

POTENCIAL ALELOPÁTICO DE DIFERENTES CONCENTRACIONES DE EXTRACTOS DE GIRASOL (*Helianthus annus*, L.), MAÍZ (*Zea mays* L.), FRIJOL (*Phaseolus vulgaris*, L.) Y BONIATO (*Ipomoea batata*, L.) SOBRE EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO INICIAL DEL FRIJOL COMÚN (*Phaseolus vulgaris*, L.)

Yaisys Blanco[✉], Idalmis Hernández, I. Urra y Á. Leyva

ABSTRACT. Under natural ecosystems as well as agroecosystems, plants release an appreciable quantity of biologically active compounds to the medium. Some of them act as inhibitors of seed germination or affect plant growth. These are allelopathic substances and their inhibiting action is known as allelopathy. This research work was aimed at determining the effect of water extracts of sunflower (*Helianthus annus*, L.), maize (*Zea mays*, L.), bean (*Phaseolus vulgaris*, L.) and sweet potato (*Ipomoea batata*, L.) on the growth and initial development of bean (*Phaseolus vulgaris*, L.) var. Tomeguín-94. Results showed a negative effect of these extracts on the germination, survival and stem length of common bean, without affecting root length in any case.

RESUMEN. En los ecosistemas naturales como en los agroecosistemas, las plantas liberan al medio una cantidad apreciable de compuestos biológicamente activos. Estas sustancias proporcionan beneficios o daños a otras plantas y también a animales, y se denominan aleloquímicos, cuyo efecto perjudicial o benéfico, directo o indirecto, de la acción de esos compuestos químicos liberados se le denomina alelopatía. El trabajo tuvo el objetivo de determinar el efecto de los extractos acuosos de girasol (*Helianthus annus*, L.), maíz (*Zea mays*, L.), frijol (*Phaseolus vulgaris*, L.) y boniato (*Ipomoea batata*, L.) sobre el crecimiento y desarrollo inicial de frijol (*Phaseolus vulgaris*, L.) var. Tomeguín-94. En los resultados se muestra un efecto negativo de estos extractos sobre la germinación, supervivencia y longitud del tallo del frijol común, no afectando la longitud de la raíz en ninguno de los casos.

Key words: allelopathy, plant extracts, kidney bean, maize, *Helianthus annus*, *Ipomoea batata*

Palabras clave: alelopatía, extractos vegetales, frijol, maíz, *Helianthus annus*, *Ipomoea batata*

INTRODUCCIÓN

Las plantas sintetizan y acumulan en sus órganos, metabolitos secundarios, que intervienen en interacciones complejas entre organismos vivos. Estas sustancias proporcionan beneficios o daños a otras plantas y también a animales, y se denominan aleloquímicos, cuyo efecto perjudicial o benéfico, directo o indirecto, de la acción de esos compuestos químicos liberados se le denomina alelopatía (1). Cuando la planta donante y la receptora son de la misma especie se denomina autotoxicidad (2). En general, un fenómeno se identifica como alelopático solamente cuando se prueba que es debido a acciones bioquímicas, aunque se admite el uso del vocablo en los pasos que le preceden (3).

No todas las sustancias liberadas por las plantas son inhibitoras; algunas manifiestan efectos estimulantes dependiendo de su concentración (4). Por tanto, la utilización del concepto "Alelopatía" como una herramienta de manejo en los cultivos, puede ser una de las alternativas de aplicación práctica en los agroecosistemas, hacia un acercamiento a la Agricultura Sostenible.

Un método práctico para iniciar la determinación del potencial alelopático de las plantas consiste en la extracción del extracto acuoso, donde se encuentra la sustancia tóxica en agua fría, a través del mojado de la parte verde o seca de la planta, filtrado y centrifugado, se prueba a escala de laboratorio con su posterior comprobación en condiciones de campo; así se ha demostrado el potencial alelopático del girasol como donante sobre otros cultivos receptores (5). Con estas premisas, se llevaron a cabo cuatro ensayos a escala de laboratorio, para determinar el probable potencial alelopático de los cultivos donantes girasol (*Helianthus annus*, L.), frijol (*Phaseolus vulgaris*, L.), boniato o batata (*Ipomoea batata*, L.) y maíz (*Zea mays*, L.) sobre frijol común (*Phaseolus vulgaris*, L.), como receptor y simultáneamente como donante sobre sí mismo, en busca de autotoxicidad.

Ms.C. Yaisys Blanco, Reserva Científica y Dr.C. A. Leyva, Investigador Titular del Departamento de Fitotecnia, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Gaveta Postal 1, San José de las Lajas, La Habana; Ms.C. Idalmis Hernández y Ms.C. I. Urra, Profesores Auxiliares del Departamento de Producción Agrícola, Universidad Agraria de La Habana, Cuba.

✉ yblanco@inca.edu.cu

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en los laboratorios de la Universidad Agraria de La Habana (UNAH), a partir de extractos de residuos vegetales de cultivos en producción, desarrollados en superficies agrícolas del suroeste de la provincia La Habana.

Un total de cuatro ensayos fueron realizados para la evaluación de los efectos de diferentes concentraciones de extractos acuosos de residuos vegetales de diferentes cultivos económicos como donantes, sobre la germinación y el crecimiento inicial del cultivo receptor *Phaseolus vulgaris*, L. (frijol común var. Tomeguin-94), incluyendo la aplicación de los extractos acuosos de sus propios residuos, para evaluar la autotoxicidad del cultivo receptor (4).

Se utilizaron los cultivos siguientes como donantes:

- ⇒ *Zea mays*, L. (maíz variedad Francisco)
- ⇒ *Ipomea batata*, L. (boniato o camote, clón CEMSA 78-354)
- ⇒ *Phaseolus vulgaris*, L. (frijol común, variedad CC-25-9N)
- ⇒ *Helianthus annuus*, L. (girasol, variedad Cuba-Sol)

En todos los ensayos se mantuvo un testigo de referencia a base de agua destilada en sustitución del extracto vegetal.

Para la realización de los ensayos se siguió la técnica descrita (6), ajustada a las condiciones del laboratorio de la UNAH (7). Se pesaron 50 g de residuo de la parte aérea del vegetal, se maceró y se añadió la cantidad de agua destilada necesaria (1000, 500, 330, 250 mL) para obtener las disoluciones de 5, 10, 15 y 20 % de la concentración del extracto. Se vertió en un erlenmeyer y se agitó por un período de 24 horas y luego se filtró. El ensayo sobre frijol común (100 % de germinación) se realizó colocando 10 semillas en cada placa de petri, previa colocación de algodón esterilizado (1 cm de grosor), sobre un papel de filtro dispuesto en el fondo de la placa. Se añadió 10 mL de los extractos. Para mantener la humedad en las placas, se suministró agua destilada diariamente a todos los tratamientos hasta pasados 20 días.

El diseño experimental utilizado fue completamente aleatorizado con cinco tratamientos y cuatro réplicas, el cual se repitió tres veces y los resultados se sometieron a análisis de varianza de clasificación simple; en caso de diferencias significativas, las medias se compararon según la prueba de rangos múltiples de Duncan ($p < 0,05$) y en algunos casos se calculó la media y el error. En el caso de las semillas germinadas (%) y la supervivencia de las plantas, se evaluaron visualmente. Los tratamientos objeto de estudio fueron las concentraciones equivalentes a 5, 10, 15 y 20 %, más el tratamiento testigo con agua destilada.

Las observaciones y determinaciones se realizaron cuando el 70 % de las plantas estuvieron germinadas, siendo estas las siguientes:

- semillas germinadas (%)
- supervivencia de las plantas (% de reducción)
- longitud del tallo y las raíces (cm)

- masas fresca y seca del tallo (g)
- masas fresca y seca de las raíces (g).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Semillas germinadas (%). Aunque cada ensayo fue realizado de forma independiente, los resultados serán analizados de forma conjunta, considerando los indicadores que fueron contemplados para evaluar el potencial alelopático de cada cultivo.

De los datos de la Tabla I se deduce mediante un análisis, que todos los extractos vegetales provocaron un nivel de afectación determinado, si se compara con el testigo. El grado de afectación en el porcentaje de semillas germinadas ascendió a un 50 % en todos los extractos y solamente en el caso de *Ipomea batata*, estuvo en correspondencia con la concentración del extracto acuoso, mientras que las mayores afectaciones se presentaron con el extracto proveniente del mismo cultivo, evidenciando la probable autotoxicidad del frijol. Resultados de afectación de la germinación han sido informados (8) al evaluar el efecto de los extractos de maní, pepino y sesbania sobre semilla botánica de papa, lo que indicó que por lo general los cultivos económicos presentan autotoxicidad; también se han obtenido otros resultados similares, pero en este último caso en los cultivos de maíz y frijol (2).

Tabla I. Porcentaje de semillas de frijol germinadas en los diferentes extractos vegetales

Concentraciones (%)	Germinación (%)			
	Boniato	Maíz	Frijol	Girasol
5	35	35	53	45
10	45	53	58	33
15	45	45	55	17
20	53	28	58	18
Testigo	100	100	100	100

En sentido general, por los resultados de la germinación, todos los extractos vegetales evaluados con independencia de las concentraciones, mostraron una inhibición a la germinación del frijol.

Supervivencia de las plantas. Porcentaje de reducción. En la Tabla II se observa una marcada reducción de la supervivencia de las plantas en todos los extractos vegetales, en cualquiera de las concentraciones utilizadas, mostrándose incluso la carencia de una tendencia en correspondencia con la concentración. Este resultado permite reflexionar sobre el verdadero carácter de una acción alelopática, que además de ser de una elevada complejidad, deja notar su enmascaramiento, debido quizás a que para poder definir un verdadero efecto alelopático (2, 9, 10, 11, 12), se hace necesario aislar el agente químico que causa el efecto, pues en el extracto acuoso se concentran numerosos compuestos que en una acción combinada pueden perder el efecto o hacer sinergia. Por

otra parte, muchos de los efectos alelopáticos encontrados a escala de laboratorio, no llegan a funcionar directamente en el campo, por las diferentes interacciones que se producen frente a factores bióticos y abióticos presentes en el agroecosistema. Es por ello que la manifestación de estos resultados, en principio, está indicando un posible potencial alelopático de carácter negativo para el frijol común como planta receptora, frente al girasol, maíz y boniato, resultados que coinciden con lo informado en la papa (4, 13).

Tabla II. Porcentaje de sobrevivencia de las plantas: Porcentaje de reducción en los diferentes extractos vegetales

Concentraciones (%)	Reducción de la sobrevivencia (%)			
	Boniato	Maíz	Frijol	Girasol
5	90	82.5	25	65
10	85	65	40	40
15	25	42.5	45	55
20	35	32.5	47.5	77.5
Testigo	0	0	0	0

Longitud del tallo (cm). En la Tabla III se muestran los resultados de la longitud del tallo a los 15 días de realizada la siembra, evidenciándose en todos los casos un efecto negativo. La longitud del tallo estuvo limitada significativamente, respecto al testigo, dando así muestras de la marcada susceptibilidad del frijol frente a los extractos acuosos, con independencia de la concentración utilizada, que solamente mostró una disminución de la longitud del tallo con el aumento de la concentración en el caso del frijol común, al presentar las mayores afectaciones en correspondencia con la concentración del extracto. El frijol es afectado por los residuos de *Manihot esculenta* y por la propia paja del frijol (13). Particularmente, el girasol mantuvo una tendencia de mayor agresividad respecto al maíz y el boniato. Se plantea que no todas las sustancias liberadas por las plantas son inhibitoras en igual medida y, por el contrario, algunas manifiestan efectos estimulantes dependiendo de su concentración entre otros factores (14). Por otra parte, resultó curiosa la respuesta del girasol de mostrar una marcada afectación a la concentración del 15 %, la cual resultó significativamente inferior a la del 10 %. A tal efecto, se ha demostrado que la influencia alelopática de los extractos acuosos de girasol puede inhibir la germinación y el crecimiento del tallo; sin embargo, puede aumentar su longitud con concentraciones bajas, y disminuirlo con el aumento de las concentraciones (1, 5, 15). Sobre los efectos alelopáticos aún faltan conocimientos y precisiones a desarrollar, las que se pueden enmarcar en las metodologías para las determinaciones hasta las sustancias causantes de los verdaderos efectos; sin embargo, ensayos como los que se presentan en este trabajo permiten excluir en determinados casos e incluir en otros, las especies con menores y mayores probabilidades de presentar potenciales alelopáticos respectivamente.

Tabla III. Longitud del tallo (cm)

Concentraciones (%)	Longitud del tallo (cm)			
	Boniato	Maíz	Frijol	Girasol
5	12.44 b	11.35 b	6.76 b	3.84 c
10	11.92 b	3.68 c	3.94 c	10.94 b
15	12.93 b	9.57 b	4.18 c	0.95 d
20	3.66 c	9.45 b	1.44 d	1.93 d
Testigo	20.81 a	20.81 a	20.81 a	20.81 a
S.x	0.561	0.976	0.597	0.522
C.v	12.32 %	17.62 %	16.07 %	13.56 %

Por otra parte, para los productores resulta de gran provecho conocer la existencia de extractos acuosos, que en pequeñas concentraciones inhiben la germinación de otras plantas, por sus posibles potencialidades como herbicidas naturales para el manejo de arvenses; es por ello que estos resultados pueden ser de interés práctico, si se demuestra que tales efectos inhibitorios de la germinación y posterior crecimiento de cultivos económicos, también lo son para algunas arvenses de elevada agresividad en los agroecosistemas tropicales.

Longitud de la raíz (cm). En la Figura 1 secciones a y b aparecen reflejados los datos relacionados con la longitud de la raíz del frijol común, por influencia de las diferentes concentraciones del extracto acuoso de girasol y el propio frijol común. El boniato y maíz no presentaron afectaciones significativas.

Se aprecia que al igual que en los anteriores análisis, el girasol manifestó su influencia negativa, con mayores afectaciones al 5 que al 10 %, mostrando incluso igual comportamiento estadístico que el testigo, para esta última concentración. También el frijol dio muestras de su autotoxicidad, al presentar niveles significativos de afectación similares al girasol. Estos resultados en parte están en correspondencia con otros obtenidos al estudiar los efectos de extractos de girasol en la germinación y el desarrollo de las arvenses asociadas al frijol, que comprobaron el carácter inhibitorio del extracto de este cultivo sobre *Sorghum halepense*, *Euforbia heterophylla*, *Cyperus rotundus*, *Portulaca oleraceae* y *Amaranthus dubius* (8).

Masas fresca y seca del tallo y las raíces. Los valores obtenidos de las medias en la masa fresca (MF) y masa seca (MS) del tallo y las raíces (datos no mostrados), arrojaron similar comportamiento que en los indicadores anteriormente evaluados, reflejándose las diferencias con el testigo y sin diferencias entre los extractos de los cultivos sobre el frijol común y sus concentraciones. La escasa masa y el volumen que pudieron aportar las pequeñas plantas, podrían haber enmascarado el resultado final; sin embargo, las valoraciones hechas a partir de los resultados obtenidos permiten reflexionar sobre los siguientes puntos clave, referentes a que: los cuatro cultivos evaluados parecen poseer cierto potencial alelopático sobre el frijol común, incluyendo su autotoxicidad; por otra parte, se pudo constatar que el girasol mostró un marcado potencial como planta alelopática, cuyo efecto podría variar en función de la concentración de la solu-

ción acuosa; además, este cultivo y los restantes del estudio potencialmente podrían tener algún efecto inhibitor de arvenses a bajas concentraciones, lo que podría constituir una alternativa viable desde el punto de vista práctico, para su utilización en la actividad productiva (16).

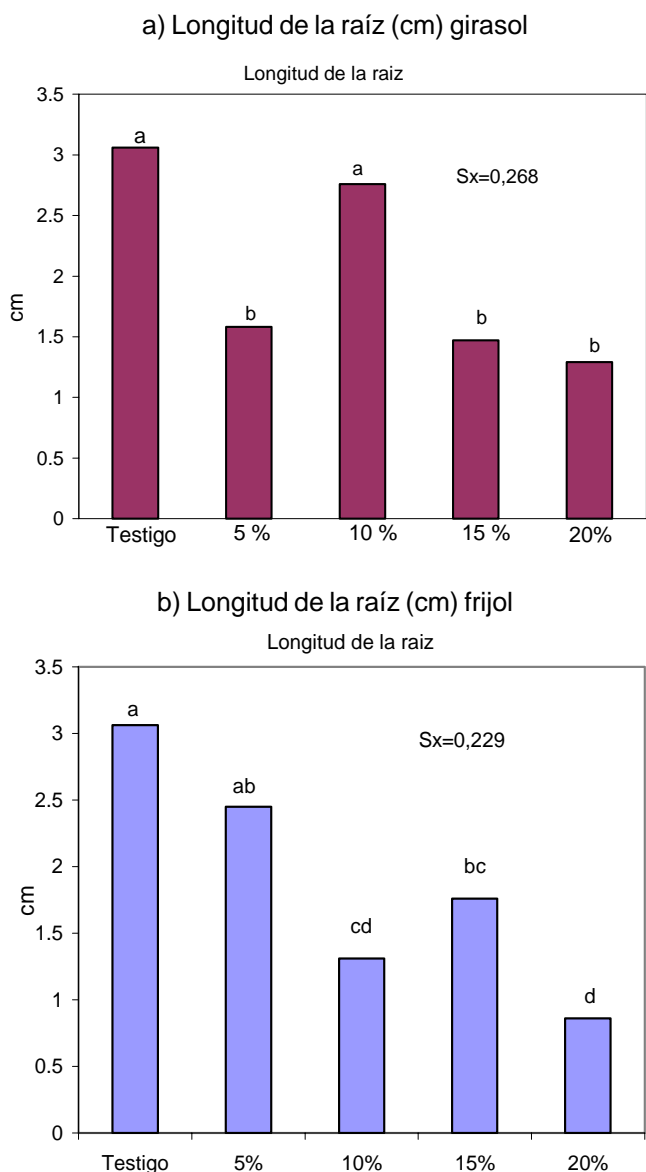


Figura1 Longitud de la raíz (cm) del frijón común por efecto de las diferentes concentraciones del extracto de girasol y del propio frijón

En relación con los atributos, masas seca y fresca del tallo, en los resultados informados previamente se ha presentado una disminución entre los diferentes cultivares, como consecuencia del efecto alelopático negativo causado por otras especies (1, 2, 4, 5, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23). Concordando con esto, nuestros resultados revelan una disminución en las masas fresca y seca de la planta de frijón, como consecuencia del efecto inhibitorio de las especies utilizadas como extractos vegetales.

CONCLUSIONES

- * Los extractos vegetales de boniato (*Ipomoea batata*, L.), maíz (*Zea mays*), frijol (*Phaseolus vulgaris*) y girasol (*Helianthus annuus*), en cualesquiera de las concentraciones estudiadas, causan efectos negativos en la germinación y sobrevivencia del frijol común.
- * Los extractos vegetales utilizados afectaron desfavorablemente la longitud del tallo del frijol, siendo la concentración del 10 % la que alcanzó la mayor afectación en los extractos de maíz, mientras que la concentración del 20 % lo hizo en los extractos de frijol y boniato, y para el girasol osciló entre el 15-20 %.
- * Los extractos vegetales utilizados no afectaron la longitud de las raíces del frijol común, excepto los residuos de girasol que a concentraciones de 5, 15 y 20 % disminuyeron drásticamente su longitud.

REFERENCIAS

1. Ahn, J. K. y Chung, I. M. Allelopathic potential of rice hulls on germination and seedling growth of barnyardgrass. *Agronomy Journal*, 2005, vol. 92, p. 1162-1167.
2. Mederos, D. Evaluación de organismos asociados e indicadores productivos en el sistema frijón-maíz con diferentes manejos de enmalezamiento. [Tesis de Doctorado], La Habana, 2002.
3. Beltrán, L. Efectos alelopáticos del girasol (*Helianthus annuus* L.) intercalado con cultivos económicos de ciclo corto. [Tesis de Maestría]. ISCAH, Cuba, 1997.
4. Leyva, A. Diversidad de plantas potencialmente útiles en los agroecosistemas. Aleopatía en: Agroecología en el Trópico-Ejemplos de Cuba. 2005, 144 p.
5. Aleopatías. Interacciones químicas entre las plantas [consultado en noviembre 2003]. Disponible en: <<http://www.webcolombia.com>, 2003>.
6. Gizasa, M. J. y Souto, C. Allelopathy: Field observations and methodology. (S. S: Narval y P. Tauro Eds), Jodhpur: *Scientific Publishers*, 2001, p. 213-231.
7. Puente, M. Potencial alelopático del girasol (*Helianthus annuus* L.): una vía alternativa en el manejo de herbicidas para una agricultura sustentable, 1999.
8. Efecto alelopático del extracto de tabaco (*Nicotiana tabacum*, L.) sobre algunos cultivos económicos [consultado en noviembre 2006]. Disponible en: <<http://www.webcolombia.com/aleopatía>. Plantas alelopáticas, 2002>.
9. Kottir, F. Efectos alelopáticos de los cultivos económicos maíz, pepino y sesbania, sobre la germinación de la semilla de la papa (*Solanum tuberosum* L.). [Trabajo de Diploma]; ISCAH, 1994, 36 p.
10. Ives, J. Identificación de posibles interacciones alelopáticas de diferentes especies vegetales sobre el cultivo del arroz (*Oryza sativa*, L.). [Trabajo de Diploma]; UNAH, 2003.
11. Aleopatía: Concepto, características, metodología de estudio e importancia. [Consultado en noviembre 2006]. Disponible en: <<http://fai.unne.edu.ar/biologia/plantas/aleopatia.htm>, 2005>.
12. García, C. R. Utilización del potencial alelopático del maíz (*Zea mays* Lin) como alternativa no contaminante para el combate de malezas. [Tesis de Maestría]. UNAH, 2002.

13. Bearina, C. Efectos alelopáticos de los cultivos económicos maíz, canabalia y caupí, sobre la germinación de la semilla de la papa (*Solanum tuberosum* L.). [Trabajo de Diploma]; ISCAH, 1994.
14. Macías, F. A. /et al./ Plant Biocommunicators: Application of Allelopathic Studies. Phytoconsult. Agency for research into plant compounds. Netherlands, 2000, p.1-25.
15. Beltrán, L. R.. Estudio del potencial alelopático del girasol (*Helianthus annuus* L.) sobre diferentes cultivos económicos en sistemas de policultivos. La Habana. Centro de Estudios de Agroecología y Agricultura Sostenible. [Tesis de Maestría]; ISCAH, 1996. 53 p.
16. Efecto alelopático del extracto de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) sobre algunos cultivos económicos [Consultado en noviembre 2006]. Disponible en: <<http://www.webcolombia.com/alelopatia>. Plantas alelopáticas, 2002>.
17. Arnaude, O.; Bracho, B. y Peraza, S. Potencial alelopático de extractos acuosos y orgánicos de *Pteridium aquilinum* sobre semillas de *Lactuca sativa*. En: XV Congreso de la Asociación Latinoamericana de Malezas. X Jornadas Venezolanas Científico-Técnicas en Biología y Combate de Malezas. Maracaibo. 2004, p. 190.
18. Hernández, I. Identificación de posibles interacciones alelopáticas de diferentes cultivos de interés económico sobre el frijol (*Phaseolus vulgaris*, L.) var.CC-25-9N. [Tesis de Maestría], ISCAH, 1999.
19. Urdininea, J. A. Efectos alelopáticos de diferentes especies vegetales en la germinación del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). [Trabajo de Diploma]; ISCAH, 1995.
20. Evaluación de extractos de plantas tropicales sobre la incidencia de *Radopholus similis* Cobb. [Consultado en noviembre 2006]. Disponible en: <[http://www.agritechnology.com/iaf/ Allelopathy in the next millenium. 2007](http://www.agritechnology.com/iaf/Allelopathy%20in%20the%20next%20millennium)>.
21. Aqueous leaf extract properties of cerrado species in Central Brazil. [Consultado en abril 2007]. Disponible en: <[http:// www .regional. org. au / allelopathy / botghettif. htm](http://www.regional.org.au/allelopathy/botghettif.htm), 2006>.
22. Blanco, Y. La utilización de la alelopatía y sus efectos en diferentes cultivos agrícolas. *Cultivos Tropicales*, 2006, vol. 27, no. 3, p. 5-16.
23. Oliveira, S. C. C.; Ferreira, A. G. y Borghetti, F.. Allelopathic effect of *Solanum lycocarpum* St. Hil. leaves on the germination and growth of *Sesamum indicum* L. under different temperatures. *Acta Botànica Brasilica*, 2004, vol.18, no.3, p. 401-406.

Recibido: 26 de junio de 2006

Aceptado: 13 de julio de 2007

Cursos de Verano

Precio: 320 CUC

Agroecosistemas: su conducción en una agricultura sostenible

Coordinador: *Dr.C. Angel Leyva Galán*

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