

EFECTO DE LA APLICACIÓN DE PRODUCTOS BIOLÓGICOS A LA ESPECIE *ALBIZIA CUBANA* BRITTON

EFFECT OF THE IMPLEMENTATION OF THE SPECIES BIOLOGICAL *ALBIZIA CUBANA* BRITTON

DR. C. YURIS RODRÍGUEZ-MATOS,¹ DR. C. PEDRO ÁLVAREZ-OLIVERA,² DR. C. MANUEL C. RIERA-NELSON,¹ ING. LÁZARO TELO-CRESPO¹ Y LIC. OSMANY JAY-HERRERA¹

¹ Universidad de Guantánamo. Facultad Agroforestal de Montaña. Km 6 ½ carretera El Salvador, Guantánamo, Cuba, yuris@fam.cug.co.cu

² Universidad de Pinar del Río. Centro de Estudios Forestales. Calle Martí Final 270, Pinar del Río, Cuba

RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de productos biológicos para Albizia cubana, desde el vivero hasta plantación, de enero de 2008 a junio de 2010. Los tratamientos fueron con Hongo Micorrízico Arbuscular (HMA), Fitomas E, HMA + Fitomas E y sin productos biológicos. Se evaluaron 15 plantas a los ciento veinte días en vivero y doce y veinticuatro meses en plantación, y el diseño en vivero completamente al azar y en plantación bloque al azar, con cuatro repeticiones. Se evaluaron diámetro, altura, número de hojas, peso seco foliar (PSF), peso seco de las raíces (PSR), largo de raíz (LR), área foliar y porcentaje de supervivencia. Los mejores valores indicaron el tratamiento III en vivero en las variables morfológicas diámetro, altura, número de hojas, PSF, PSR y LR, resultando favorable también en plantación.

Palabras claves: *Albizia cubana*, árboles forestales, abonos orgánicos.

ABSTRACT

The objective of the study was to evaluate the effect of biological products for Albizia cubana, from the nursery until plantation, of January 2008 until June 2010. The treatments with Mycorrhiza Tree Fungus (HMA), Fitomas E, HMA + Fitomas E and without biological products. 15 plants were evaluated to the 120 days and 12 and 24 months in plantation. The design in nursery totally at random and in plantation block at random, with four repetitions. They were evaluated diameter, height, number of leaves, dry weight to foliate (PSF); I weigh dry of the roots (PSR), long of root (LR), area to foliate and % of survival. The best values indicated the treatment III in nursery in the variables morphological diameter, height, number of leaves, PSF, PSR and LR, being favorable also in plantation.

Key words: *Albizia cubana*, forest trees, organic fertilizers.

INTRODUCCIÓN

La protección y conservación de recursos naturales, como el suelo, el agua y la biodiversidad proporcionan un equilibrio y mejoramiento del medio ambiente en general, al ser funciones insustituibles de los ecosistemas forestales. Herrero (2003) considera que los principales problemas en Cuba son la degradación de los suelos, la deforestación, la pérdida de la biodiversidad y la contaminación de aguas marinas y terrestres.

Los bosques, en particular los tropicales, ocupan un lugar destacado en los esfuerzos encaminados en la conservación de la diversidad biológica. Se ha estimado que la mitad de la biodiversidad del mundo está contenida en ellos y que probablemente más de las cuatro quintas partes de ciertos grupos de plantas y animales [Cifor/Unesco 1999, citado por Bellefontaine *et al.* 2007]. En Cuba la tala de los bosques desde la época de la colonia redujo considerablemente su

superficie, mientras que la deforestación ha traído serios problemas de biodiversidad y de erosión de los suelos [Toral *et al.*, 2007]. El empleo de los biofertilizantes y bioestimulantes constituyen alternativas muy promisorias para el suministro de nutrientes, al ser tecnología no contaminante del ambiente, y en Cuba, durante los últimos años, diferentes grupos de investigaciones han llevado a cabo programas de investigación-desarrollo, dirigidos a la evaluación de varios géneros de bacterias nativas del suelo (fundamentalmente *Bradyrhizobium*, *Azotobacter*, *Azospirillum* y *Pseudomonas*) y de Hongos Micorrizógenos Arbusculares (*Glomus* y *Acaulospora*), de forma individual y combinadas, con efectos muy ventajosos sobre el crecimiento y calidad de las plantas [Medina, 2004].

Este trabajo tiene como objetivo evaluar el efecto de los productos biológicos: Hongo Micorrízico Arbuscular (HMA) con cepas *Glomus intrarradices* que actúa como biofertilizante y Fitomas E, un bioestimulante

para la especie *Albizia cubana* Britton y Wilson (bacona) desde la fase de vivero con seguimiento en la plantación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se realizó desde enero de 2007 hasta junio de 2009 en la Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) Idio Favier Favier, que se ubica a 3 km del municipio de Yateras, en las coordenadas 20°111' de latitud norte y 75°081' de longitud oeste, en zonas no aptas para el cultivo de *Coffea arabica* L., perteneciente a la Empresa Café y Cacao de esta misma localidad, dentro de la provincia de Guantánamo, Cuba, con un área total de 59,54 ha, de ellas 21,54 de café y 38,00 como no productivas del cultivo principal. A partir del reordenamiento se realiza la plantación de la especie *Albizia cubana* Britton y Wilson, con aplicación de productos biológicos en una superficie de 2,5 ha, donde la pérdidas de suelos es de 12,6 t x ha⁻¹ y la pendiente de 22 % (Fig. 1).

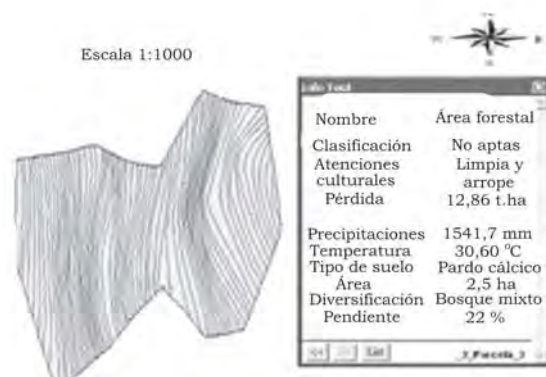


Figura 1. Área destinada para el bosque mixto, representada mediante datos de un Sistema de Información Geográfica (SIG).

Características edáficas del área experimental

Propiedades físicas

Se realizaron en el Laboratorio de Suelos de la provincia de Guantánamo, en un suelo pardo cálcico con carbonatos, según la última clasificación de Hernández *et al.* (1999), con una profundidad efectiva que se evalúa de poco profunda (40 cm), con presencia de car-

bonato de calcio a partir del tercer horizonte, un límite superior de plasticidad (LSP) en el primer horizonte que se caracteriza de plástico, baja elevación capilar (EC) y baja densidad aparente (d), con una densidad real de media (D) y alta la porosidad total (P).

Propiedades químicas del suelo

El análisis químico también se realizó en el mismo laboratorio de suelos, con valores de pH en KCl que oscilan desde ligeramente ácido (5,7) en la superficie a neutro (6,3) en profundidad; la capacidad de intercambio catiónico (T) (71,1 a 75,4) y los contenidos de Ca intercambiables (61,2 a 63,0), se comportan altos en todo el perfil. Referidos al porcentaje de T, los cationes Mg, K y Na muestran valores cercanos al mínimo permisible [Minag, 1987] para la generalidad de los cultivos. Es un suelo con bajos contenidos de materia orgánica en sus horizontes inferiores, y valores muy bajos de P_2O_5 . Los valores de K_2O van de medios a bajos.

Caracterización climática

El área de estudio presenta una temperatura promedio anual de 21,31 °C, con una máxima absoluta de 23,20, máxima media 20,7 y mínima media 8,50 °C. La mínima absoluta registrada ha sido de 10,60 °C. La precipitación es alrededor de los 1541,7 mm y se comportan excesivas por manifestarse por encima de los 100 mm en los meses de la segunda quincena de marzo a julio y hasta noviembre.

Tratamientos

Los tratamientos se realizaron en fase de vivero con seguimiento en la plantación. En la fase de vivero se estableció un diseño completamente aleatorio y en plantación de bloques al azar, con cuatro réplicas. Dichos tratamientos se conformaron de la siguiente forma:

I. Proporción 7:1 + Hongo Micorrízico Arbuscular (HMA), II. Proporción 7:1 + Fitomas E, III. Proporción 7:1 + Hongo Micorrízico Arbuscular (HMA) + Fitomas E y IV. Proporción 5:1 sin aplicación de productos biológicos.

Esta proporción está constituida por siete partes de suelo y una de materia orgánica (pulpa de café), donde la calidad nutricional de esta pulpa de café se obtuvo por Velázquez (2002).

Las especies *Albizia cubana* fueron sometidas al tratamiento pregerminativo (inmersión en agua por veinticuatro horas).

Se utilizó el paquete estadístico SPSS 15.0 (2006) en el procesamiento del análisis de

varianza simple en condiciones de vivero y doble en el campo, con test de rangos múltiples de Duncan (5 %) para la comparación de medias en cada una de las especies estudiadas.

Aplicación de productos biológicos en el vivero y seguimiento en la plantación

1. *Aplicación del hongo de la micorriza*: Las semillas se inocularon con 10 (g) del Hongo Micorrízico Arbuscular (HMA), *Glomus intrarradices* procedente del INCA con una calidad de 20 esporas/g de suelo para un 50 % de colonización radical, el cual actúa como biofertilizante. Posteriormente se sembraron tres semillas en cada una de las 100 bolsas de polietileno, 2 kg por bolsa del suelo del sitio de estudio, de las cuales se evaluaron al azar 15 plantas en cada uno de los tratamientos.

A las 15 plantas evaluadas en vivero, durante ciento veinte días de cada uno de los tratamientos, se les dio seguimiento en la fase de plantación para valorar su comportamiento a los doce y a los veinticuatro meses, mediante la ejecución del proyecto de reforestación, utilizando el marco de plantación de 2 × 2 m a tresbolillos.

2. *Aplicación de Fitomas E*: Este producto se aplicó a 100 plantas de cada uno de los tratamientos T_{II} y T_{III} con una dosis de 2 mL de Fitomas E/1 L de agua en la parte foliar, evaluándose 15 plantas escogidas al azar de cada uno de los tratamientos. Se realizaron las aplicaciones de este producto a los veinticinco días en el vivero.

Evaluaciones realizadas en vivero y plantación con aplicación de productos biológicos

A las 15 plantas de cada uno de los tratamientos evaluadas en vivero (120 días) se les dio seguimiento en la fase de plantación para valorar su comportamiento a los doce y a los veinticuatro meses, mas sin repetir el peso seco foliar, peso seco de las raíces, largo de las raíces y área foliar, pero sí todas las demás variables, incluyendo supervivencia en la plantación. Diámetro del tallo (cm), altura de la planta (m), número de hojas (unidades), peso seco foliar (g), peso seco de las raíces (g) y largo de la raíz (cm).

Área foliar (cm²) y factor de corrección. Se utilizó la metodología de Fernández y Arias (1989) a través del método pliegos de papel (*kraft*, *gaceta*), conocidos como *gravimétricos*, donde a los ciento veinte días se evaluaron por tratamientos 15 plantas. Tomándose 20 hojas se realizó el pesaje de la figura de las hojas en el papel utilizado por separado mediante la siguiente fórmula:

$$AF = L \times A \times Fc \quad [1]$$

AF: Área foliar

L: Largo

A: Ancho

Fc: Factor de corrección

Determinación del factor de corrección:

$$Fc = \frac{AF}{L \times A} \quad [2]$$

Determinación de la ecuación lineal:

$$Y = a + bx \quad [3]$$

Y: área foliar (cm²)

a: Constante

b: Constante

L: Largo

A: Ancho

Porcentaje de supervivencia. Se evaluaron cada cuatro meses en forma consecutiva hasta los dos años de plantación, y se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ supervivencia} = \frac{Pv}{(Pv + Pm)} \times 100 \quad [4]$$

Pv: Plantas vivas

Pm: Plantas muertas

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Comportamiento de especie forestal diversificada para bosque de selección plantado

El tratamiento III. Proporción 7:1 + Hongo Micorrízico Arbuscular (HMA) + Fitomas E de forma combinada fue el que mejor se comportó en las variables que se evaluaron, con diferencias significativas con los demás tratamientos, aunque se puede mostrar que el T_I Proporción 7:1 + Hongo Micorrízico Arbuscular (HMA) y T_{II} proporción 7:1 + Fitomas E, también brindaron resultados positivos con respecto a los que alcanzó el T_{IV} Proporción 5:1 sin aplicación de productos biológicos (*Tabla 1*).

TABLA 1
Evaluación de parámetros morfológicos en la especie *Albizia cubana* los ciento veinte días en fase de vivero

Tratamientos	Diámetro del tallo (cm)	Altura de la planta (m)	Número de hojas (unidades)
I	0,601 a	0,47 b	9 a
II	0,562 b	0,29 c	7 b
III	0,613 a	0,62 a	11 a
IV	0,531 c	0,20 d	4 c
E.E	0,5*	0,009*	0,11*

*Letras iguales en columna no tienen diferencia significativa, según Dócima de Duncan para ($p \leq 0,05$) y E.E: Error estándar calculado.

Los resultados están acordes con los estudios de Jordá y Lucía (2006), al manifestar que la micorriza en el medio forestal les ofrece a sus clientes un producto de alta calidad a través de especies forestales en localidades de alta fragilidad, con alto porcentaje de

supervivencia, aumento del número total de raíces y mayor vigorosidad de la parte aérea.

Comportamientos similares, pero en posturas de *Calycophyllum candidissimum*, obtuvieron Fernández *et al.* (2006) con la aplicación

de 5,0 mL de Fitomas E en la etapa de vivero, en diferentes parámetros morfológicos de importancia para la especie (altura, diámetro, número de hojas, etc.), y Cruz *et al.* (2005) afirman que la micorriza proporciona una mejor *calidad biológica* a las plantas, al absorber mayor cantidad de nutrientes en el suelo que les permite ser más resistentes a los cambios adversos dentro de un ecosistema de gran fragilidad.

Comportamiento de la estimación del área foliar a los ciento veinte días en fase de vivero

El T_{III} Proporción 7:1 + Hongo Micorrizico Arbuscular (HMA) + Fitomas E presentó el 91 % de los cambios ocurridos por el largo y el ancho de las hojas, lo que determinan el área foliar, con muy buena confiabilidad del coeficiente de determinación, y se determinó a través de la ecuación (6) y (7) (Fig. 2).

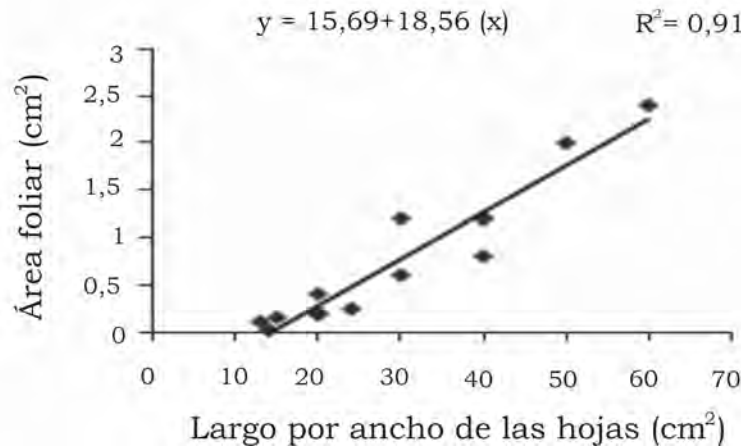


Figura 2. Comportamiento de la estimación del área foliar de *Albizzia cubana* a los ciento veinte días en fase de vivero. R^2 : Coeficiente de determinación, x : Largo por el ancho de las hojas.

Como se observa en el diagrama de dispersión, existe una fuerte correlación entre largo por ancho de las hojas con el área foliar debido al efecto de los productos biológicos HMA «biofertilizante», y Fitomas E «bioestimulante», al favorecer el comportamiento fisiológico de la planta, adaptada a las condiciones climáticas del lugar de estudio.

Estos beneficios se corresponden al aporte de estos productos biológicos (HMA y Fitomas E) al proporcionarle a la planta un mejor funcionamiento fisiológico y mayor absorción de los nutrientes (nitrógeno, fósforo y potasio), donde su combinación juega un papel muy importante en su crecimiento y desarrollo.

Esta especie mantuvo buen comportamiento en estos terrenos montañosos con 499 m sobre el nivel del mar, donde Betancourt (2000) alcanzó resultados similares con esta espe-

cie, al plantear que crece en terrenos montañosos de diferentes provincias orientales, además de ser endémica de la parte más oriental de Cuba. También plantea Bässler (1998) que se ha colectado en la zona del río Cauto, al norte de Manzanillo, con buen comportamiento en diámetro y altura.

Además, Montano (1998) también expone que la interacción suelo-planta propicia mayor desarrollo de la rizosfera, la cual el Fitomas E elabora hormonas de crecimiento y otras sustancias útiles al vegetal.

Los resultados coinciden con Álvarez y Varona (2006), al manifestar la reforestación en localidades de alta fragilidad con mayor posibilidad de supervivencia, y exponen que es una especie que se desarrolla sobre suelos de diverso origen, siempre que sea fértil, profundo, pero bien saneado.

Evaluación de los parámetros morfológicos en la plantación

El T_{III} Proporción 7:1 + Hongo Micorrízico Arbuscular (HMA) + Fitomas E en forma combinada resultó ser el más efectivo en todas las variables, con diferencias significativas a

los doce meses, en diámetro, altura, ancho de copas y número de hojas, en los T_I Proporción 7:1 + Hongo Micorrízico Arbuscular (HMA), T_{II} Proporción 7:1 + Fitomas E y T_{IV} Proporción 5:1 sin aplicación de productos biológicos (Tabla 2).

TABLA 2
Evaluación de los parámetros morfológicos de la especie *Albizia cubana* a los doce y veinticuatro meses

Tratamientos	Diámetro del tallo (cm)		Altura de la planta (m)		Número de hojas (unidades)	
	12	24	12	24	12	24
I	1,36 b	1,48 b	0,75 b	1,29 b	13 b	16 b
II	1,29 c	1,40 c	0,66 c	1,22 c	12 c	14 c
III	1,39 a	1,54 a	0,74 a	1,35 a	15 a	19 a
IV	1,23 d	1,33d	0,65 d	1,17 d	10 c	12 d
E.E.	0,02*	2,11*	0,02*	0,008*	0,7*	0,44*

*Letras iguales en columna no tienen diferencia significativa, según Dócima de Duncan para $p \leq 0,05$ y E.E.: Error estándar calculado.

Similares respuestas alcanzó Fernández *et al.* (1997) al señalar que este hongo de la raíz aporta a las plantas múltiples funciones, entre las que se destaca el mejoramiento de la superficie absorbente del sistema radical, a través de su aumento significativo, con tolerancia a las condiciones adversas. Rodríguez *et al.* (2008) alcanzó resultados similares en área de ecosistema montañoso, en que los mejores comportamientos fueron donde se realizó la combinación HMA + Fitomas E en diferentes parámetros morfológicos (altura, diámetro y ancho de copas).

Otras ventajas de las micorrizas son la capacidad que tienen las plantas de explorar más volúmenes de suelos del que alcanzan sus raíces, al contar con el desarrollo de las hifas externas del hongo y captar con mayor facilidad los elementos fósforo, nitrógeno, calcio y potasio, obtenidos por investigaciones de Curtis y Barnes (2003).

Supervivencia en la plantación

En la Fig. 3 se observa que el tratamiento III Proporción 7:1 + Hongo Micorrízico Arbuscular (HMA) + Fitomas E obtuvo mejor

respuesta estadística en un 98 % con diferencias significativas en los demás tratamientos; pero cuando se compara con el T_{IV} Proporción 5:1 + Sin aplicación de productos biológicos está por debajo del 80 %, mientras los T_I Proporción 7:1 + Hongo Micorrízico Arbuscular (HMA) y T_{II} Proporción 7:1 + Fitomas E se manifiesta que existe un porcentaje de supervivencia por encima del 85.

Esta especie soportó resistencia a las condiciones edafoclimáticas del área de plantación, y se adaptó a las áreas degradadas, con bajo contenido de materia orgánica y abundante pérdida de suelo.

También se puede plantear que los productos biológicos jugaron un papel muy importante, primeramente porque el HMA se mantiene realizando simbiosis, con las raíces de la planta, a partir de la proporción 7:1 que se realizó desde la etapa de vivero, al coincidir con lo planteado por Barea (1991), en que se refiere que este hongo realiza mejor efecto donde los suelos están degradados y con bajo contenido de materia orgánica.

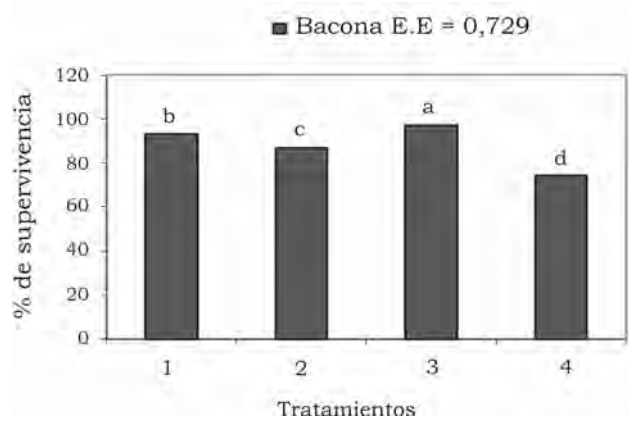


Figura 3. Comportamiento del porcentaje de supervivencia. Letras iguales no tienen diferencia significativa, según Dócima de Duncan para $p < 0,05$ y E.E.: Error estándar calculado.

CONCLUSIONES

- El tratamiento III- Proporción 7:1 + Hongo Micorrízico Arbuscular (HMA) + Fitomas E fue el que mejor se comportó en crecimiento y desarrollo en los parámetros morfológicos, desde la etapa de vivero hasta la plantación.

BIBLIOGRAFÍA

- ÁLVAREZ, P.; VARONA, J. 2006: *Silvicultura*. Ed. Félix Varela, La Habana, 354 pp.
- BAREA, J. 1991: *Morfología, anatomía y citología de las micorrizas. Fijación y movilización de nutrientes*, Ed. Mundiprensa, Madrid, pp. 150-173.
- BÄSSLER, M. 1998: *Mimosaceae. Fascículo 2*, Flora de la República de Cuba, Ed. Koeltz Scientific Books, Alemania, 202 pp.
- BELLEFONTAINE, R.; GASTON, A.; PETTRUCCI, Y. 2007: «Aménagement des forêts naturelles des zones tropicales sèches», Cahier FAO, Conservation no. 32, FAO, Rome, Italy, <http://www.virtualcentre/>. (consultado el 18 de abril de 2009).
- BETANCOURT, A. 2000: *Árboles maderables exóticos en Cuba*, Ed. Científico-Técnica, La Habana, 427 pp.
- CRUZ, H. ET AL. 2005: *Manual forestal de plagas, enfermedades y micorrizas*, Ed. Félix Varela, La Habana, 54 pp.
- CURTIS, E.; BARNES, S. 2003: «Invitación a la biología en panamericana», <http://es.wikipedia.org/wiki/Micorriza> (consultado el 10 de diciembre de 2009).
- FERNÁNDEZ, F. 1997: «Uso, manejo y comercialización de los hongos micorrízicos VA», Conferencias en Curso de Maestría de Nutrición de las Plantas; La Habana, pp. 1-45.
- FERNÁNDEZ, I. ET AL. 2006: «Propagación de especies frutales, forestales y medicinales en peligro de extinción para la recuperación de las cuencas hidrográficas», Informe Final PT-133, pp. 40-59.
- FERNÁNDEZ, M.; ARIAS, E. 1989: «Estimación del área foliar en plantas de cultivo: Parte II», Boletín de reseñas, suelos y agroquímica, Edición CIDA, La Habana, 52 pp.
- HERNÁNDEZ, A. ET AL. 1999: *Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba*, Instituto de Suelos, Agrinfor, La Habana, 64 pp.
- HERRERO, A. 2003: *Fajas forestales hidrorreguladoras*, Dirección Nacional Forestal, Minag, La Habana, 52 pp.
- MEDINA, N. 2004: *La biofertilización como alternativa dentro de la agricultura sostenible*, Cuba. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, La Habana, 97 pp.
- MINAG. 1987: *Manual de interpretación de los suelos y fertilizantes*, Ed. Científico-Técnica, La Habana, 112 pp.
- MONTANO, R. 1998: «Fitoestimuladores orgánicos para la agricultura. Resultado de investigación», Informe Técnico, Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (Icidca), Minaz, La Habana, 57 pp.
- RODRÍGUEZ, Y. ET AL. 2008: «Efectos de la aplicación de dos productos biológicos en especies forestales, en condiciones de vivero», V Simposio Internacional sobre Manejo Sostenible de los Recursos Forestales, Pinar de Río, Cuba, 12 pp.
- TORAL, O. ET AL. 2007: «Evaluación de árboles y arbustos forrajeros con potencial agrosilvopastoril en diferentes agroecosistemas de Cuba», <http://www.cipav.org.co/redagrofor/memorias99/ToralO.htm> (consultado el 18 de marzo de 2010).
- VELÁZQUEZ, C. 2002: «Estrategia de materia orgánica como soporte del programa de agricultura urbana en Guantánamo», *Agricultura Orgánica* 8 (3): 14-17.

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: **Yuris Rodríguez Matos**

Doctor en Ciencias Forestales, profesor auxiliar de la Universidad de Guantánamo en la Facultad Agroforestal de Montaña, es miembro del claustro de profesores de dos maestrías en Venezuela. Ha impartido las asignaturas de Silvicultura y Agrosilvicultura en pregrado y posgrado, y tutor de varias tesis. Ha participado en más de veinte eventos de carácter nacional e internacional, y desarrollado diferentes cursos de posgrado.