

# EFICIENCIA EN LA ABSORCIÓN DEL N POR EL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays* L.) DEBIDO AL EFECTO DE ABONOS ORGÁNICOS EN UN SUELO FLUVISOL

E. Gómez✉, E. J. Gómez, Matilde Padilla, A. González e Irene Expósito

**ABSTRACT.** The objective of this research work was to find the degree of N utilization in two harvests of maize rotated with cowpea (*Vigna unguiculata*, Walp), because of the effect of several types of organic manures on the soil. Therefore, five types of organic manures were applied to the soil, each of them supplying 475 kg.ha<sup>-1</sup>N, comparing N efficiency with a control without manure. Experimental variants were arranged in a Randomized Block design in the field. It was found that organic sources with C/N ratios of 11.0 to 12.2 showed the highest efficiency. The maximum efficiency value was 10.36 % N in a six months period, which positively influence yield. Concerning organic sources with C/N ratios of 20, there was negative efficiency, similarly to the statistical check, affecting yield or tending to reduce it.

**Key words:** organic manure, nutrient uptake, nitrogen, *Zea mays*

**RESUMEN.** El objetivo de este trabajo fue determinar el grado de utilización del nitrógeno, en dos cosechas de maíz rotadas con caupí (*Vigna unguiculata* Walp), debido al efecto en el suelo de varios tipos de abonos orgánicos. Para ello, se aplicaron al suelo cinco tipos de abonos orgánicos, de manera que cada uno de ellos aportara 475 kg.ha<sup>-1</sup> de N total y se comparó la eficiencia en la utilización del N con un testigo sin abono. Los tratamientos se distribuyeron en el campo en Bloques al Azar. Se encontró que las fuentes orgánicas de relaciones C/N entre 11.0 a 12.2 presentaron las mayores eficiencias, siendo el valor máximo de eficiencia alcanzado de 10.36 % de N en un período de seis meses e incidiendo positivamente en el rendimiento; en las fuentes orgánicas con relación C/N de 20, la eficiencia fue negativa en valores y similar al testigo desde el punto de vista estadístico, influyendo muy poco en el rendimiento o con tendencia a reducirlo.

**Palabras clave:** abonos orgánicos, absorción de sustancias nutritivas, nitrógeno, *Zea mays*

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años, se ha intensificado en Cuba el uso de abonos orgánicos así como el empleo de leguminosas en las rotaciones de cultivo. Sin embargo, aún son insuficientes los datos cuantitativos sobre qué parte de la cantidad total del nitrógeno aportado con el abono orgánico (AO) se puede mineralizar en cada cosecha en condiciones de campo, pues puede variar en amplios rangos y depende de factores tales como el contenido de N mineral, la relación lignina/N y C/N (1).

El presente trabajo es la continuación de un artículo ya publicado (2), referido a la influencia de cinco tipos de abonos orgánicos en el contenido de N-NH<sub>4</sub> en un suelo Fluvisol de la Provincia de Granma.

Por ello, el objetivo de este trabajo fue evaluar la efectividad en la utilización del nitrógeno por la planta de maíz, debido al efecto en el suelo de varios tipos de abonos orgánicos.

Ms.C. E. Gómez, Profesor Auxiliar; Matilde Padilla, Profesora Asistente y A. González, Profesor Titular del Departamento de Ciencias Biológicas; E. J. Gómez, Profesor Instructor y Dra.C. Irene Expósito, Profesora Titular del Departamento de Producción Vegetal, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Granma, km 17, carretera Bayamo-Manzanillo, Peralejo, Apartado 21, Bayazo, CP 85 100, Granma, Cuba.

✉ egomez@udg.co.cu

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en un suelo Aluvial poco diferenciado sobre material transportado carbonatado y medianamente humificado, según el mapa de suelos a escala 1:25 000 del Ministerio de la Agricultura, el que se correlaciona con el suelo Fluvisol Típico Carbonatado(3), del área "La Reforma" de la Empresa de Cultivos Varios "Cautillo", provincia de Granma. El análisis del suelo, según el método de Oniani (extracción con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.1 mol.L<sup>-1</sup> en equivalente) presentó contenidos de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O asimilables de 8.8 y 17.5 mg.100<sup>-1</sup> gs, valores que son considerados bajo y mediano, respectivamente (4); el pH en agua fue de 6.77 y la materia orgánica (MO) del suelo alcanzó valores de 2.8 %, evaluándose su contenido de mediano (4); además, el suelo presentó una reacción medianamente fuerte al HCl (solución al 10 %). El experimento se ejecutó con los siguientes tratamientos: humus de lombriz de estiércol ovino (HL), gallinaza (G), estiércol ovino (EO), estiércol caprino (EC), estiércol vacuno (EV) y un testigo sin abono. Cada AO aportó una cantidad fija de N total, la cual fue de 475 kg.ha<sup>-1</sup> de N, que se definió a partir de consideraciones teóricas basadas en que de esa cantidad de N total en los AO puede

mineralizarse suficiente N para una cosecha mediana de maíz (5). A partir de los 475 kg.ha<sup>-1</sup> de N total a aportar por cada AO y tomando en cuenta el porcentaje de N total del AO, se calculó la cantidad a aplicar. Debido a que la concentración de N en los AO no era uniforme, las cantidades de abono seco a aplicar variaron para cada uno de ellos. La Tabla I muestra las características y cantidad de los abonos aplicados.

**Tabla I. Tratamientos y características de los abonos orgánicos empleados**

Abono	Relación C/N	Porcentaje de N (base seca)	pH	Materia seca (%)	Porcentaje de materia orgánica (base seca)	Abono seco (t. ha <sup>-1</sup> )
Humus	12.2	2.06	7.7	51.8	43.5	23.05
Gallinaza	20.1	1.71	7.3	67.0	59.5	27.77
E. ovino	11.6	2.07	8.4	50.2	41.5	22.94
E. caprino	11.0	1.79	7.9	73.0	34.0	26.53
E. vacuno	20.0	0.97	nd	52.1	50.0	48.96

\* nd: no determinado

Los AO se aplicaron al inicio del experimento y por una sola vez en toda el área del suelo hasta 10 cm de profundidad el 3 de abril de 1992 y la preparación del suelo consistió básicamente en rotura, grada y surca. La distancia de siembra fue de 0.90 x 0.30 m.

En todos los tratamientos y el testigo se estableció la rotación maíz-caupí-maíz; en el caso del maíz se estableció la variedad P-7928. El caupí, variedad Titán, se incorporó después de tres recogidas de las vainas maduras y secas, quedando en el campo las hojas y raíces.

Los tratamientos experimentales se distribuyeron en el campo sobre la base de un diseño en Bloques al Azar con cuatro repeticiones. Las dimensiones de las parcelas fueron las siguientes: cinco surcos de seis metros de largo, cosechándose las mazorcas de 20 plantas de los tres surcos interiores para un área de la parcela a cosechar de 16.2 m<sup>2</sup>. De las plantas cosechadas se desgranaron las mazorcas comerciales, pesándose los granos, hojas y tallos, a una muestra de los cuales se les determinó el porcentaje de humedad. Conociéndose la cantidad de plantas comerciales totales de los 16.2 m<sup>2</sup> y el peso de mazorcas, tallos y hojas de las 20 plantas seleccionadas, se calcularon las masas verde y seca de plantas por parcela y por hectárea.

*Procedimiento para la determinación de la eficiencia en la absorción del N.* Para determinar la cantidad de N extraído por las plantas de maíz, se tomaron muestras de granos, tallos y hojas de cada parcela y se sometieron a secado y molinazo, realizándose en ellas la digestión húmeda empleando ácido sulfúrico concentrado y selenio como catalizador.

Posteriormente, mediante destilación Kjeldahl, se halló el porcentaje de N de los órganos muestreados y por cálculo se obtuvieron las extracciones de N (kg.ha<sup>-1</sup>) a partir de la masa seca y el porcentaje de N de los órganos aéreos de las 20 plantas en cada parcela. Posteriormente, se encontraron las extracciones de N de la planta completa mediante la sumatoria de las extracciones de cada órgano de la planta.

La eficiencia de la absorción del N se determinó por el método de las diferencias (5, 6) que se resume a continuación:

Primera cosecha de maíz	Primera + segunda cosecha de maíz
[(Extracción del N por parcelas abonadas-extracción del N por parcelas sin abonar)/cantidad total del nitrógeno aportado con el abono]* 100	[(Extracción del N por parcelas abonadas en 1era + 2da cosecha-extracción del N por parcelas sin abonar en 1era + 2da cosecha)/cantidad total del nitrógeno aportado inicialmente con el abono]* 100

Los datos relacionados con las fechas de siembra y cosecha de los cultivos, así como las precipitaciones y los riegos dados se muestran en el cuadro siguiente:

Primera cosecha de maíz	
Siembra:	85 días de duración
16/4/92	
Cosecha:	
9/7/92	
Riego por surcos:	6/5/92
Precipitaciones acumuladas por mes:	
3/92 -----	62 mm
4/92-----	127 mm
5/92-----	216 mm
6/92-----	151 mm
Caupí	
Siembra: 14/8/92	86 días de duración
Cosecha: 7/11/92	
Riego por surcos:	no se hizo
Precipitaciones acumuladas por mes:	
8/92-----	44 mm
9/92-----	180 mm
10/92-----	57 mm
Rendimiento:	1-1.3 t ha <sup>-1</sup>
Materia seca incorporada:	1.2 a 1.6 t ha <sup>-1</sup>
Segunda cosecha de maíz	
Siembra: 25/12/92	97 días de duración
Cosecha: 31/3/93	
Riego por surcos:	en siembra; 12/2/93; 11/3/93
Precipitaciones acumuladas por mes:	
12/92-----	71 mm
1/93-----	151 mm
2/93-----	21 mm
3/93-----	60 mm

De ellos se puede resumir que si el maíz debe recibir unos 400 mm de lluvia durante su ciclo, las precipitaciones fueron suficientes en la primera plantación de este cultivo, no así para la segunda plantación, por lo que hubo que hacerle algunos riegos de mantenimiento.

*Procedimiento estadístico.* A causa de que algunos valores de eficiencia fueron negativos, los datos fueron trans-

formados a valores positivos. La información sobre eficiencia del N obtenida se sometió a la prueba de Cochran, Hartley, Barlett, comprobándose homogeneidad en las varianzas; también se les hizo la prueba de Kolmogorov-Smirnov, comprobándose que los datos cumplían con la distribución normal. Posteriormente, los datos se sometieron a análisis de varianza y a la prueba de Tukey para el nivel del 95 % de probabilidad, en los que las variables independientes fueron los tratamientos y las repeticiones, constituyendo la variable dependiente la eficiencia en la absorción de N y el rendimiento de granos del maíz.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Eficiencia en la absorción del nitrógeno.** La eficiencia en la utilización del N por el maíz no fue la misma para todos los AO, ya que, para el caso de la gallinaza y el estiércol vacuno, la extracción de N por el cultivo (en valores) fue menor o similar que el testigo, debido a lo cual la eficiencia fue muy baja o negativa en ambas cosechas (Tabla II); ello indica que estos AO provocaron depresión del N asimilable del suelo como resultado de la alta proporción C/N en dichos abonos (2), que fue de 20:1 (Tabla I), debido a que los microorganismos del suelo probablemente utilizaron no solo el N-asimilable del suelo sino también parte del N mineralizado de estos abonos orgánicos. Por el contrario, en los casos del estiércol ovino, el humus y el estiércol caprino (Tabla II), la extracción del N por las plantas de maíz fue mayor que la del testigo y como consecuencia la eficiencia fue positiva con valores de 3.73 (EO), 3.50 (HL) y 5.32 % (EC), hasta los 85 días después de aplicados los AO (primera cosecha) y de 6.23 (EO), 3.31 (HL) y 10.36 % (EC), hasta los seis meses después del abonado (primera + segunda cosecha de maíz). Los resultados expuestos pueden explicarse a partir de que el EO, HL y EC, presentaron estrechas relaciones C/N (Tabla I), lo cual es considerado como un factor que favorece la mineralización del N orgánico presente en ellos e incrementa el N asimilable del suelo, tal y como se ha encontrado en iguales condiciones que las expuestas en el presente trabajo (2). Sin embargo, Terrón (7) señala que cuando los residuos orgánicos presentan una relación C/N entre 20 a 30 y una concentración de N en-

tre 1.2 a 2.4 %, hay equilibrio entre el bloqueo del N y la liberación de N, se ha encontrado también que la liberación de N asimilable en estiércoles sólidos se lleva a cabo cuando presentan relaciones C/N en el rango de 13 a 15 (8). Como se observa, los valores citados de proporción C/N óptima para la mineralización, son muy variables y mayores que los encontrados en el presente trabajo, lo cual pudiera explicarse por el intenso proceso microbiano que se desarrolla en el trópico debido a las altas temperaturas fluctuantes así como a la alta humedad que provoca un elevado consumo de C y N asimilable por parte de los microorganismos, lo que trae como consecuencia que la mineralización neta del N orgánico se efectúe más rápidamente (9) y se necesite para ello más estrechas relaciones C/N del residuo orgánico añadido que en climas menos cálidos (10, 11).

Las referencias en cuanto a los valores de eficiencia en la utilización del N de fuentes orgánicas muestran que, durante el primer año de aplicados los estiércoles al suelo, se mineraliza entre el 20 al 25 % del N contenido en ellos (5), o sea, aproximadamente 10 a 12.5 % en seis meses; así, se ha encontrado que aplicando 7 780 kg ha<sup>-1</sup> de materia seca (12) con el AO se aportaron 296 kg ha<sup>-1</sup> de N y de este se liberó en un año 23.6 % del N (alrededor del 12 % en seis meses). Los valores de eficiencia citados son muy cercanos a los obtenidos en el presente trabajo para ambas cosechas, pero solamente para el caso del estiércol caprino y son superiores a los valores hallados para el EO Y HL (Tabla II).

Esta variabilidad en el comportamiento de los AO puede explicarse, porque aún estando los residuos orgánicos bien descompuestos (evidenciado en su estrecha proporción C/N), hay diferencias en ellos en cuanto al tipo y la proporción de los compuestos orgánicos que los componen y que influyen en su mineralización (13). De todas maneras, el hecho de que el EC, EO y HL presentaran eficiencias positivas, indica que en ellos hubo mineralización del N y que estos coeficientes de utilización pudieran servir de guía cuando se desee estimar la cantidad de N que puede ser mineralizado de las fuentes orgánicas con características similares a las estudiadas en el presente trabajo; muestran también, en principio, cuál es la relación C/N en la que puede esperarse libera-

**Tabla II. Extracción de nitrógeno y coeficientes de utilización del N por dos cosechas de maíz a causa del abonado orgánico**

Tratamiento	N extraído (kg.ha <sup>-1</sup> )		Eficiencia en la absorción del N (%)	
	Primera cosecha	Primera+Segunda cosechas	Primera cosecha	Primera+Segunda cosechas
Testigo sin abono	42.87 b	104.70 cd	0.00 b	0.00 cd
Gallinaza	38.81 b	97.03 d	-0.86 b	-1.61 d
Estiércol vacuno	43.12 b	102.80 cd	0.05 b	-0.39 cd
Estiércol ovino	60.65 a	134.29 ab	3.73 a	6.23 ab
Humus de lombriz	59.49 a	120.41 bc	3.50 a	3.31 bc
Estiércol caprino	68.15 a	153.88 a	5.32 a	10.36 a
Probabilidad	p ≤ 0.01	p ≤ 0.01	p ≤ 0.05	p ≤ 0.05
CV (%)	12.81	10.80	23.62	23.80
$\bar{Sx}$	± 3.8614	± 6.528	± 0.8124	± 1.3733

Letras iguales dentro de la misma columna significan que no hay diferencia significativa entre los tratamientos experimentales

ción de N asimilable para las plantas como resultado del aporte de los AO al suelo.

De todas maneras, hay que tener en cuenta que otros autores (14) encontraron que la mineralización del N orgánico en los AO, alcanza usualmente valores entre 28 a 63 % del N contenido en el abono orgánico, influyendo positivamente en ello la temperatura y la humedad; mientras en otros casos (15), se ha encontrado que la asimilación del N por el maíz fue de 40, 20, 10 y 5 % del N total contenido en los biosólidos durante el primero, segundo, tercero y cuarto años respectivamente. Todo ello demuestra la alta variabilidad que pudiera encontrarse en estos coeficientes de utilización, lo cual se debe, además de la influencia de las condiciones climáticas y de suelo, a que la intensidad de la mineralización depende no solamente de la relación C/N sino también de la concentración del N y de la proporción lignina + polifenoles/N de los residuos orgánicos que se añaden al suelo (13).

**Influencia de los abonos orgánicos en el rendimiento de granos de maíz.** Los abonos de mayor eficiencia en la absorción del N fueron los de más estrecha proporción C/N, pero también estos abonos fueron los que mejor efecto tuvieron en el rendimiento del maíz (Tabla III), confirmando otros (11). En ello se destacaron: el estiércol caprino, humus de lombriz y estiércol ovino, lo cual se explica porque en el EC y HL se encontraron contenidos significativamente mayores de N-NH<sub>4</sub> de 4.93 mg 100<sup>-1</sup> y 3.75 mg 100<sup>-1</sup> g.s. que en las parcelas no abonadas (0.91 mg de N-NH<sub>4</sub> por 100 gs) (2). Exceptuándose en dicha regla el estiércol ovino, el cual aunque presentó baja relación C/N no aumentó la porción asimilable del N del suelo, debido a deficiencias en el muestreo de suelos (2), a causa de que dicho abono formaba terrones que no permitieron inicialmente su distribución homogénea en el terreno.

**Tabla III. Influencia de los abonos orgánicos en el rendimiento de granos de maíz**

Tratamiento	kg ha <sup>-1</sup> de granos 15 % de humedad	
	Primera cosecha	Segunda cosecha
Testigo sin abono	1 932.47 b	2 265.66 c
Gallinaza	1 523.06 c	2 279.3 c
Estiércol vacuno	1 695.9 bc	2 340.3 c
Estiércol ovino	2 268.48 a	2 885.16 b
Humus de lombriz	2 375.62 a	2 566.86 bc
Estiércol caprino	2 553.57 a	3 446.16 a
Probabilidad	p ≤ 0.01	p ≤ 0.01
CV (%)	8.7	9.2
$\bar{Sx}$	104.27	139.76

Letras iguales dentro de la misma columna significan que no hay diferencia significativa entre los tratamientos experimentales

De todas maneras, debe tenerse en cuenta que el efecto de los AO en los cultivos depende de variados factores, ya que se ha encontrado, que durante el primer año de aplicados (16), la tasa de mineralización de varios tipos de compost fue desde 23.3 a 48 % del N total añadido al suelo con ellos. También se obtuvieron resultados muy variables en la eficiencia anual de la absorción del N

del estiércol (12 al 42 % anual) en los experimentos de larga duración de Rothamsted(6), obteniéndose los mayores niveles de eficiencia cuando se emplearon variedades de alto potencial de rendimiento. Ello confirma que, cuando el AO incrementa las disponibilidades de N para las plantas, se favorece la eficiencia en la utilización del N por las plantas y en consecuencia se obtienen mayores rendimientos, aunque no siempre en igual medida, pues como se comprobó (17), la eficiencia en la mineralización del N del estiércol de vaca fue del 26 %, mientras que en otros experimentos (18) hubo mayor mineralización del N orgánico en suelos arenosos que en arcillosos. Todo esto refleja que las cifras de eficiencia del N por el efecto del abonado orgánico así como el posible rendimiento a obtener dependen de muchos factores, entre los cuales se encuentran las condiciones del abono, suelo, cultivo, climáticas y agrotecnia; por todo ello, la predicción de eficiencia y rendimiento sólo puede hacerse cuando se tienen datos reales de absorción y eficiencia del N para cada condición de desarrollo del cultivo y del abonado (19). Cuando se dispone de esa información experimental, es posible incluso modelar el proceso de descomposición de los residuos orgánicos y con ello pronosticar el efecto probable que pudieran causar en los suelos y plantas (20).

## REFERENCIAS

1. Cheryl, A.; Gachengo, C.; Delve, R.; Cadishn, G. y Giller, K. Organic inputs for soil fertility management in tropical agroecosystems: Application of an organic resource data base. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 2002, vol. 83, p. 27-42.
2. Gómez, E. Influencia de cinco tipos de abonos orgánicos en el contenido de N, P y K asimilables en un suelo Fluvisol típico. *Centro Agrícola*, 1998, no. 3, p. 55.
3. Cuba. Minagri. Instituto de suelos. Nueva versión de la clasificación genética de los suelos. La Habana: Agrinfor, 1999.
4. Mesa, A. y Naranjo, M. Manual de interpretación de los suelos. La Habana : Ed. Científico-Técnica, 1984. 136 p.
5. Yagodin, B. Sistema de empleo de fertilizantes. En: Agroquímica. Moscú : Ed. Mir, 1986, t. II, p. 173-363.
6. Jenkinson, D. The Rothamsted long-term experiments: Are they still of use? *Agronomy Journal*, 1991, vol. 83, no. 1, p. 2-10.
7. Fuentes, M. El suelo y los fertilizantes. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1999. 352 p.
8. Qian, P. y Schoenan, J. Availability of nitrogen in solid manure amendments with different C:N ratios. *Canadian Journal of Soil Science*, 2002, vol. 82, p. 219-225.
9. Martín, G. y Rivera, R. Dinámica de la mineralización del nitrógeno de la *Canavalia ensiformis* en un suelo Ferralítico Rojo de La Habana. En: Congreso Científico del INCA. Resúmenes (13:2002:La Habana). p. 126.
10. Leifeld, J.; Siebert, S. y Kogelknabner, I. Biological activity and organic matter mineralization of soils amended with biowaste compost. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 2002, vol. 165, p. 151-159.

11. Kumar, K. y Goh, K. Management practices of antecedent leguminous and non leguminous crop residues in relation to winter wheat yields, nitrogen uptake, soil nitrogen mineralization and simple nitrogen balance. *European Journal of Agronomy*, 2002, vol. 16, p. 295-308.
12. Hofman, G. Nitrogen supply from mineralization of organic matter. *Biological Wastes*, 1988, vol. 26, p. 315-324.
13. Cheryl, A.; Giller, K.; Paramu, L. y Swift, M. Management of organic matter in the Tropics: Translating theory into practice. *Nutrient cycling in agroecosystems*. 2001, no. 61, p. 63-75.
14. Dwyer, L. y Gregorich, E. Soil nitrogen mineralization and nitrogen cycling in maize production. *Agronomy Journal*, 1999, vol. 91, no. 6, p. 103-109.
15. Binder, D.; Doberman, A.; Sander, D. y Cassman, K. Biosolids as nitrogen source for irrigated maize and rainfed sorghum. *Soil Science Society of America Journal*, 2002, vol. 66, p. 531-543.
16. He, Z.; Alva, A.; Yan, P.; Li, Y. y Calvert, D. Nitrogen mineralization and transformation from compost and biosolids during field incubation in a sandy soil. *Soil Science*, 2000, vol. 165, no. 2, p. 161-169.
17. Dendooven, L.; Murphy, E. y Powlson, D. Failure to simulate C and N mineralization in soil using biomass C-to N ratios as measured by the fumigation extraction Method. *Soil Biology & Biochemistry*, 2000, vol. 32, p. 659-668.
18. Hernández, T. /et al./ Nitrogen mineralisation potential in careolis soils amended with sewage sludge. *Bioresource Technology*, 2002, vol. 83, p. 213-219.
19. Jensen, L.; Pedersen, I.; Hansen, T. y Nielsen, N. Turnover and fate of <sup>15</sup>N-labelled cattle slurry ammonium-N applied in the autumn to winter wheat. *European Journal of Agronomy*, 2000, vol. 12, p. 23-35.
20. Gijssman, A.; Hoogenboom, G.; Parton, W. y Kerridge, P. Modifying DSSAT crop models for low-input agricultural systems using a soil organic matter-residue module from CENTURY. *Agronomy Journal*, 2002, vol. 94, no. 3, p. 462-474.

Recibido: 30 de marzo de 2004

Aceptado: 20 de enero de 2005

# DIPLOMADOS

Precio: 2000 CUC

## *Métodos para contrarrestar el efecto nocivo de la salinización de los suelos*

Coordinador: Dra.C. María C. González Cepero

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**