

COMPORTAMIENTO DE VARIEDADES COMERCIALES DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) EN CUATRO GRANJAS DEL COMPLEJO AGROINDUSTRIAL ARROCERO LOS PALACIOS

R. Morejón✉, J. J. Hernández y Sandra H. Díaz

ABSTRACT. The study was developed in Sierra Maestra, Cubanacán, Agrícola Vueltabajo and Caribe farms, belonging to “Los Palacios” Rice Agroindustrial Complex in Pinar del Río province, where four rice commercial varieties were evaluated (J-104, Reforma, INCA LP-5 and IAC-25), with the objective to analyze their behavior under different fertility conditions, during two seasons corresponding to 2001-2002 and 2002-2003 cold season. The data matrix obtained [(farm-genotype-season) x variables] was processed through different multivariate techniques. After accomplishing the analysis, it was concluded that in Cubanacán farm, four varieties had a good behavior regarding the studied characters and in Caribe, Reforma variety did not reach the best results. The variety INCA LP-5 had a good response, independently of the place where it was sown; IAC-25 showed high values of full grains per panicle and 1 000 grain-weight, as well as the smallest quantity of vain grains per panicle when it was sown in Agrícola Vueltabajo and J-104 was always included in the best classes, although it was benefited with respect to sowing date.

Key words: rice, varieties, farms, statistical methods

RESUMEN. El estudio se desarrolló en las granjas Sierra Maestra, Cubanacán, Agrícola Vueltabajo y Caribe, pertenecientes al complejo agroindustrial arrocero Los Palacios de la provincia de Pinar del Río, donde se evaluaron cuatro variedades comerciales de arroz (J-104, Reforma, INCA LP-5 e IAC-25), con el objetivo de analizar el comportamiento de estas en condiciones diferentes de fertilidad, durante dos campañas correspondientes a la época de frío 2001-2002 y 2002-2003. La matriz de datos obtenida [(granja-genotipo-campaña) x variables] fue procesada mediante diferentes técnicas multivariadas. Del análisis realizado se concluyó que en la granja Cubanacán, las cuatro variedades tuvieron un buen comportamiento en cuanto a los caracteres estudiados y en Caribe, la variedad Reforma no alcanzó los mejores resultados. La variedad INCA LP-5 tuvo una buena respuesta, independientemente del lugar donde se sembró; IAC-25 mostró valores elevados de granos llenos por panícula y peso de 1 000 granos, así como la menor cantidad de granos vanos por panícula cuando fue sembrada en Agrícola Vueltabajo y J-104 apareció siempre en las mejores clases, aunque fue beneficiada en cuanto a la fecha de siembra.

Palabras clave: arroz, variedades, explotaciones agrarias, métodos estadísticos

INTRODUCCIÓN

El cultivo del arroz fue establecido en Cuba alrededor del año 1750, pero alcanzó mayor importancia económica en la segunda mitad del siglo XX, cuando fueron introducidas en el país algunas variedades norteamericanas, como Blue Bonnet 50 y Century Padna 231. Estos cultivares por ser de porte alto mostraron susceptibilidad al acamado y poca resistencia a enfermedades; por este motivo, fueron sustituidas por variedades de tipo índicas mejoradas procedentes del Instituto Internacional de Investigaciones del Arroz (IRRI), en Filipinas y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) de Colombia (1).

Ms.C. R. Morejón y Ms.C. Sandra H. Díaz, Investigadores Agregados de la Estación Experimental del Arroz “Los Palacios”, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Gaveta Postal 1, San José de las Lajas, La Habana, CP 32 700; J. J. Hernández, Especialista del complejo agroindustrial arrocero Los Palacios, Pinar del Río.

✉ rogelio@inca.edu.cu

Con un consumo per cápita de 50 kg por año y una demanda nacional de 450 000 t, la cual se incrementa continuamente, es Cuba el segundo consumidor de arroz de América Latina; sin embargo, el rendimiento promedio ha permanecido inalterado ($3.23 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) desde 1981. Aunque han sido liberadas nuevas variedades durante el período 1981-1999, varias limitantes como la nivelación de suelos, salinidad, incidencia de arroz rojo y de enfermedades afectan la producción de arroz (1).

Como el resto de los complejos agroindustriales (CAI) arroceros del país, el de Los Palacios no está exento de estos problemas, a lo cual se suma que en la provincia de Pinar del Río existe una gran diversidad genética del hongo *Pyricularia grisea* y una elevada presión de esta enfermedad, lo que reduce considerablemente los rendimientos (2).

La diversificación en la composición varietal juega un papel importante, disminuyendo los peligros que representa el cultivo monovarietal. Teniendo en cuenta los criterios anteriores, este trabajo tiene como objetivo analizar el comportamiento de cuatro variedades comerciales

de arroz en cuatro granjas con condiciones de fertilidad diferentes, pertenecientes al complejo agroindustrial (CAI) arrocero Los Palacios durante dos campañas de frío.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en condiciones de aniego, en las granjas Sierra Maestra, Cubanacán, Agrícola Vueltabajo y Caribe, sobre un suelo Hidromórfico Gley Nodular Ferruginoso, para las tres primeras y Gley Nodular Ferralítico Concrecionario, para la última (3), pertenecientes al CAI arrocero Los Palacios de la provincia de Pinar del Río (Tabla I), durante dos campañas correspondientes a las épocas de frío 2001-2002 y 2002-2003, donde se evaluaron cuatro variedades comerciales (J-104, Reforma, INCA LP-5 e IAC-25).

Tabla I. Valores medio de la fertilidad del suelo por granja

	Sierra Maestra	Agrícola Vueltabajo	Caribe	Cubanacán
pH	5.1	5.1	4.8	5.1
Materia orgánica (%)	3.45	2.65	2.1	3.15
P ₂ O ₅	8.85	15.2	13.4	11.15
K ₂ O	11.35	6.3	7.6	10.25

La Tabla II muestra, por granja, las variedades que fueron evaluadas y el área total que ocuparon por campaña. En todas las granjas se empleó la tecnología de preparación en seco y la siembra se realizó a chorrillo con máquina sembradora BALDAN.

Tabla II. Variedades evaluadas y el área total que ocuparon por granja en cada campaña

Granjas	Variedades	Área (ha)	Leyenda
Campaña 2001-2002			
Sierra Maestra	J-104	338.2	SMJ12
	IAC-25	469.7	SMI12
	Reforma	228.1	SMR12
Cubanacán	J-104	942.1	CUJ12
	IAC-25	115.7	CUI12
Caribe	J-104	167.7	CAJ12
	IAC-25	346.2	CAI12
	Reforma	174.5	CAR12
	INCA LP-5	183.8	CAL12
Agrícola Vueltabajo	J-104	399.9	AGJ12
	IAC-25	181.2	AGI12
	Reforma	181.2	AGR12
	INCA LP-5	277.8	AGL12
Campaña 2002-2003			
Sierra Maestra	J-104	281.8	SMJ23
	IAC-25	189.2	SMI23
	INCA LP-5	187.9	SML23
Cubanacán	J-104	712.6	CUJ23
	IAC-25	80.52	CUI23
	Reforma	131.5	CUR23
	INCA LP-5	138.2	CUL23
Caribe	IAC-25	233.5	CAI23
	INCA LP-5	140.9	CAL23
Agrícola Vueltabajo	IAC-25	225.5	AGI23
	Reforma	221.4	AGR23
	INCA LP-5	385.2	AGL23

Las dos primeras siglas van referidas a las granjas (SM: Sierra Maestra, CA: Caribe, CU: Cubanacán y AG: Agrícola Vueltabajo), la tercera a la variedad (J: J-104, I: IAC-25, R: Reforma y L: INCA LP-5) y las dos últimas a la campaña (12: Campaña 2001-2002 y 23: Campaña 2002-2003)

Las atenciones culturales se efectuaron siguiendo las orientaciones del Instructivo técnico para el cultivo del arroz (4).

Se evaluaron los caracteres agronómicos que a continuación se relacionan:

- X1. panículas por metro cuadrado (Pm)
- X2. granos llenos por panícula (Gll)
- X3. granos vanos por panícula (Gv)
- X4. peso de 1 000 granos (g) (Pgr)
- X5. rendimiento (t.ha⁻¹) (R).

Para esta evaluación del rendimiento agrícola y sus componentes, se utilizó el sistema tradicional empleado en el cultivo del arroz (5); para ello las panículas/m² se muestrearon una vez por parcela en un marco de 0.1 m² y para el resto se tomaron al azar 20 panículas centrales. Para el rendimiento agrícola (t.ha⁻¹), se utilizaron los rendimientos totales por campo.

La matriz de datos obtenida [(granja-genotipo-campaña) x variables] fue procesada mediante las técnicas multivariadas de Componentes Principales y Conglomerados; además, con las clases resultantes de este último se realizó un Análisis Discriminante (6, 7).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla III se presenta la asociación de los caracteres evaluados, mostrándose las correlaciones que se establecen entre las variables.

Tabla III. Matriz de correlaciones fenotípicas

	Pm	Gll	Gv	Pgr
Gll	0.303			
Gv	-0.177	-0.524		
Pgr	0.234	0.315	-0.131	
R	0.670	0.630	-0.458	0.295

Correlaciones significativas a partir de 0.4227 para p<0.05

Por la importancia que se le atribuye a las interrelaciones establecidas entre el rendimiento y sus componentes, se puede destacar la existencia de correlaciones fuertes y positivas de este con las panículas por m², granos llenos por panícula y con los granos vanos por panícula, de forma negativa. En investigaciones donde se utilizó el Análisis de Coeficiente de Sendero, se encontró un efecto positivo directo de las panículas y los granos llenos de esta sobre el rendimiento; además, resultados similares han sido encontrados en Cuba (5, 8, 9).

En este sentido, se conoce que el rendimiento del arroz está en función de sus componentes y en ocasiones depende de las condiciones climáticas y composición varietal empleada; de ahí que existan diversas opiniones en cuanto a las correlaciones que se establecen entre el rendimiento y sus componentes, recomendándose el estudio de las causas de la variación para cada situación dada (10).

El número de hijos que una planta puede producir, a pesar de estar genéticamente determinado, varía en de-

pendencia de prácticas culturales, como altura de la lámina de agua, densidad de siembra y nutrición mineral entre otras. El vigor de los hijos producidos por la planta, el tamaño y peso de los granos, así como el número de granos totales y llenos que se forman en cada panícula, varía de acuerdo con su orden de aparición, independientemente de que las condiciones de desarrollo de las plantas hayan sido adecuadas (1). Asimismo, se conoce que la panícula como contenedor del rendimiento de la planta de arroz, es una de las partes más importantes en relación con su productividad. Sus características morfológicas (número de ramas primarias, secundarias, números de granos llenos sobre éstas, peso de los granos, etc), varían de acuerdo con diferentes factores como época de siembra, nutrición y otros muchos, entre ellos el tipo de variedad. Por esta razón, resulta de gran importancia conocer las características morfológicas de la panícula en los genotipos utilizados para estudios de productividad (1).

Además, se encontró correlación negativa entre granos llenos y vanos por panícula, coincidiendo con otros trabajos realizados anteriormente (11, 12).

Como resultado del Análisis de Componentes Principales, aparecen en la Tabla IV los valores propios, el porcentaje de contribución y acumulado de las componentes, las correlaciones entre estas y las variables originales, y la proporción de la varianza total explicada.

Tabla IV. Valores propios, porcentaje de contribución y acumulado de las componentes, las correlaciones entre estas y las variables originales, y la proporción de la varianza total explicada

	C1	C2	C3	Proporción de la varianza
Valores propios	2.5689	1.9367	1.0395	
% contribución	51.4	18.7	16.8	
% acumulado	51.4	70.1	86.9	
Pm	-0.426	-0.516	0.495	0.692757
Gll	-0.502	0.296	-0.173	0.369549
Gv	0.404	-0.655	0.055	0.595266
Pgr	-0.303	-0.455	-0.810	0.954934
R	-0.558	-0.099	0.256	0.386701

El porcentaje de contribución de las dos primeras componentes es de un 70.1% de la variabilidad total. La primera componente contribuyó con más del 51 % de la varianza total explicada, mientras que las correlaciones con las variables originales indican que el rendimiento y número de granos llenos por panícula fueron las variables que más aportaron, en forma negativa. La segunda componente contribuyó con más del 18 % de la varianza total y es explicada por los caracteres panículas por m² y granos vanos por panícula, en forma negativa. La contribución de la tercera componente fue del 16.8 % y es explicada por el peso de 1000 granos.

También se pudo determinar el grado de discriminación de las variables, siendo las de mayor importancia el peso de 1 000 granos, las panículas por metro cuadrado y los granos vanos, en ese orden.

En la Figura 1 se aprecia una gran dispersión en la ubicación de los individuos en las componentes 1 y 2, que pudiera estar dada por lo diverso de los materiales y ambientes en los que se trabajó, siendo de esta manera poco factible un agrupamiento.

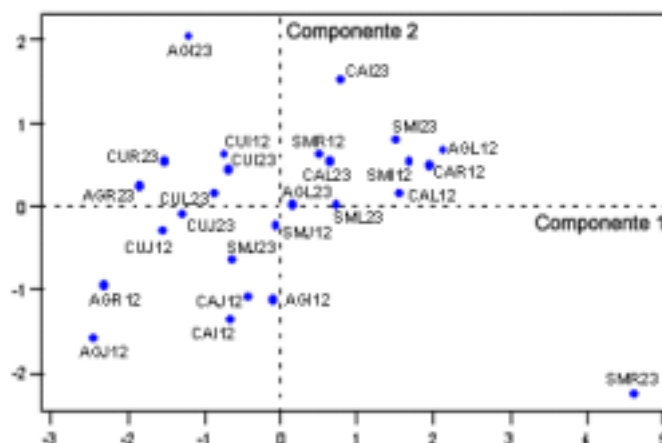


Figura 1. Distribución de los individuos para las dos primeras componentes

Por lo anterior se decidió realizar un Análisis de Conglomerados, para realizar una clasificación de los individuos estudiados.

El Dendrograma correspondiente al Análisis de Conglomerados aparece en la Figura 2; en este caso se usó la técnica jerárquica ascendente para su construcción, creándose cinco clases. Las medias por variable y los individuos correspondientes a cada clase aparecen en la Tabla V.

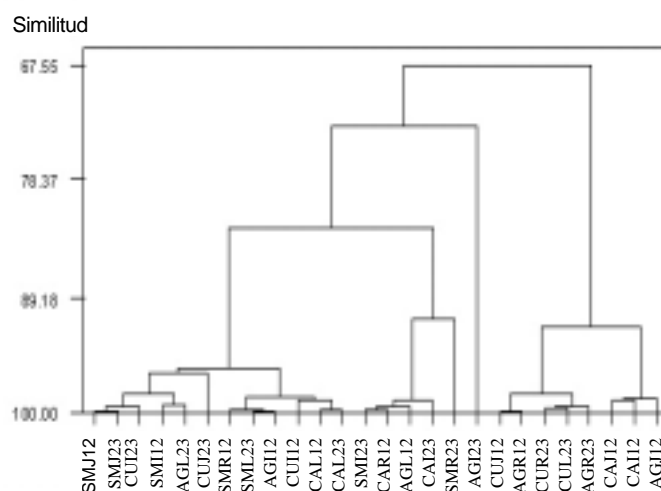


Figura 2. Dendrograma obtenido a través del Análisis de Conglomerados

Tabla V. Distribución de los individuos y medias por clases, según el Análisis de Conglomerados

Clases	Pm	Gil	Gv	Pgr	R
I	278.58	76.91	20.66	30.29	3.80
II	205.25	69.00	22.50	29.32	3.17
III	209.00	34.00	68.00	30.10	2.10
IV	351.00	97.25	20.25	30.90	4.43
V	207.00	150.00	10.00	31.30	3.40
Clases	Individuos				Efectivos
I	SMJ12,SMJ23,SMI12,SMR12,SML23,CUJ23,CUI12,CUI23,CAL12,CAL23,AGI12,AGL23				12
II	SMI23,CAI23,CAR12,AGL12				4
III	SMR23				1
IV	CUJ12,CUR23,CUL23,CAJ12,CAI12,AGJ12,AGR12,AGR23				8
V	AGI23				1

Agrupados en las clases I y IV se encuentran los individuos con mejores rendimientos, incluyéndose la variedad J-104 en los diferentes ambientes, la cual ha sido explotada como variedad comercial durante más de 19 años y ocupando en ocasiones más del 70 % de las áreas sembradas (13).

En este sentido, es importante decir que J-104 en ambas campañas fue sembrada desde la tercera decena de noviembre hasta la primera de febrero, o sea, en la época óptima, donde se alcanza el máximo potencial de rendimiento y en la campaña 2001-2002 estuvo entre las de mejor comportamiento frente al ácaro; sin embargo, en la campaña siguiente exhibió mayor incidencia de Piricularia en comparación con el resto de las variedades (14).

En estas clases aparece además la variedad INCALP-5 en la campaña 2002-2003, presentando buen comportamiento frente a la Piricularia y no tuvo problemas con el manchado del grano, a pesar de realizarle un solo tratamiento para proteger la panícula. Esta variedad estuvo entre las de mayor porcentaje de área sembrada en esta etapa con 1364.8 ha, solo superada por J-104 (15).

Este genotipo en la campaña 2001-2002 fue sembrado en febrero, al no disponer de semilla certificada, germinando en marzo e influyendo en los resultados. A pesar de ello, alcanzó una producción de 1005 qq/cab y estuvo entre las de mejor comportamiento por su bajo porcentaje en el vaneo y menor afectación por el ácaro. Por los resultados que se han obtenido con esta variedad, se ha establecido la siembra de un 46 % de áreas del CAI arrocero Los Palacios, ocupando además el 25 % del área arrocera nacional (14).

En las dos campañas la granja Cubanacán logra los mayores rendimientos, ubicándose en las clases I y IV todas las variedades sembradas en este ambiente (14, 15).

En la clase III se encuentra la variedad Reforma, correspondiente a la campaña 2002-2003 en la granja Sierra Maestra, con los resultados más bajos en cuanto a rendimiento, granos llenos y el más elevado número de granos vanos por panícula, siendo la más afectada por los atrasos de cosecha y aunque no fue muy afectada por piricularia, hubo una tendencia en ella a mancharse los granos (15).

La clase V está integrada por la variedad IAC-25, de ciclo corto y recomendada para áreas salinas, sembrada en la granja Agrícola Vueltabajo en la campaña 2002-2003, con el mayor y menor número de granos llenos y vanos por panícula, respectivamente y el valor más elevado para el carácter peso de 1 000 granos.

Para hacer una clasificación objetiva de grupos de unidades, según el criterio definido por varias características, se utilizó el Análisis Discriminante.

La Tabla VI muestra, a partir del reordenamiento realizado, la clasificación de los 26 individuos estudiados, donde 25 de ellos fueron correctamente clasificados para una proporción de 0.958.

Tabla VI. Clasificación de los individuos según el Análisis Discriminante

Clases	Clases verdaderas				
	I	II	III	IV	V
I	11	0	0	0	0
II	0	4	0	0	0
III	0	0	1	0	0
IV	1	0	0	8	0
V	0	0	0	0	1
Total	12	4	1	8	1
Correctos	11	4	1	8	1
Proporción	0.917	1.000	1.000	1.000	1.000
Total de Individuos	26				
Total de Correctos	25				
Proporción de Correctos	0.958				

Este análisis detectó a CUJ23 como incorrectamente clasificado, el cual aparecía ubicado en la clase I, conociéndose que existe una distancia menor entre el y los integrantes de la clase IV (Tabla VII). Por tanto, la clasificación de los individuos, en las cinco clases, se mantiene según el Análisis de Conglomerados a excepción de CUJ23 que debe formar parte de la clase IV.

Tabla VII. Resultado de la clasificación para los individuos

Individuo	Clase	Clase correcta	Clases	Distancia al cuadrado	Probabilidad
CUJ23**	I	IV	I	10.387	0.423
			II	38.673	0.000
			III	145.659	0.000
			IV	9.763	0.577
			V	65.238	0.000

Haciendo una valoración de forma integral, se puede concluir que en la granja Cubanacán las cuatro variedades tuvieron un buen comportamiento en cuanto a los caracteres estudiados y en Caribe, la variedad Reforma no alcanzó los mejores resultados. La variedad INCA LP-5 tuvo una buena respuesta, independientemente del lugar donde se sembró; IAC-25 mostró valores elevados de granos llenos por panícula y peso de 1 000 granos, así como la menor cantidad de granos vanos por panícula, cuando fue sembrada en Agrícola Vueltabajo y J-104 apareció siempre en las mejores clases, aunque estuvo beneficiada en cuanto a la fecha de siembra. Esto pone de manifiesto que no solo es importante contar con variedades,

ya sean introducidas u obtenidas por el programa de mejoramiento genético que se lleva a cabo en el país, sino que es imprescindible utilizarlas convenientemente atendiendo a las condiciones específicas de cada lugar, lo que puede dar respuesta a los lineamientos de política varietal establecidos; sin embargo, para lograr este objetivo se deben solucionar algunas limitantes de la disciplina tecnológica y de las directivas técnicas que se elaboran para las diferentes campañas, que podrían dar al traste con todo el esfuerzo realizado.

REFERENCIAS

1. Cuba. MINAGRI. Incremento de la productividad del arroz mediante la obtención de variedades con superior calidad del grano y resistencia a estreses bióticos y abióticos y con su tecnología de explotación. Informe Final de Proyecto. IIA. La Habana, 2003.
2. Cárdenas, R. M. /et al. Selección de variedades de arroz resistentes a la piriculariosis usando métodos tradicionales y biotecnológicos. Informe Final de Proyecto. EEA Los Palacios, 2003.
3. Cuba. MINAGRI. Instituto de Suelos. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. La Habana: Agrinfor, 1999. 64p.
4. Cuba. MINAGRI. Instructivo Técnico del Arroz. La Habana: Instituto de Investigaciones del Arroz, 2000.
5. Díaz, S. H.; Pérez, N.; Morejón, R. Evaluación del germoplasma de arroz (*Oryza sativa* L.). *Cultivos Tropicales*, 2000, vol. 21, no. 2, p. 55-58.
6. Hidalgo, R. Variabilidad genética y caracterización de especies vegetales. Boletín Técnico IPGRI no.8. p.2. 2003.
7. Varela, M. Análisis multivariado de datos, aplicación a las ciencias agrícolas. Matemática Aplicada. La Habana : INCA, 1998. 56 p.
8. Díaz, S. H. Caracterización morfoagronómica y genético-bioquímica de 19 accesiones de arroz (*Oryza sativa* L.). Tesis de Maestría; Universidad de La Habana. 2000. 98 p.
9. Padmavathi, N.; Mahadevappa, M. y Reddy, K. O. Association of various yield components in rice (*Oryza sativa* L.). *Rice Abstracts*, 1998, vol. 21, no. 1, p. 4.
10. López, L. Arroz. Cultivos Herbáceos. Cereales. Madrid: Ed. Mundi-Prensa, 1991. p. 419.
11. Morejón, R.; Díaz, S. H. y Pérez, N. Aplicación de técnicas multivariadas en la clasificación morfoagronómica de genotipos de arroz obtenidos en la Estación Experimental "Los Palacios". *Cultivos Tropicales*, 2001, vol. 22, no. 1, p. 43-48.
12. Díaz, S. H. y Morejón, R. Ensayo de variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) para un Programa de Fitomejoramiento Participativo. *Cultivos Tropicales*, 2005, vol. 26, no. 1, p. 49.
13. Cuba. MINAGRI. Estructura varietal actual y perspectivas del cultivo del arroz. La Habana: IIA, 2001.
14. Cuba. MINAGRI. Informe de los resultados de la campaña de arroz frío 2001-2002 por lotes. Pinar del Río: CAI Los Palacios, 2002.
15. Cuba. MINAGRI. Informe de los resultados de la campaña de arroz frío 2002-2003 por lotes. Pinar del Río: CAI Los Palacios, 2003.

Recibido: 18 de noviembre de 2004

Aceptado: 28 de junio de 2005

DIPLOMADOS

Precio: 2000 CUC

Uso y manejo de los biofertilizantes

Coordinador: Dr.C. Nicolás Medina Basso

Duración: 1 año

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) (64) 86-3773
Fax: (53) (64) 86-3867
E.mail: posgrado@inca.edu.cu