

# Comunicación corta

## INFLUENCIA DE DIFERENTES VARIANTES DE FERTILIZACIÓN EN EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE POSTURAS DE *Coffea canephora* Pierre

A. Pérez, C. Bustamante, R. Rodríguez, A. Díaz, Y. Bertot y Maritza I. Rodríguez

**ABSTRACT.** An experiment was carried out at the Central Research Station of Coffee and Cocoa (ECICC), with the aim of evaluating the response of *Coffea canephora* Pierre to arbuscular mycorrhizal fungus fertilization (AMF), *Azotobacter chroococcum* and urea. *Azotobacter* strain was isolated from coffee rhizosphere in a noncarbonated ocric Brown soil. The inoculum was obtained at DIMARGON medium and applied as  $10^{10}$ UFC.mL<sup>-1</sup>. Mycorrhizal inoculum (*Glomus fasciculatum*, *Glomus clarum*) was taken from the strain collection of INCA; also a native strain concentrate was used. A mixture of propagules resulting from sorghum mycorrhization in a sterile soil containing hyphae, rootlets and 40 spores/g soil was used for inoculation. A randomized block design with 12 treatments and three replicates was employed, then six months after cuttings had been planted, evaluations were performed on stem height (cm), stem diameter (cm), leaf area (cm<sup>2</sup>), total dry weight (g), nutrient extraction (mg), also determining mycorrhizal colonization percentage. There was a positive response of *Coffea canephora* to inoculation by *Azotobacter* and AMF. The positive mycorrhizal effect depended on the strains employed. The application of *Glomus fasciculatum* as a certified strain to coffee inoculation in a Brown soil was reaffirmed. There was no positive response of leaf area applied to coffee seedling growth. The answer to coinoculation depended on it and it is feasible when utilizing soil natural inoculum potential, which is expressed by P absorption increments. Through *Glomus clarum*, *Azotobacter* reduced the effect or had no effect at all on cutting morphology, whereas by *Glomus fasciculatum*, P absorption increased. Native strain concentrate should not be applied together with *Azotobacter* nor urea, since it decreases leaf area and P absorption.

**Key words:** *Coffea*, seedlings, *Azotobacter*, fungi, organic fertilizers, vesicular arbuscular mycorrhizae

**RESUMEN.** En áreas experimentales de la Estación Central de Investigaciones de Café y Cacao (ECICC), se desarrolló un experimento dirigido a evaluar la respuesta de *Coffea canephora* Pierre a la fertilización con hongos micorrízicos arbusculares (HMA), *Azotobacter chroococcum* y urea. La cepa de *Azotobacter* utilizada se aisló de la rizosfera del café cultivado en suelo Pardo ócrico sin carbonatos. El inóculo se obtuvo en el medio DIMARGON y se aplicó con título de  $10^{10}$ UFC.mL<sup>-1</sup>. El inóculo micorrízico (*Glomus fasciculatum*, *Glomus clarum*) provino del cepario del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas; se utilizó además un concentrado de cepas nativas. Para la inoculación se utilizó una mezcla de propágulos de la micorrización del sorgo en suelo estéril que contenía hifas, raicillas y 40 esporas/g suelo. Se empleó un diseño de bloques al azar con 12 tratamientos y tres réplicas, realizándose a los seis meses de plantados los esquejes, las evaluaciones de altura (cm), diámetro del tallo (cm), área foliar (cm<sup>2</sup>), masa seca total (g), extracción de nutrientes (mg) y se determinó además el porcentaje de colonización micorrízica. Se obtuvo una respuesta positiva de *Coffea canephora* a la inoculación con *Azotobacter* y HMA. El efecto positivo de las micorrizas dependió de las cepas utilizadas. Se reafirmó la utilización de la cepa certificada *Glomus fasciculatum* para la inoculación del café en suelo Pardo. No se encontró respuesta positiva de la aplicación de urea foliar en el desarrollo de las posturas de *Coffea canephora*. La respuesta a la coinoculación dependió de ella y es factible cuando se utiliza el potencial de inóculo natural del suelo, lo que se expresa en el aumento de la absorción P. Con la cepa *Glomus clarum* la aplicación de *Azotobacter* deprimió o no causó efecto en la morfología de los esquejes, mientras que con *Glomus fasciculatum* aumentó la absorción de P. El concentrado de cepas nativas no debe aplicarse con *Azotobacter* y urea, pues deprime el área foliar y la absorción de P.

**Palabras clave:** *Coffea*, plántulas, *Azotobacter*, hongos, abonos orgánicos, micorrizas arbusculares vesiculares

### INTRODUCCIÓN

El café es un cultivo micótrofo obligado que presenta una alta dependencia micorrízica (1); sin embargo, se han encontrado bajos índices de colonización en la mayoría de las posturas producidas en viveros comerciales, lo cual indica la necesidad de realizar la coinoculación en esta fase.

Ms.C. A. Pérez y A. Díaz, Investigadores Agregados; Ms.C. R. Rodríguez, Investigador del Centro de Desarrollo de la Montaña, Limonar, El Salvador, Guantánamo; Dr.C. C. Bustamante, Investigador Titular y Ms.C. Maritza I. Rodríguez, Investigadora Auxiliar de la Estación Central de Investigaciones de Café y Cacao, Cruce de los Baños, Tercer Frente, Santiago de Cuba; Y. Bertot, Profesor Instructor de la Facultad de Agro-nomía de Sabaneta, Guantánamo

El efecto beneficioso de la inoculación micorrizica sobre los índices morfológicos de las posturas de cafeto se ha puesto de manifiesto en numerosas investigaciones (2, 3, 4, 5), apreciándose un mayor crecimiento y porcentaje de supervivencia en el campo, manteniéndose inclusive un efecto positivo en las primeras cosechas (6), pero variando el comportamiento de las cepas en dependencia del tipo de suelo, nivel de fertilidad del suelo y relación suelo/abono orgánico del sustrato (7).

La aplicación combinada de hongos micorrizógenos (HMA) y *Azotobacter* en posturas de cafeto presentó un marcado efecto positivo, cuando los viveros se condujeron en suelo de media a alta fertilidad (7). Se ha encontrado, además, un efecto positivo de la aplicación de *Azotobacter* en el crecimiento de posturas de *Coffea arabica* L. (8, 9).

En Cuba la especie *Coffea arabica* L. ha sido la más estudiada en cuanto al efecto que la aplicación de urea *Azotobacter* y HMA ejerce sobre su crecimiento y desarrollo, ya sea en fase de vivero o plantación; de ahí que el objetivo del presente trabajo consistió en evaluar la respuesta de *Coffea canephora* Pierre ex Froehner a la aplicación de *Azotobacter*, urea y HMA, y algunas de sus combinaciones en fase de vivero.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se desarrolló en el vivero de la Estación Central de Investigaciones de Café y Cacao (ECICC) desde 1999 al 2000.

En el experimento se utilizó un suelo Pardo ócrico sin carbonatos (10) mezclado con estiércol vacuno en proporción 3/1, cuyas características fueron: pH 6.72; MO 4.33 %; 17.3 mg de  $P_2O_5$  y 52.2 g de  $K_2O$  por 100 g de suelo.

Los inóculos micorrizicos (*Glomus fasciculatum* y *Glomus clarum*) provinieron del cepario del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA). Para la inoculación se empleó la mezcla de propágulos resultantes de la micorrización del sorgo (*Sorghum vulgare* L.) en suelo estéril que contenía hifas, raicillas y 40 esporas/g suelo.

La cepa de *Azotobacter chroococcum* se aisló del mismo tipo de suelo empleado en el experimento. El inóculo se obtuvo en el medio DIMARGON líquido con una titulación de  $10^{10}$  FC.mL<sup>-1</sup>. Se empleó la técnica de aplicaciones foliares a partir del tercer par de hojas con el producto diluido 1/20. La urea foliar se aplicó de igual forma que el *Azotobacter* pero al 1 %.

Se utilizaron esquejes de clones de *Coffea canephora* seleccionados por el Departamento de Mejoramiento de la ECICC, que se multiplicaron vegetativamente en propagadores tipo túnel.

Para la obtención del inóculo de cepas nativas concentradas, se tomaron los primeros 10 cm de la capa arable de un área cercana al experimento y se conformó una muestra de 1 kg; el concentrado se obtuvo por el método de lavado y tamizado hasta un tercio del volumen inicial.

Se empleó un diseño de bloques al azar con arreglo factorial, donde las causas de variación fueron: cuatro inóculos de micorrizas (población nativa de micorrizas, concentrado de cepas nativas, *Glomus clarum* y *Glomus fasciculatum*) y dos fuentes de N (*Azotobacter* y urea). Se comparó con un testigo desarrollado en condiciones normales de producción. Cada tratamiento se replicó tres veces (Tabla I).

**Tabla I. Descripción de los tratamientos**

Tratamientos	Descripción
1	Testigo
2	Aplicación de <i>Azotobacter</i> (BFN)
3	Urea foliar
4	Aplicación del concentrado de cepas nativas (CCN)
5	Coinoculación CCN+BFN
6	Aplicación de CCN+Urea
7	Aplicación de <i>Glomus fasciculatum</i> (Gerdemann y Trappe)
8	Coinoculación <i>Glomus fasciculatum</i> +BFN
9	Aplicación de <i>Glomus fasciculatum</i> +urea
10	Aplicación de <i>Glomus clarum</i> (Nicolson y Schenck)
11	Coinoculación <i>Glomus clarum</i> +BFN
12	Aplicación <i>Glomus clarum</i> +urea

**Variables de crecimiento.** Para caracterizar el desarrollo de las posturas se evaluaron los índices siguientes:

- ↳ Altura de la planta: se midió con una regla graduada desde el cuello de la planta hasta el ápice (cm).
- ↳ Diámetro del tallo: se midió con un pie de rey a 1 cm del cuello (cm).
- ↳ Área foliar: se estimó utilizando el método desarrollado para la especie *Coffea canephora* a partir de las dimensiones lineales de las hojas y de acuerdo con la siguiente fórmula (11):

$$AF \text{ (cm}^2\text{)} = \text{largo} \times \text{ancho} \times 0.67$$

- ↳ Masa seca: posterior a la extracción de las plantas de las bolsas, estas se separaron por órganos (hojas, tallos y raíz), se evaluó la masa fresca y posteriormente se colocó en una estufa a 65°C hasta alcanzar masa constante, determinándose su valor en cada órgano y total de la planta (g).

**Análisis de la planta.** En muestras de los diferentes órganos de las plantas se determinó el contenido de P como porcentaje de la masa seca.

- ↳ Fósforo (P): digestión húmeda con  $H_2SO_4$ +Se y determinación colorimétrica con el método del molibdo vanadato.

La extracción se calculó a partir de los datos de la masa seca de cada órgano y el correspondiente contenido del elemento (% P).

**Porcentaje de colonización.** Se tomaron muestras de raicillas de los distintos tratamientos y se les aplicó la metodología descrita (12) para clasificar y teñir las raicillas. La cuantificación se realizó según el método descrito (13), en un microscopio estereoscópico (20x), basado en el conteo de al menos 100 intersecciones de las raicillas con líneas de una placa de petri cuadrada.

Para determinar el efecto de la inoculación micorrizica, se estimó el índice de eficiencia (IE) a partir de la fórmula propuesta (1).

En nuestro caso se aplicó la variable área foliar, tomando como testigo de referencia las plantas no inoculadas en el mismo nivel de fertilidad.

$$IE(\%) = \frac{a - b \times 100}{B}$$

donde:

a: área foliar de las plantas micorrizadas

b: área foliar del testigo.

**Análisis estadístico utilizado.** Los datos fueron procesados mediante el paquete estadístico "Statistics", realizándose un análisis bifactorial 4x3 (HMA x fuente de nitrógeno).

En los casos en que se encontraron diferencias significativas entre las medias de los tratamientos, se aplicó la prueba de rangos múltiples de Duncan para 0.01 y 0.001 % (14).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Luego de haber realizado el análisis estadístico al experimento, se encontró que las variables morfológicas estudiadas estaban estrechamente relacionadas entre sí, por lo que la discusión de los resultados se centró en el área foliar, partiendo de su carácter integrador del crecimiento de las posturas (4, 7, 15).

Con la inoculación de *Azotobacter* se incrementó el área foliar en 49 % con respecto al testigo y 48 % en relación con la aplicación de urea (Tabla II), lo que puso de manifiesto el efecto estimulante y nitro fijador de la cepa nativa de *Azotobacter*.

Al utilizar el concentrado de cepas nativas (CCN) y *Glomus clarum*, fue necesaria la aplicación de urea foliar para lograr los mayores índices de área foliar, no así con *Glomus fasciculatum* y las cepas nativas de micorrizas, que si bien su efecto se vio inhibido por la incorporación de urea al suelo, con la coinoculación se favoreció el desarrollo foliar del cafeto (Tabla II).

Esto sugiere que la rizobacteria no solo sintetiza sustancias estimuladoras del crecimiento vegetal, sino que la pequeña cantidad de nitrógeno atmosférico fijado en la rizosfera de la planta es absorbida a concentraciones más bajas que las raíces, debido al incremento del área de exploración de las raíces provocada por los HMA, lo que hace posible una asimilación más rápida por parte de la planta que lo translocan hacia su interior y pasa a formar parte de los procesos metabólicos que en ella se realizan.

Los hongos micorrizógenos estimulan la actividad fijadora del N<sub>2</sub>, debido fundamentalmente a su efecto en el mejoramiento de la capacidad de absorción del P del suelo, lo que constituye un aporte importante, si se tiene en cuenta que durante el proceso de fijación biológica del N<sub>2</sub> se genera una alta demanda de fósforo en forma de ATP (16).

La aplicación de *Azotobacter* a injertos de *Coffea arabica* con patrón de *Coffea canephora* cultivado en suelo Pardo ócrico sin carbonato incrementó el área foliar, la masa seca y la extracción de nutrientes (17).

En los suelos Pardos, la coinoculación con *Azotobacter* en presencia de *Glomus* sp., *Glomus clarum* y *Glomus fasciculatum* produjo siempre incrementos significativos en la producción de área foliar con respecto al testigo (4).

No obstante, la respuesta encontrada entre las cepas de HMA frente a la aplicación de urea indica que no todas las cepas de HMA tienen la misma capacidad de favorecer la adquisición del N mineral por parte de la planta, debido a que este es un elemento que se mueve más bien por efecto de masa y no por la acción directa del hongo en cuestión como ocurre en el caso del P.

De igual forma ocurrió con la aplicación de *Azotobacter*, pues si bien mediante la coinoculación con *Glomus fasciculatum* y las cepas nativas se favoreció el área foliar, no ocurrió lo mismo con las cepas *Glomus clarum* y CCN, donde se deprimió este indicador (Tabla II), lo que permite

**Tabla II. Efecto de la aplicación de *Azotobacter*, urea y HMA sobre el desarrollo del cafeto**

Tratamiento	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Masa seca (g)	Infección (%)	Área foliar (cm <sup>2</sup> )	IE (%)
Testigo (3/1)	20.59 de	0.32	2.76 bcd	74.5 ef	326.09 e	-
BFN	27.18 ab	0.37	3.31 ab	74.5 ef	486.35 abc	-
Urea foliar	27.25 ab	0.30	3.33 ab	84.5 bc	328.18 e	-
CCN	28.36 ab	0.38	3.66 a	81.5 cd	413.03 bcde	26.66
CCN+BFN	26.45 bc	0.36	2.53 bcd	91.0 ab	402.37 cde	-
CCN+urea	28.48 ab	0.33	2.23 d	78.5 cde	542.68 a	-
<i>G. fasciculatum</i>	27.80 ab	0.34	2.68 bcd	48.5 a	498.0 ab	52.71
<i>G. fasciculatum</i> +BFN	28.21 ab	0.30	2.71 bcd	85.0 bc	472.20 abc	-
<i>G. fasciculatum</i> +urea	25.69 bc	0.34	2.71 bcd	77.0 def	375.16 de	-
<i>G. clarum</i>	30.39 a	0.34	3.16 abc	90.0 ab	439.58 bcd	34.80
<i>G. clarum</i> +BFN	19.65 e	0.31	2.31 cd	70.5 f	361.64 de	-
<i>G. clarum</i> +urea	23.56 cd	0.34	2.29 abcd	92.5 a	483.56 abc	-
ES	1.10***	0.018 NS	0.26**	2.01***	28.76***	-

Medias con letras iguales no difieren según Dócima de Duncan para 0.01 y 0.001

BFN: *Azotobacter chroococcum*

CCN: concentrado de cepas nativas

3:1- Tres partes de suelo y una de estiércol vacuno (tratamiento utilizado en la producción)

IE: índice de eficiencia

inferir que es posible encontrar en la micorrizosfera no solo posibles interacciones mutualistas y complementarias entre los microorganismos, sino que se deben esperar además efectos sinérgicos entre ellos; de ahí la necesidad de buscar cepas efectivas de microorganismos que permitan un manejo adecuado en el suelo.

El incremento alcanzado en el índice de área foliar por las cepas de HMA estuvo en el orden de 26 % para el CCN, 34 % para *Glomus clarum* y 52 % para *Glomus fasciculatum*, lo que reafirmó la efectividad de las micorrizas para inocular posturas de cafeto en este tipo de suelo e incluso con una relación suelo:abono orgánico de 3:1. En este mismo tipo de suelo, con igual relación suelo-abono orgánico pero con la especie arábica, *Glomus clarum* incrementó el área foliar en 12.8 % y *Glomus fasciculatum* en 17 % (3).

La respuesta encontrada con la aplicación del CCN indica que la concentración de propágulos nativos de posibles cepas eficientes, es inferior a la adecuada, pues solo se logró alcanzar una infección de 81.5 % en relación con *Glomus clarum*, que lo hizo para un 90 % y *Glomus fasciculatum* para 94.5 %.

Esto nos induce a plantear que no siempre el CCN debe originar efectos positivos, pues lo nativo además de sinónimo de biodiversidad lo es de adaptado y no necesariamente lo es de eficiente (7).

El hongo *Gigaspora margarita* fue más eficiente por los nativos para la producción de materia seca y la absorción de P en maíz cultivado en condiciones de suelo ácido con baja disponibilidad de P (18).

Si bien algunos autores (4, 7, 15) informan acerca de un mejor comportamiento de las posturas de *Coffea arabica* en un sustrato suelo:humus de lombriz en proporción 5:1, el sustrato empleado en la investigación estuvo conformado por suelo:estiércol bovino, que por lo general es menos rico en nutrientes y generalmente el éxito de la micorrización está dado por un suministro no óptimo de nutrientes a la planta, aspecto este logrado con el sustrato utilizado.

Independientemente de eso, la familia Glomaceae (a la cual pertenecen las cepas empleadas en la investigación) posee un amplio rango de distribución funcional y predominante en ecosistemas de alta y media fertilidad, donde resultan extremadamente eficientes y competitivas (4).

El índice de eficiencia permite seleccionar las cepas de mejor comportamiento en dependencia del tipo de suelo y da la posibilidad de recomendar por vez primera las más eficientes para inocular posturas de *Coffea canephora* en suelo Pardo ócrico sin carbonatos.

La cepa *Glomus fasciculatum* alcanzó el mayor índice de eficiencia en el suelo Pardo ócrico sin carbonatos (52.7 %), mientras que *Glomus clarum* tuvo una eficiencia de 34.8 % y el CCN solo de un 26.6 % (Tabla II).

Las posturas que fueron inoculadas con *Azotobacter* absorbieron más P que aquellas que no fueron inoculadas (Figura 1).

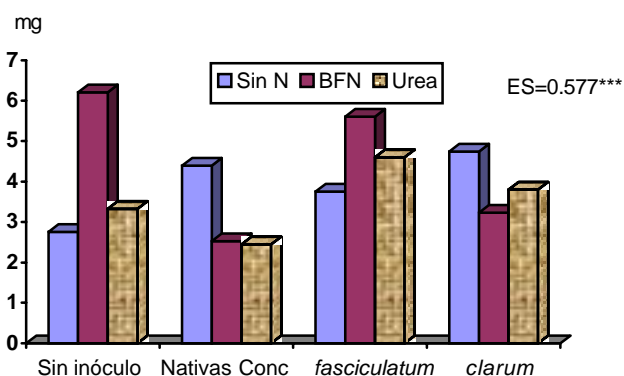


Figura 1. Efecto de las HMA y las fuentes de N en la absorción de P

Este efecto fue diferenciado entre las cepas de micorrizas. La absorción de P por *Glomus clarum* y el CCN se deprime con la utilización de *Azotobacter* y urea, mientras que en las posturas micorrizadas con *Glomus fasciculatum* la coinoculación con *Azotobacter* incrementa la absorción de P por parte de la planta (Figura 1).

En *Coffea arabica* la inoculación con cepas de HMA seleccionadas influyó de manera positiva en la absorción de nutrientes y mostró una estrecha relación entre la eficiencia simbiótica y el crecimiento de las posturas (4, 15).

La coinoculación de la bacteria fijadora del nitrógeno *Azospirillum brasilense* y el hongo *Gigaspora margarita* en posturas de cafeto, incrementó la absorción de nutrientes, la masa seca, el largo de la raíz y la colonización micorrizica en relación con el efecto aislado de ambos microorganismos (19).

Por otro lado, los procesos de micorrización facilitaron la absorción de N y P, la degradación del ácido galacturónico e incrementaron la altura y el peso seco foliar de los cafetos (20).

## REFERENCIAS

1. Siguiera, J. O., Franco, A. A. Biotecnología do Solo. Fundamento e perspectivas. Brasilia:Ministerio de Educacao, 1988.
2. Bustamante, C. /et al./ Efecto de la aplicación de bacterias fijadoras de nitrógeno y hongos micorrizico arbusculares en posturas de coffea arabica cultivadas en un suelo Pardo sin carbonatos. Documento Interno: ECICC, 1998. 16 p.
3. Fernández, F. Efecto del uso de las asociaciones micorrizicas arbusculares, diferentes sustratos y algunas rizobacterias sobre la producción de posturas de cafetos (*Coffea arabica* L.). [Tesis de grado], INCA, 1999.
4. Sánchez, C. /et al./ Efecto de la inoculación de hongos micorrizógenos (HMA) sobre la producción de posturas de cafetos en tres tipos de suelos del macizo montañosos Guamuhaya. *Cultivos Tropicales*, 2000, vol. 21, no. 3, p. 5-13.
5. Sánchez, C. /et al./ Efectividad de cepas de tres hongos formadores de micorrizas en interacción con niveles de suelo:humus de lombriz, en el desarrollo de posturas de cafeto. *Café y Cacao*, 2001, vol. 2, no. 1, p. 33-37.



6. Mariscal, E. /et al./ Evaluación de las micorrizas en almácigos de café. En: Memorias del Simposio Latinoamericano de Café (18:1997:Costa Rica), 1997. p. 165-170.
7. Rivera, R. /et al./ Efecto de la inoculación con hongos micorrizógenos y bacterias rizosféricas sobre el crecimiento de posturas de cafeto. *Cultivos Tropicales*, 1997, vol. 18, no. 3, p. 15-23.
8. Sánchez, C. /et al./ Efecto de la aplicación de Azotobacter sobre la germinación y el desarrollo de las posturas de cafeto. En: Resúmenes del Seminario Científico del INCA (11:1998:La Habana), 1998, p. 182.
9. Planes, J. M. Influencia de la aplicación de Azotobacter y bacterias fosfolubilizadoras en el crecimiento del tomate, pimiento y café cultivados en suelos Pardos. [Tesis de Maestría], 2002. 75 p.
10. Cuba. Minagri. Instituto de Suelos. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. La Habana: Agrinfor, 1999.
11. González, J. /et al./ Estimación del área foliar en *Coffea canephora* en vivero y en nuevas plantaciones. Resultado de investigación. Documento Interno: Estación Central de Investigaciones de Café y Cacao, 2000. 15 p.
12. Phyllips, D. M. y Hayman, D. S. Improved procedures for clearing root and staining parasites and vesicular arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Trans Brithis Mycol. Soc.*, 1970, vol. 55, p. 101-188.
13. Giovanetti, M. y Mosse, B. An evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infections in root. *New Phytol.*, 1980, p. 489-500.
14. Cochran, W. y Cox, G. Diseños experimentales. México : Editorial Trillas, 1990. p. 132-135.
15. Sánchez, C. Uso y manejo de los hongos micorrizógenos arbusculares y los abonos verdes en la producción de posturas de cafeto (*Coffea arabica* L.) en algunos suelos del macizo Guamuhaya. [Tesis de grado], 2001. 100 p.
16. Ojeda, L. /et al./ Inoculación de *Leucaena leucocephala* cv. Perú con micorrizas vesículo arbusculares en fase de vivero. *Pastos y Forrajes*, 1998, vol. 21, no. 2, p. 159-164.
17. Rodríguez, M. I. /et al./ Vías y concentración de aplicación de Azotobacter para injertos de *Coffea arabica* sobre patrón de *Coffea canephora*. En: Informe de la salida del PNCT 016. Documento Interno: Estación Central de Investigaciones de Café y Cacao, 1999. 12 p.
18. Mendoza, B. y Ramírez, R. Influencia de los hongos micorrizicos arbusculares sobre la producción de materia seca y absorción de fósforo por plantas de maíz fertilizadas con roca fosfórica. Boletín de la Sociedad Cubana de las Ciencias del Suelos. 2001, no. 4, p. 66.
19. Kumari, S. M. y Balasubramanian, A. Effect of combined inoculation of VAM and Azospirillum on the growth and nutrient uptake by coffee seedling. *Indian Coffee*, 1993, vol. 7, no. 12, p. 5-12.
20. Ramos, R. Evaluación fitorremediadora de plantas micorrizadas con hongos micorrizógenos. [Tesis de grado], Universidad de Oriente, 1999, 63 p.

Recibido: 19 de noviembre del 2001

Aceptado: 1 de julio del 2002

# Cursos de Verano

Precio: 320 USD

## Agroecosistemas: su conducción en una agricultura sostenible

**Coordinador: Dr.C. Angel Leyva Galán**

**Duración: 40 horas**

**Fecha: 8 al 12 de julio**



### 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) 6-3773  
Fax: (53) (64) 6-3867  
E.mail: posgrado@inca.edu.cu