicación de técnicas de teledetección para la elaboración de mapas de suelos
y para la planificación del uso y manejo del suelo y del agroecosistema, de la cuenca hidrográfica, ...



Productos bioactivos

Productos bioactivos de origen natural
que aumentan la productividad y la resistencia
de los cultivos a los factores ambientales negativos,
bióticos y abióticos, en los cultivos y la eficiencia y sustitución
de hormonas y otros productos de importación en la producción
biotecnológica (multiplicación acelerada de plantas *in vitro*)



Sistemas agrícolas locales y de grandes extensiones, sostenibles y ecológicamente viables

Técnicas culturales para disminuir el efecto del estrés;
Zonificación agroecológica de los cultivos;
Agricultura urbana, periurbana y local; Planificación del desarrollo rural,
fundamentalmente local, incluyendo el desarrollo de Fincas Integrales;
Fortalecimiento de los sistemas de innovación agrarios locales, urbanos y rurales

