

# RESPUESTA DEL PASTO GUINEA (*Panicum maximum*, cv. Likoni) CULTIVADO EN SUELO FERRALÍTICO ROJO LIXIVIADO A LA INOCULACIÓN DE HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES

Maida Calderón<sup>✉</sup> y P. J. González

**ABSTRACT.** An experiment was carried out under field conditions on a Lixiviated Red Ferralitic soil, with the objective of evaluating the effect of three strains of arbuscular mycorrhizal fungi on the growth and development of guinea grass (*Panicum maximum* cv, Likoni). Four treatments were studied (control and the inoculation of AMF strains *Glomus hoi-like*, *Glomus mosseae* and *Glomus intraradices*) arranged in a Latin square design. The mycorrhizal formulation was applied at sowing by the seed recovering method with an equivalent dose to 10 % of its weight. The guinea grass was cut every six and eight weeks in the rainy and dry seasons, respectively, evaluating in each cut the percentages of root colonization and visual density, as well as height, biomass nutrient contents and dry matter yield. With the inoculation of the strain *Glomus hoi-like*, the highest colonization and visual density levels and NPK contents were obtained in the air biomass. This strain also produced the biggest height and tiller diameter and dry matter yields of the guinea grass. Among the evaluated strains, *Glomus hoi-like* showed the highest indexes of efficiency and participation in grass nutrition. According to the exposed results, the strain *Glomus hoi-like* was effective to improve the nutritional status and dry matter yields of the guinea grass cultivated in this type of soil.

**Key words:** arbuscular mycorrhizae, *Panicum maximum*, inoculation, Ferralitic soil

## INTRODUCCIÓN

La mayoría de los suelos dedicados a la ganadería en las zonas tropicales poseen limitaciones para el óptimo desarrollo de los pastos. Ello, unido a la pérdida acelerada de la fertilidad debido fundamentalmente a su manejo inadecuado, ha repercutido desfavorablemente en la disponibilidad de biomasa para la alimentación del ganado (1). En este sentido, la necesidad de adoptar “tecno-

**RESUMEN.** Se realizó un experimento en condiciones de campo sobre un suelo Ferralítico Rojo Lixiviado, con el objetivo de evaluar el efecto de tres cepas de micorrizas arbusculares sobre el crecimiento y desarrollo del pasto guinea (*Panicum maximum* cv, Likoni). Se estudiaron cuatro tratamientos (el control y la inoculación de las cepas de HMA *Glomus hoi-like*, *Glomus mosseae* y *Glomus intraradices*), distribuidos en un diseño cuadrado latino. El inoculante micorrízico se aplicó al momento de la siembra por el método del recubrimiento de la semilla, con una dosis equivalente al 10 % de su masa. El pasto se cortó cada seis y ocho semanas en los períodos lluvioso y poco lluvioso respectivamente, evaluándose en cada corte los indicadores fúngicos, porcentajes de colonización radical y densidad visual, así como la altura, los contenidos de nutrientes en la biomasa y el rendimiento de masa seca. Con la inoculación de la cepa *Glomus hoi-like* se obtuvieron los mayores niveles de colonización y densidad visual, y los más altos contenidos de NPK en la biomasa aérea. Esta cepa produjo también la mayor altura y diámetro de macolla, y los mayores rendimientos de masa seca del pasto. Entre las cepas evaluadas, *Glomus hoi-like* mostró los mayores índices de eficiencia y la mayor participación en la nutrición del pasto. De acuerdo con los resultados expuestos, la cepa *Glomus hoi-like* resultó efectiva para mejorar el estado nutricional y los rendimientos del pasto guinea cultivado en este tipo de suelo.

**Palabras clave:** micorrizas arbusculares, *Panicum maximum*, inoculación, suelo Ferralítico

logías limpias” que no comprometan la calidad del medio ambiente y que sean económicamente viables, ha conducido a la búsqueda de alternativas para incrementar los rendimientos y el valor nutritivo de los pastos, basadas fundamentalmente en el máximo aprovechamiento de los recursos locales.

Los hongos formadores de micorrizas arbusculares (HMA) son componentes integrales de la rizosfera de los pastizales, donde las plantas permanecen estrechamente asociadas mediante una red de hifas interconectadas, que incrementan el volumen de suelo que exploran las raíces, mejoran su estructura y facilitan la absorción de los nutrientes y el agua, entre otras funciones importantes (2, 3).

Ms.C. Maida Calderón, Especialista y Ms.C. P. J. González, Investigador Auxiliar del Departamento de Biofertilizantes y Nutrición de las Plantas, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Gaveta Postal 1, San José de las Lajas, La Habana, Cuba, CP 32 700.

✉ maida@inca.edu.cu

Varios autores han señalado el efecto positivo de la inoculación de HMA en la nutrición y productividad de los pastos y cultivos forrajeros (4, 5, 6). Sin embargo, la diversidad de especies, regímenes de explotación y condiciones de suelos en que se cultivan los pastos, sugiere realizar estudios en los diferentes agrosistemas, con el fin de seleccionar las cepas de HMA más eficientes para las condiciones en que tiene lugar su cultivo, como requisito indispensable para lograr su manejo efectivo.

El presente trabajo se realizó con el objetivo de evaluar el efecto de diferentes cepas de HMA sobre el crecimiento, contenido de nutrientes en la biomasa y rendimiento del pasto (*Panicum maximum* cv, Likoni) cultivado en un suelo Ferralítico Rojo Lixiviado.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo experimental se desarrolló en la Empresa Pecuaria Genética Niña Bonita en Bauta, La Habana, sobre un suelo Ferralítico Rojo Lixiviado Típico (7), de reacción cerca del neutro, contenido medio en materia orgánica y bajo contenido en fósforo y potasio. Los contenidos de Ca, Mg y Na son normales para este tipo de suelo. Sus principales características químicas se muestran en la Tabla I.

**Tabla I. Características químicas del suelo (profundidad 0- 20 cm)**

pH H <sub>2</sub> O	pH KCl	MO (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg.100g <sup>-1</sup> )	Ca	Mg (cmol kg <sup>-1</sup> )	Na	K
6.5	5.8	3.21	2.7	10.27	2.24	0.15	0.21

Para la caracterización química del suelo se emplearon los siguientes métodos analíticos descritos en el manual (8).

- ⇒ pH H<sub>2</sub>O y KCl: Potenciometría. Relación suelo-disolución 1:2.5
- ⇒ Materia orgánica (MO): Walkley y Black
- ⇒ P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: Oniani
- ⇒ Cationes intercambiables: Extracción con NH<sub>4</sub>AC 1 mol. L<sup>-1</sup> a pH 7 y determinación por complexometría (Ca y Mg) y fotometría de llama (Na y K)

Se evaluaron cuatro tratamientos (testigo sin inocular y la inoculación de las cepas de HMA *Glomus hoi-like*, *Glomus mosseae* y *Glomus intraradices*), los cuales se distribuyeron en un diseño experimental cuadrado latino. Las parcelas tenían una superficie de 25.2 m<sup>2</sup> y un área de cálculo de 16.8 m<sup>2</sup>. Las cepas de HMA se aplicaron mediante inoculantes micorrízicos certificados que contenían 50 esporas.g<sup>-1</sup> de sustrato, producidos en el Departamento de Biofertilizantes y Nutrición de las Plantas del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA).

El pasto se sembró a una distancia de 70 cm entre surcos y a chorrillo, con una dosis de 8 kg ha<sup>-1</sup> de semilla total. El inoculante micorrízico se aplicó al momento de la siembra, por el método del recubrimiento de la semilla (9). Los cortes se hicieron cada seis y ocho sema-

nas en los períodos lluvioso y poco lluvioso, respectivamente; no se aplicaron fertilizantes minerales u orgánicos.

En ciclos alternos de corte, en cada parcela se tomaron tres muestras compuestas de raicillas de 20 plantas para su tinción y clarificación, según metodología (10). La evaluación de la colonización micorrízica se realizó por el método de los interceptos (11), determinándose además la densidad visual (12).

En cada corte se pesó la masa verde (MV) de cada parcela y se tomaron muestras de 200 g para determinar el porcentaje de masa seca (MS) y los contenidos de N, P y K del pasto. El rendimiento de MS se estimó a partir del rendimiento de MV y el porcentaje de MS (13).

El índice de eficiencia (IE) expresado en por ciento se utilizó para determinar la efectividad de las cepas de HMA; este se calculó mediante la siguiente fórmula (14):  
IE (%) = [(Rendimiento MS (t.ha<sup>-1</sup>) tratamiento micorrizado - rendimiento MS (t.ha<sup>-1</sup>) del testigo] / rendimiento de MS (t.ha<sup>-1</sup>) del testigo x 100.

También se determinó el grado de participación de las cepas de HMA en la extracción de nutrientes de la biomasa (15), mediante la fórmula:

Participación (%) = [(Extracción de NPK (t.ha<sup>-1</sup>) en el tratamiento micorrizado - extracción de NPK (t.ha<sup>-1</sup>) en el tratamiento testigo] / extracción de NPK (t.ha<sup>-1</sup>) en el tratamiento micorrizado x 100.

Los datos se procesaron estadísticamente, realizándose un ANOVA de clasificación doble y docimándose las medias según Duncan en caso de significación al 5 %, para lo cual se empleó el programa estadístico SPSS 11.5 para Windows.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El efecto de la inoculación de diferentes cepas de HMA en las estructuras micorrízicas del pasto puede observarse en la Tabla II. Todas las cepas evaluadas produjeron porcentajes de colonización y densidad visual superiores al testigo en el período lluvioso, aunque los mayores valores de ambas variables se obtuvieron con las cepas *Glomus hoi-like* y *Glomus intraradices* en el período lluvioso.

**Tabla II. Colonización y densidad visual**

Tratamientos	Período lluvioso		Período poco lluvioso			
	Colonización (%)	DV arcsos√%	Colonización (%)	DV arcsos√%	DV (%)	
Testigo	15.8	0.408 c	1.5 <sup>c</sup>	9.1	0.306 b	0.77 b
<i>Glomus hoi-like</i>	60.0	0.886 a	4.2 <sup>a</sup>	23.3	0.503 a	1.68 a
<i>Glomus mosseae</i>	42.5	0.710 b	3.0 <sup>b</sup>	10.7	0.333 b	0.79 b
<i>Glomus intraradices</i>	57.9	0.864 a	4.1 <sup>a</sup>	9.4	0.311 b	0.68 b
ES ±		0.022**	0.2**		0.018**	0.13**

Promedios con letras no comunes en la misma columna difieren significativamente a P<0.05

En el período poco lluvioso solo con la cepa *Glomus hoi-like* se alcanzaron porcentajes de colonización y densidad visual superiores al testigo. Los niveles de colonización y densidad visual observados en todos los tratamientos durante este período, fueron inferiores a los observados en la época de lluvia, debido probablemente a la disminución del área foliar que se produce en la época donde concurren los niveles más bajos de precipitaciones, temperaturas y luminosidad o ante un régimen de defoliación intenso, lo que implica la disminución de la síntesis de sustancias carbonadas y otros fotosintatos que intervienen en el funcionamiento de la simbiosis (16, 17, 18).

En relación con los contenidos de macronutrientes en la biomasa aérea del pasto (Tabla III), en el período lluvioso, la inoculación de cualesquiera de las cepas de HMA produjo resultados superiores al testigo, aunque las concentraciones de N, P y K alcanzadas con la cepa *Glomus hoi-like* fueron significativamente mayores que el resto de los tratamientos.

**Tabla III. Contenidos de macronutrientes en la biomasa aérea (% MS)**

Tratamientos	Período lluvioso			Período poco lluvioso		
	N	P	K	N	P	K
Testigo	1.21 c	0.17 b	1.30 c	1.32 b	0.25 b	1.41 b
<i>Glomus hoi-like</i>	1.43 a	0.23 a	1.42 a	1.49 a	0.29 a	1.52 a
<i>Glomus mosseae</i>	1.35 b	0.21 b	1.36 b	1.34 b	0.24 b	1.40 b
<i>Glomus intraradices</i>	1.32 b	0.20 b	1.35 b	1.33 b	0.25 b	1.42 b
ES ±	0.04**	0.005**	0.04**	0.05**	0.007**	0.06**

Promedios con letras no comunes en la misma columna difieren significativamente a  $P < 0.05$

En el período poco lluvioso, las cepas *Glomus mosseae* y *Glomus intraradices* no tuvieron influencia en las concentraciones de nutrientes del pasto; sin embargo, la cepa *Glomus hoi-like* aún incrementó los contenidos de los tres elementos en la biomasa aérea.

En todos los casos, en el período lluvioso se observaron menores concentraciones de nutrientes que en el poco lluvioso, lo que se explica por el efecto de dilución que ocurre durante esa etapa, donde las altas temperaturas y luminosidad, así como las abundantes precipitaciones, incrementan la producción de biomasa del pasto, provocando una disminución relativa de los contenidos de esos elementos en la biomasa aérea (17, 18).

**Tabla IV Rendimiento y sus componentes**

Tratamientos	Período lluvioso			Período poco lluvioso			MS total (t.ha <sup>-1</sup> )
	Altura (cm)	Diámetro macolla (cm)	MS (t.ha <sup>-1</sup> )	Altura (cm)	Diámetro macolla (cm)	MS (t.ha <sup>-1</sup> )	
Testigo	72.3 c	14.3 c	9.10c	36.2 b	10.2 c	2.37 b	11.47 c
<i>Glomus hoi-like</i>	110.7 a	23.5 a	12.90 a	53.9 a	17.5 a	3.05 a	16.79 a
<i>Glomus mosseae</i>	89.8 b	18.7 b	11.10 b	37.0 b	13.8 b	2.39 b	13.56 b
<i>Glomus intraradices</i>	90.3 b	19.2 b	10.91b	38.0 b	14.0 b	2.46 b	13.40 b
ES ±	3.7**	1.2**	0.42**	2.5**	1.0**	0.22**	0.48**

El efecto positivo de la micorrización también se manifestó en el rendimiento y sus componentes (Tabla IV), donde se obtuvieron resultados similares a los observados en los contenidos de nutrientes en la biomasa aérea del pasto. Durante el período lluvioso todas las cepas de HMA incrementaron el diámetro de la macolla y el rendimiento de MS en relación con el testigo sin inocular, pero los mayores valores de estas variables se obtuvieron con *Glomus hoi-like*. En el período seco, solo con esta cepa se obtuvo un incremento significativo del diámetro de la macolla y el rendimiento de MS, de modo que su efecto también mostró una mayor permanencia en el pasto. Los mayores rendimientos de MS obtenidos durante la época de lluvia corroboran el carácter estacional del crecimiento de los pastos en las regiones donde los regímenes de precipitación, temperatura y luminosidad muestran marcadas diferencias a lo largo del año (17, 18).

Entre las cepas evaluadas, *Glomus hoi-like* alcanzó los mayores índices de eficiencia, tanto en el período lluvioso como en el poco lluvioso (Tabla V), lo que confirmó que el efecto de esta cepa tuvo una mayor permanencia en el pasto. Los índices de eficiencia de *Glomus mosseae* y *G. intraradices* no solo fueron menores, sino que disminuyeron considerablemente en la época de menos precipitaciones. Ello indicó, al menos en las condiciones en que se desarrolló este experimento, la baja efectividad de ambas cepas, en relación con *G. hoi-like*, para mejorar los rendimientos del pasto.

**Tabla V. Índices de eficiencia (%) de la micorrización**

Tratamientos	Período lluvioso	Período poco lluvioso
Testigo	-	-
<i>Glomus hoi-like</i>	29	22
<i>Glomus mosseae</i>	18	0.8
<i>Glomus intraradices</i>	17	4

Se ha planteado que el comportamiento de una u otra cepa está relacionado con el tipo de hongo micorrizógeno (tasa de crecimiento, capacidad infectiva, tasa de crecimiento del endófito arbuscular y la producción de arbusculos en el micelio interno), con la planta hospedera (morfología y tasa de crecimiento de las raíces, requerimientos nutricionales de las plantas, etc) y con la interfase simbiótica (área de contacto entre los simbiontes, toma de nutrientes y tasa de flujo de carbohidratos) (19).

Otros factores relacionados con el tipo de suelo o sustrato donde tiene lugar la simbiosis también determinan la efectividad de las cepas de HMA, lo que ha sido demostrado en experimentos anteriores (19, 20, 21). En este sentido, se han obtenido elevados índices de eficiencia con las cepas *G. intraradices* y *G. mosseae* en especies de pastos cultivadas en suelos Cambisol Eútrico Húmico y Gleysol Plíntico, respectivamente (22, 23).

La cepa *Glomus hoi-like* tuvo la mayor participación en la nutrición del pasto (Tabla VI). Esta cepa incrementó la nutrición nitrogenada, fosfórica y potásica en ambos períodos, aunque durante la época de lluvia el mayor valor correspondió al fósforo, debido probablemente a su bajo contenido en el suelo y a una mayor demanda de este nutriente durante el período de mayor crecimiento del pasto.

**Tabla VI. Participación (%) de la micorrización en la nutrición del pasto**

Tratamiento	Período lluvioso			Período poco lluvioso		
	N	P	K	N	P	K
<i>Glomus hoi-like</i>	38	48	36	45	47	43
<i>Glomus mosseae</i>	25	34	22	2	-3	0.2
<i>Glomus intraradices</i>	21	29	20	4	5	4

Se conoce que la simbiosis actúa favorablemente sobre la absorción del P, pues este se mueve por dilución en la solución del suelo y presenta además una alta capacidad de fijación en los suelos tropicales (4, 5, 20); de modo que cualquier mecanismo que incremente la superficie de absorción y accesibilidad al nutriente, influirá directamente sobre su absorción.

No obstante, se plantea que la micorrización, más que presentar una preferencia por uno u otros elementos, se comporta como un mecanismo que permite a las plantas obtener sus requerimientos nutricionales, dependiendo de su disponibilidad en el sistema (17, 24, 25).

De acuerdo con los resultados expuestos, entre las cepas evaluadas, *Glomus hoi-like* resultó la más efectiva para incrementar las estructuras micorrízicas, los contenidos de nutrientes en la biomasa y los rendimientos del pasto guinea cultivado en suelo Ferralítico Rojo Lixiviado. Esta cepa mostró el mayor índice de eficiencia y la mayor participación en la nutrición del pasto.

## REFERENCIAS

- Hernández, M. y Sánchez, S. Evolución de la composición química y la macrofauna edáfica en sistemas silvopastoriles. En: IV Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la Producción Pecuaria Sostenible y II Simposio sobre Sistemas Silvopastoriles para la Producción Pecuaria Sostenible. EEPF Indio Hatuey, Matanzas, Cuba. Programa y Resúmenes, 2006.
- Johnson, N. C. Nitrogen enrichment alters mycorrhizal allocation at five mesic to semi-arid grassland. *Ecology*, 2005, vol. 84, p. 1895-1908.
- Aryal, U. K.; Shah, S. K.; Xu, H. L. y Fujita, M. Growth, nodulation and mycorrhizal colonization in bean plants improved by rhizobial inoculation with organic and chemical fertilization. *Journal of Sustainable Agriculture*, 2006, vol. 29, no.2, p. 71-83.
- Fujiyoshi, M.; Kagawa, A.; Nakatsubo, T.; y Masuzawa, T. Effects of arbuscular mycorrhizal fungi and soil developmental stages on herbaceous plants growing in the early stage of primary succession on Mount Fuji. *Ecological Research*, 2006, vol. 21, no.2, p. 278-284.
- Tanaka, Y. y Yano, K. Nitrogen delivery to maize via mycorrhizal hyphae depends on the form of N supplied. *Plant Cell and Environment*, 2005, vol. 28, no. 10, p. 1247-1254.
- Javot, H.; Pumplin, N.; Harrison, M. J. Phosphate in the arbuscular mycorrhizal symbiosis: transport properties and regulatory roles. *Plant Cell and Environment*, 2007, vol. 30, no. 3, p. 310-322.
- Cuba. Minagri. Instituto de Suelos. Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba. La Habana. Agrinfor, 1999.
- Paneque, V. M. /et al./ Manual de técnicas analíticas para análisis de suelo, foliar, abonos orgánicos y fertilizantes químicos. Departamento de Biofertilizantes y Nutrición de las Plantas. INCA, 2001.
- Fernández, F.; Gómez, R.; Martínez, M. A. y Noval, B. M. de la. Producto inoculante micorrizógeno. Patente, no. 22 641. Cuba. 2001.
- Phillips, D. M. y Hayman, D. S. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Trans. Br. Mycol. Soc.*, 1970, vol. 55, p.158-161.
- Giovannetti, M. y Mosse, B. An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. *New Phytol.*, 1980, vol. 84, p. 489-500.
- Trouvelot, A.; Kough, J. y Gianinazzi-Pearson, V. Mesure du taux de mycorrhization VA d'un système racinaire. Recherche de méthodes d'estimation ayant une signification fonctionnelle. En: Proc. Eur. Symp. On Mycorrhizal: Physiological and genetically aspects of mycorrhizal, (1:1986:Dijon).
- AOAC. Official Methods of Analysis. 16<sup>th</sup> Ed. Assoc. of Anal. Chem. Washintong DC. 1995.
- Siqueira, J. O. y Franco, A. Biotecnología do solo. Fundamentos e perspectivas. Ciências nos Tropicós Brasileiros. Serie Agronomia, 1988.
- Rivera, R. y Fernández, K. Bases científico-técnicas para el manejo de los sistemas agrícolas micorrizados eficientemente En: El manejo efectivo de la simbiosis micorrízica, una vía hacia la agricultura sostenible. Estudio de caso: El Caribe, 2003, p. 111-131.
- Bartolomeu, J. Período de estacionalidade de produção de pastagens irrigadas. *Pesq. Agropec. Bras.*, 2004, vol. 39, no. 8, p. 821-825.
- Tejos, M. R. Caracterización y alternativas de manejo de los pastizales de los llanos de Venezuela. En: Romero, R., Salomón, J. y Venanzi, J. de, eds. Cursillo Sobre Bovinos de Carne. FCV, UCV, Maracay, 2004. p. 53-85.
- Silva, S. da; Siqueira, J. O. y Soares, C. R. Mycorrhizal fungi influence on *Brachiaria* grass growth and heavy metal extraction in a contaminated soil. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 2006, vol. 41, no. 12, p. 1749-1757.

19. Fernández, F. La simbiosis micorrízica arbuscular. En: Rivera, R. /et al./. El manejo efectivo de la simbiosis micorrízica, una vía hacia la agricultura sostenible. Estudio de caso: El Caribe, 2003, p. 13-40.
20. Riera, M. C. Manejo de la biofertilización con hongos micorrízicos arbusculares y rizobacterias en secuencias de cultivos sobre suelo Ferralítico Rojo. [Tesis de doctorado], INCA, 2003.
21. Lovera, M. /et al./. Biodiversidad de hongos micorrízicos arbusculares en sabanas naturales y perturbadas de la Gran Sabana (Venezuela). Resúmenes. En: Congreso de Botánica. Venezuela (15:2005).
22. González, P. J.; Plana, R.; Igarza, E. y Ramírez, J. Efecto del antecedente cultural en la respuesta de *Panicum maximum*, cv. Likoni a la inoculación de hongos micorrízicos arbusculares. En: Congreso Científico del INCA (15: 2006, nov 7-10, La Habana). Memorias. CD-ROM. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, 2006. ISBN 959-7023-36-9.
23. Ramírez, J. F.; González, P. J. y Salazar, X. Los hongos micorrizógenos arbusculares, una opción para la producción eficiente de pastos en agroecosistemas frágiles. En: Congreso Científico del INCA (15: 2006, nov 7-10, La Habana). Memorias. CD-ROM. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, 2006. ISBN 959- 7023-36-9.
24. Borie, F. /et al./. Effects of tillage systems on soil characteristics, glomalin and mycorrhizal propagules in a Chilean Ultisol. *Soil & Tillage Research*, 2006, vol. 88, no. 1-2, p. 53-261.
25. Baller, O. /et al./. Inoculação de fungos micorrízicos arbusculares e adubaçãofosfatada em mudas de cajueiro-anão-precoce. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 2004, vol. 39, no. 5, p. 477-483.

Recibido: 24 de octubre de 2006

Aceptado: 1 de agosto de 2007

# Cursos de Verano

Precio: 320 CUC

## Biotecnología

Coordinador: Dra.C. María M. Hernández Espinosa

Fecha: julio

Duración: 40 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**