

# RELACIÓN DEL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE LA VARIEDAD INCA LP-5 SOMETIDA A LOS PRINCIPIOS BÁSICOS DEL SISTEMA INTENSIVO DEL CULTIVO DEL ARROZ (SICA)

L. A. Maqueira<sup>✉</sup>, W. Torres, R. Morejón y M. Ruiz

**ABSTRACT.** This research study was conducted at “Los Palacios” Rice Research Station, Pinar del Río, where the variety INCA LP-5 was planted on a Ferruginous Nodular Gley Hydromorphic soil in May, 2003, with the aim of analyzing its growth and yield, following the basic principles of the Intensive Rice Cultivation System (SICA) under two different soil fertility conditions. A randomized block design with two treatments and four replicates was used, at a plant spacing of 0.30 x 0.30 m, by placing a single plant per site 13 days after rice germination. Growth variables were evaluated 50 days after transplanting and seven samplings were performed at different intervals of 50 to 113. Results indicate that the variables studied affected crop yield under these conditions, the most associated one being leaf area length (DAF) and the Maximum Growth Rate Point of Dry Weight (PMVC); therefore, a deeper study is recommended to attain more information to improve this variety management with such a new production approach in those areas devoted to obtain seed and popularization.

**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 INCA LP-5 en mayo del 2003, sobre un suelo Hidromórfico Gley Nodular Ferruginoso, con el objetivo de analizar el crecimiento y el rendimiento de esta variedad, sometida a principios básicos del Sistema Intensivo para el Cultivo del Arroz (SICA) en dos condiciones diferentes de fertilidad de suelo. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con dos tratamientos y cuatro réplicas, utilizando una distancia de plantación de 0.30 x 0.30 m, depositando una planta por sitio a los 13 días después de germinado el arroz. Se evaluaron variables del crecimiento a los 50 días de haber transplantado el cultivo, realizando siete muestreos con intervalos variables entre los 50 y 113. Los resultados de este trabajo indican que las variables estudiadas influyeron en los rendimientos del cultivo en estas condiciones, determinando que las más asociadas a este son la Duración del Área Foliar (DAF) y el Punto de Máxima Velocidad de Crecimiento de la Masa Seca (PMVC), por lo que se recomienda seguir profundizando en este tipo de estudio, con el fin de obtener nuevos conocimientos que permitan mejorar el manejo de la variedad al utilizar esta nueva forma de producción, en áreas dedicadas a la obtención de semillas y de la popularización.

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

*Palabras clave:* Oryza sativa, arroz, crecimiento, rendimiento

## INTRODUCCIÓN

Por tradición y hábitos alimentarios, Cuba figura entre las naciones de alto consumo de arroz (1, 2) con cifras aproximadas de 670 000 t de arroz al año (3). La producción arroceras del país la conforma un sector especializado, constituido por empresas estatales que producen más de 127 000 t de arroz, en 104 860 ha, distribuidas en ocho zonas arroceras en igual número de provincias (4), y un sector de producción popular, integrado por 180 000 productores, los que en la actualidad cubren la tercera parte del consumo nacional (3).

En los últimos 30 años se ha mejorado la productividad de este cultivo con el desarrollo de nuevas variedades de mejores rendimientos y el empleo de nuevas tecnologías de explotación agrícola (5), destacándose el Sistema Intensivo del Cultivo del Arroz (SICA), que es una nueva tecnología para el arroz de transplante, desarrollada en Madagascar, y que se encuentra en fase de introducción en más de 20 países de Asia, África y América Latina, basada en la utilización de menos agua en el período de crecimiento, una mayor distancia entre las plantas y solo se utiliza una postura por nido, con plántulas de un desarrollo no mayor de 20 días después de la germinación, estando el tiempo óptimo entre 8 y 13 días.

En Cuba, debido a resultados preliminares con la aplicación de este sistema de producción, se han obtenido plantas con buen desarrollo vegetativo, lográndose rendimientos de hasta 13 y 14 t.ha<sup>-1</sup> (6), empleando variedades de alto potencial de rendimiento entre las que se

L. A. Maqueira y Ms.C. M Ruiz, Investigadores; Ms.C. R. Morejón, 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, Gaveta Postal 1, San José de las Lajas, La Habana, Cuba, CP 32 700.

✉ lalberto@inca.edu.cu

destaca la variedad INCA LP-5, obtenida en la Estación Experimental del Arroz "Los Palacios", Pinar del Río, la cual es una de las que ha tenido mayor aceptación entre los productores de arroz. Dado su buen comportamiento y elevado rendimiento, se han logrado obtener hasta  $7 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , en condiciones de producción, en la Empresa Mixta Cuba-Taichí de esta provincia (7). Sin embargo, muy poco se conoce sobre el comportamiento del crecimiento de esta variedad, al ser sometida a los principios básicos del SICA y los cambios que este sufre bajo diferentes factores externos, teniendo presente que el estudio del crecimiento de las variedades de arroz resulta importante para comprender la dinámica de los procesos fisiológicos, a la vez que proporciona información sobre la respuesta de ellas a las condiciones edafoclimáticas de un agroecosistema en cuestión. Es por estas razones que se llevó a cabo este trabajo, con el objetivo de realizar el Análisis del Crecimiento y el rendimiento de la variedad INCA LP-5, sometida a principios básicos del SICA, en dos condiciones de fertilización diferentes.

## 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 de primavera del 2003, en un suelo Hidromórfico Gley Nodular Ferruginoso (8).

La fitotecnia del cultivo se desarrolló tomando los principios recomendados por el SICA, dentro de ellos: se aplicaron  $10 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  de estiércol vacuno en la preparación de suelo; el trasplante 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 cinco 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.

En función de variar de forma contrastante las condiciones de fertilidad del suelo, se aplicaron dos tratamientos de fertilización: uno,  $80 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de nitrógeno, fraccionado en dos momentos (punto de algodón a los 54 días después del trasplante, aplicando el 56 % del total y 10 días después, con el 44 %), aplicando también fósforo y potasio en el momento del punto de algodón ( $17 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de cada uno), se utilizó Urea, Superfosfato Triple y Cloruro de Potasio como portadores, buscando suministrarle a la planta el mínimo del nitrógeno recomendado en las Normas Técnicas (T1); otro, sin fertilización química alguna (T2).

El diseño experimental empleado fue el de Bloques al Azar, con cuatro réplicas y las parcelas experimentales contaban con un área de  $25 \text{ m}^2$  y un total de 11 plantas por  $\text{m}^2$ .

Se determinaron la masa seca (g) y superficie foliar ( $\text{m}^2$ ) en 20 plantas representativas de cada tratamiento, a partir de los 50 días después del trasplante (ddt), coincidiendo

con la fase de máximo ahijamiento, y se realizaron siete muestreos, con intervalos variables, hasta los 113 días, cuando ya el grano había alcanzado la madurez fisiológica.

En cada muestreo se retiró la parte aérea de la planta, separando las hojas activas, tallos y panículas, manteniéndolas en estufa durante 72 horas a una temperatura de  $70^\circ\text{C}$  hasta peso constante; por la sumatoria de cada órgano individual, se determinó la masa seca de la parte aérea por planta. La superficie foliar se estimó a través del producto del ancho y del largo de las hojas activas, por 0.7 (9). La dinámica de crecimiento de estas variables se ajustó a una función matemática (Polinomio de Segundo Grado,  $y=b_0+b_1x+b_2x^2$  y Exponencial Polinómica de Segundo Grado,  $y=e^{(b_0+b_1x+b_2x^2)}$ , para la superficie foliar y la masa seca, respectivamente) por medio de un análisis de regresión (10) y posteriormente se calculó la Tasa Absoluta de Crecimiento (TAC) y la Duración del Área Foliar (DAF).

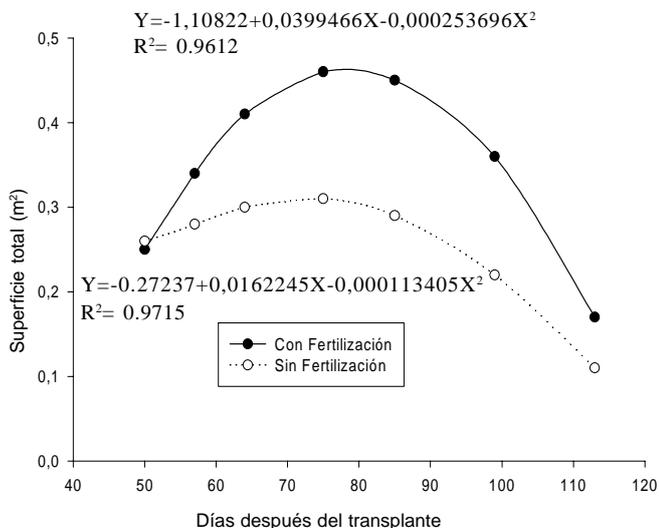
Para conocer el grado de interrelación entre los tratamientos y las variables, se realizó un análisis de la representación de un Biplot y los autovectores para conocer la variabilidad y las correlaciones con las variables originales.

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  $8 \text{ m}^2$  (11, 12). Estos datos se procesaron mediante T de Student con  $p<0.05$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

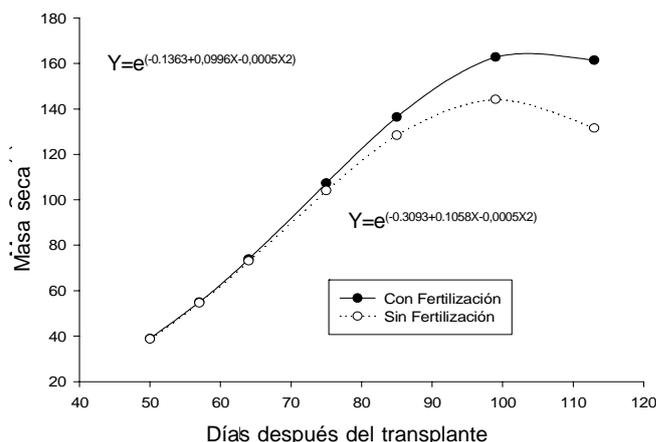
La Figura 1 muestra la dinámica de crecimiento de la superficie foliar por planta, destacándose que en el tratamiento donde las plantas recibieron fertilización química, estas alcanzaron a los 79 días el valor máximo de  $0.46 \text{ m}^2$  y las plantas no fertilizadas lo alcanzaron a los 72 días, con un valor de  $0.31 \text{ m}^2$ , lo que representa el 65 % de lo logrado en el anterior y un adelanto de esta fase fisiológica de siete días. El momento de obtener la máxima superficie foliar (79 y 72 ddt) coincidió con la fase de floración, donde se logró además el mayor número de hojas activas por planta, aspecto que corrobora otros planteamientos (13, 14). Se aprecia, además, que la diferencia entre tratamientos se presenta desde los primeros días después del trasplante, permitiendo que las plantas del tratamiento fertilizado presenten una mayor superficie fotosintética, lo que está dado por la mayor disponibilidad de nutrientes en este tratamiento debido a la fertilización aplicada (15). No obstante lo anterior, la diferencia entre tratamientos en el momento de lograr la máxima superficie foliar no resultó considerable. Otro aspecto importante a destacar es la duración del área foliar, donde se alcanzó un mayor valor de esta variable en el tratamiento fertilizado que sin fertilizar, con valores de 24 y 16  $\text{m}^2$  día respectivamente, lo que está asociado a una mayor superficie foliar, lográndose una mayor persistencia de

las hojas durante el ciclo del cultivo para el caso del tratamiento fertilizado y esto pudiera influir en un mayor rendimiento en grano en estas condiciones de cultivo.



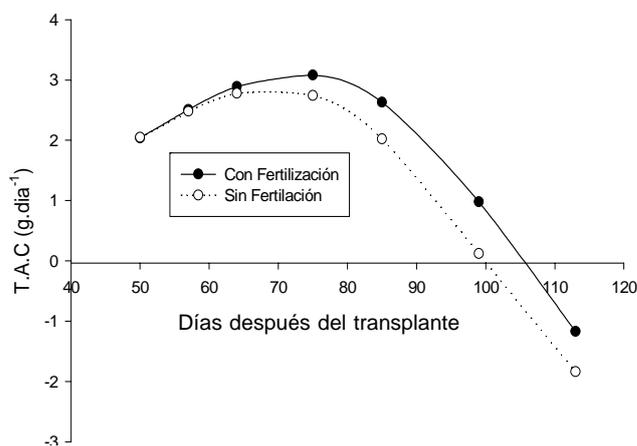
**Figura 1. Dinámica de la superficie foliar por planta (m<sup>2</sup>) de arroz, bajo dos tratamientos de fertilización, en función de los días después del transplante**

La dinámica de la acumulación de materia seca de la parte aérea de las plantas se presenta en la Figura 2, curvas que semejan en gran medida a la sigmoide del crecimiento, donde de forma general se puede observar una acumulación de masa seca sostenida desde los 50 ddt hasta aproximadamente los 100 ddt, con valores máximos de 166 y 144 g.planta<sup>-1</sup> en los tratamientos 1 y 2 respectivamente; esto está influido por el inicio del ahijamiento activo y el crecimiento de varias partes de la planta, sobre todo en la etapa de paniculación con el llenado de los granos, a partir del cual esta comienza a disminuir. Resultados similares se señalan en un estudio de crecimiento de variedades de arroz en Venezuela (16), donde en los últimos estadios del desarrollo de la planta se registran los mayores valores de esta variable, con magnitudes entre 240.69 y 1 250 g.m<sup>-2</sup>, aunque inferiores a los alcanzados en el presente trabajo, aspecto que puede estar dado por las características que desde el punto de vista genético presenta la variedad y la puesta en práctica de principios básicos del SICA, ya que en China estudios en los que se evaluó el comportamiento de algunas variedades de alto potencial de rendimiento, aplicando esta nueva forma de producción, se obtuvieron valores entre 42 y 270 g.planta<sup>-1</sup> en el estado de floración y maduración, siendo estos similares e incluso hasta superiores, atribuyendo este resultado en el crecimiento de las plantas a este sistema productivo, más aún cuando se aplica algún tipo de fertilización (17).



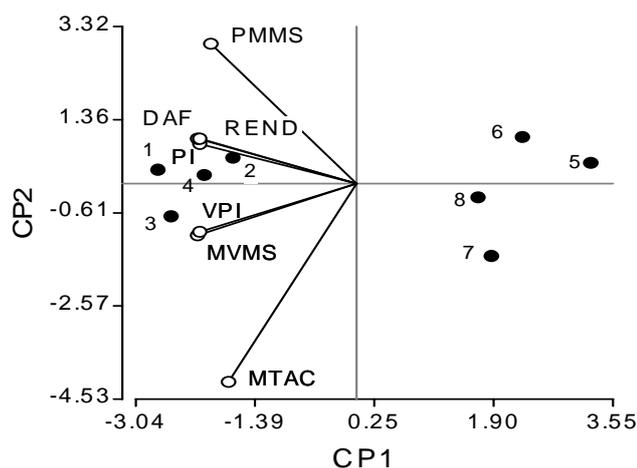
**Figura 2. Dinámica de la materia seca de la parte aérea por planta (g) de arroz, bajo dos tratamientos de fertilización, en función de los días después del transplante**

De la estimación de los índices del análisis del crecimiento se obtuvo, que para el caso de la tasa absoluta de crecimiento de la masa seca de la parte aérea (Figura 3), existió un incremento hasta los 73 y 68 ddt, para los tratamientos con y sin fertilización, respectivamente, decreciendo posteriormente hasta la fase de cosecha. Esto indica que no hubo grandes diferencias en el tiempo de acumulación de masa seca; sin embargo, los valores de la máxima velocidad de crecimiento para esta variable mostraron diferencias importantes, con valores de 3.09 y 2.85 g.día<sup>-1</sup>, para los tratamientos con y sin fertilización, respectivamente. Durante todo el tiempo sin fertilización fue menor que con fertilización.



**Figura 3. Tasa absoluta de crecimiento de la acumulación de masa seca de la parte aérea (g.día<sup>-1</sup>) de plantas de arroz, bajo dos tratamientos de fertilización, en función de los días después del transplante**

En la Figura 4 se puede apreciar la proyección existente sobre el primer eje de cada una de las variables, lo que nos indica que a medida que aumenta el valor de estas aumenta el rendimiento. Esta figura también nos proporciona el grado de asociación entre las variables, donde de acuerdo a la separación angular, las más asociadas al rendimiento son la duración del área foliar y el Punto de Máxima Velocidad de Crecimiento (PMVC) o Punto de Inflexión (PI). Al respecto estudios realizados en la región de Chicocus en Japón, con variedades de alto potencial de rendimiento demostraron que estas se caracterizaron por una mayor duración del crecimiento (18).



**Figura 4. Distribución de las variables originales sobre el primer y segundo componentes**

Al analizar el rendimiento agrícola y sus componentes (Tabla I), se apreció una respuesta significativa con la fertilización de las plantas, donde el mejor comportamiento se registró en todos los indicadores anteriormente analizados y donde se encontraron la mayor cantidad de panículas por m<sup>2</sup>, lográndose con el tratamiento 2 solo el 56 % de estas con respecto al otro tratamiento; también fue menor el número de granos llenos por panícula. Resultados similares en este sentido fueron encontrados previamente (15, 17, 19, 20).

**Tabla I. Comportamiento del rendimiento agrícola (t.ha<sup>-1</sup>) al 14 % de humedad y sus componentes**

Tratamientos	Peso de 1 000 granos	Granos llenos por panícula	Panículas. m <sup>2</sup>	Rendimiento (t.ha <sup>-1</sup> )
Con fertilización	28.8	137.0 a	315.0 a	6.0 a
Sin fertilización	28.3	109.0 b	178.0 b	3.2 b
ESx	0.18 NS	1.5***	1.3***	0.1***

Medias de tratamientos con letras diferentes difieren significativamente  $p < 0.0$

Los resultados de este trabajo indican que las variables estudiadas influyeron en los rendimientos del cultivo en estas condiciones, determinando que las más asociadas a este son la duración del área foliar y el punto de máxima velocidad de crecimiento, por lo que se recomienda seguir profundizando en este tipo de estudio, con

el fin de obtener nuevos conocimientos que permitan mejorar el manejo de la variedad al utilizar esta nueva forma de producción, en áreas dedicadas a la obtención de semillas y de la popularización.

## REFERENCIAS

- Pérez, N.; Cristo, E.; Castro, R. I.; Díaz, S. y Cárdenas, R. M. INCA LP-4, una variedad de arroz de excelente grano y ciclo medio. *Cultivos Tropicales*, 2003, vol. 24, no. 1, p. 79.
- Polón, R.; Castro, R. I.; Pérez, N.; Cristo, E.; Morejón, R. y Parra, Y. Influencia en la altura de la soca en el rendimiento del arroz (*Oryza sativa* L.), en una variedad de ciclo corto. *Cultivos Tropicales*, 2003, vol. 24, no. 1, p. 55-57.
- Madruga, A. Cuba por aumentar sus rendimientos arroceros. Periódico Gamma; lunes 23 de febrero 2004, p. 8.
- García, J. O. y Rivero, L. E. El arroz rojo, estudios y perspectivas de su manejo en la producción arroceros cubana. En: Informe del Taller Global de Control de Arroz Rojo. Del 30 de agosto al 3 de septiembre. 1999. Varadero. Cuba. [Consultado 5-2002]. Disponible en: <<http://www.FAO.Org/waicent/FAOINFO/Agricult./AGP/IPMWeeds/download/Arroz-Pdf>>.
- Russo, S. Estudios preliminares sobre la adaptabilidad de varios cultivares de arroz I arrozal irrigado aeróbico. En: Cultivo del Arroz en Clima Mediterráneo. Cursos Superiores. Junta de Andalucía, 1997.
- Pérez, R. Siembra Intensiva del arroz. Departamento de Coordinación y Asesoría de Proyectos. Consejo de Iglesias de Cuba. Abril. 2002. 7 p.
- Cuba, MINAGRI. CAI Arroceros "Los Palacios". Informe de los resultados de la campaña de arroz de frío 2002-2003 por Lotes. Octubre, 2003. 16 p.
- Cuba. Minagri. Instituto de Suelos. Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. Instituto de Suelos de Cuba. 1999, 64 p.
- 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. Noviembre, 1984. 38 p.
- 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, no. 2, p. 109-124.
- Díaz, G. S. Tecnología integral para el control del arroz rojo. Informe final de proyecto. 2001, 52 p.
- Saldiva, A. Conozcan cómo crecen y se desarrollan las variedades Colombia XXI y FEDEARROZ 2000. *Arroz*, 2001, vol. 4, no. 9.
- Aguilar, P. M. Cultivo del arroz en el sur de España. Sevilla : Letras y artes gráficas. 2002, 120 p.
- Wang Shao, Bua, Cao Weixing, Jang Dong, Dai Tigbo y Zhu Yan. Physiological characteristics and high-yield techniques with SRI. En: Assessments of the system of rice intensification. En: Proceedings of an International Conference (2002 apr: 1-3:Sanya), 2002.
- Raúl, P. Crecimiento y nutrición del arroz (*Oryza sativa* L.) en Venezuela. *Informaciones Agronómicas*. INPOFOS, 2003, no. 10, p. 1-4.

17. Tao, Longxing, wangxi, and Min Sbaokai. Physiological effects of SRI methods on the rice plant. Assessments of the system of rice intensification. En: Proceedings of an international conference. (2002 apr. 1-4:Sanya), 2002. p. 132-136.
  18. Wang, Y.; Kuroda, E.; Hirano, M. y Murata, T. Analysis of high-yielding mechanism of rice (*Oryza sativa*) varieties belonging to different plant types. 1: Comparison of growth and yield characteristics and dry matter production. *Japanese-Journal-of-Crop-Science*, 1997, vol. 66, p. 293-299.
  19. Sugata, H.; Hagiwara, M.; Nomura, A. e Innoven, N. Growth analysis of paddy rice cv Koshihikari growth under a system to produce high yield. *Journal of the Faculty of Agriculture; Shinshu University*, 2000, vol. 31, no. 1, p. 57-62.
  20. Dutta, D.; Jana, P. K.; Bandyo-Padilla, P. Growth analysis of rice (*Oryza sativa* L.) under rice-cum-prawn system. *Research on Crops*, 2001, vol. 2, no. 1, p. 17-20.
- Recibido: 21 de marzo de 2006  
Aceptado: 21 de diciembre de 2006

# CURSOS DE POSGRADO

Precio: 350 CUC

## *Fisiología del estrés*

*Coordinador: Dr.C. Walfredo Torres de la Noval*

*Fecha: a solicitud*

*Duración: 80 horas*

### **SOLICITAR INFORMACIÓN**

**Dr.C. Walfredo Torres de la Noval**  
**Dirección de Educación, Servicios Informativos**  
**y Relaciones Públicas**  
**Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA)**  
**Gaveta Postal 1, San José de las Lajas,**  
**La Habana, Cuba. CP 32700**  
**Telef: (53) (47) 86-3773**  
**Fax: (53) (47) 86-3867**  
**E.mail: posgrado@inca.edu.cu**