

Efecto de la fertilización biológica y/o mineral en la producción de forraje de morera (*Morus alba* L.) (Nota técnica)

Effect of biological and/or mineral fertilization on mulberry (*Morus alba* L.) forage production (Technical note)

Katerine Oropesa, Gertrudis Pentón y G. J. Martín

Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey"

Central España Republicana, CP 44280, Matanzas, Cuba

E-mail: katerine.oropesa@indio.atenas.inf.cu

Resumen

Se realizó una investigación durante un año en áreas de la EEPF "Indio Hatuey", con el objetivo de estudiar la respuesta morfoagronómica de *Morus alba* L. cv. Tigreada asociada con *Canavalia ensiformis* como abono verde, inoculada con micorrizas a través del producto EcoMic® (fertilización biológica), y su combinación o no con fertilización mineral. Los tratamientos consistieron en: testigo (T), fertilización mineral (FM), fertilización biológica (FB) y fertilización combinada mineral y biológica (FM+ FB) en ambas épocas del año. La fertilización mineral consistió en N y K, a razón de 300 y 150 kg/ha/año, respectivamente. El intercalamiento de la canavalia como abono verde inoculada con HMA, condicionó en el período lluvioso una mejora en la respuesta productiva, sin afectar el aprovechamiento del forraje como biomasa comestible (6 250 kg de hojas/ha y 18 194,4 kg de biomasa combustible). Se recomienda continuar los estudios para determinar la combinación óptima de fertilización mineral y biológica que permita incrementar el rendimiento y la relación tallo tierno:tallo leñoso.

Palabras clave: Abonos, *Morus alba*

Abstract

A study was conducted during a year in areas of the EEPF "Indio Hatuey", in order to study the morphoagronomic response of *Morus alba* L. cv. Tigreada associated to *Canavalia ensiformis* as green manure, inoculated with mycorrhizas through the product EcoMic® (biological fertilization), and their combination or not with mineral fertilization. Treatments consisted in: control (C), mineral fertilization (MF), biological fertilization (BF) and combined mineral and biological fertilization (MF + BF) in both seasons. Mineral fertilization consisted in N and K, at a rate of 300 and 150 kg/ha/year, respectively. The intercropping of *C. ensiformis* as green manure inoculated with AMF, caused in the rainy season an improvement of the productive response, without affecting the utilization of forage as edible biomass (6 250 kg of leaves/ha and 18 194,4 kg of fuel biomass). To continue the studies is recommended in order to determine the optimum combination of mineral and biological fertilization that allows increasing the yield and the fresh stem:ligneous stem ratio.

Key words: Manures, *Morus alba*

Introducción

En la actualidad, el panorama mundial en la producción de alimentos plantea el reto de generar propuestas tecnológicas que impliquen la promoción de modelos agropecuarios sostenibles, con una reducción considerable de los insumos externos, con el objetivo de disminuir los costos e incrementar los beneficios económicos por unidad de producto, sin deteriorar el medio ambiente.

La morera (*Morus alba* L.) se destaca como un arbusto forrajero de gran aceptación entre quienes desarrollan y promueven los sistemas agroforestales pecuarios. Esta especie ha sido utilizada tradicionalmente para la alimentación del gusano de seda (Pelicano *et al.*, 2007) y como suplemento proteínico para los animales de cría por la elevada calidad nutricional de su biomasa, la alta palatabilidad de sus hojas (Milera *et al.*, 2010), su capacidad de producción por unidad de área, así como la amplia adaptación a diferentes climas y tipos de suelo.

No obstante a sus apreciables méritos, la producción intensiva de forraje de morera exige altas cantidades de insumos. En Cuba no existen suficientes trabajos donde se evalúe la respuesta de la morera ante el comportamiento de la biofertilización. De ahí la necesidad de estudiar el comportamiento agronómico a partir de la combinación de fertilizante mineral y la inoculación del biofertilizante EcoMic® a través de canavalia intercalada como abono verde (fertilización biológica).

Materiales y Métodos

El estudio se inició el 15 de abril del 2007 y tuvo una duración de un año en la EEPF "Indio Hatuey", cuyas coordenadas se corresponden con 22°48'7" de latitud norte y 81°2' de longitud oeste, a 19,01 msnm. El suelo característico del lugar es del tipo Ferralítico Rojo (Hernández *et al.*, 2003), con buen drenaje superficial e interno. En este se determinó el fósforo (ppm) por el método de Oniani, la MO (%) según el procedimiento Walkley-Black y el pH por Potenciometría (Fernández, 1997), y se calculó el valor T. En la tabla 1 se muestra la caracterización de la

Introduction

At present, the worldwide situation in food production, poses the challenge of generating technological proposals which imply the promotion of sustainable livestock production models, with a considerable reduction of external inputs, in order to decrease costs and increase the economic benefits per product unit, without damaging the environment.

Mulberry (*Morus alba* L.) stands out as a forage shrub highly accepted among those who develop and promote livestock production agroforestry systems. This species has been traditionally used for feeding silkworms (Pelicano *et al.*, 2007) and as protein supplement for farm animals due to the high nutritional quality of its biomass, the high palatability of its leaves (Milera *et al.*, 2010), its production capacity per area unit, as well as its wide adaptation to different climates and soil types.

In spite of its remarkable merits, the intensive production of mulberry forage demands high input quantities. In Cuba there are not sufficient works evaluating the response of mulberry before the effect of biofertilization. Hence the need to study the agronomic behavior from the combination of mineral fertilizer and the inoculation of biofertilizer EcoMic® through *C. ensiformis* intercropped as green manure (biological fertilization).

Materials and Methods

The study began on April 15th, 2007 and lasted for one year at the EEPF "Indio Hatuey", which is located at 22°48'7" latitude north and 81°2' longitude west, at 19,01 masl. The soil characteristic of the site is Ferralitic Red (Hernández *et al.*, 2003), with good surface and internal drainage. In it phosphorus (ppm) was determined through Oniani's method, OM (%) according to the Walkley-Black procedure and pH by Potentiometry (Fernández, 1997), and the T value was calculated. Table 1 shows the characterization of the soil chemical composition, which shows moderate fertility, the T value is around 15, has neutral pH and the organic matter contents are moderate to low.

Tabla 1. Composición química del suelo.
Table 1. Soil chemical composition.

Valor T (cmol/kg^{-1})	P ₂ O ₅ (ppm)	MO (%)	pH
15,41	16,50	2,46	6,52

composición química del suelo, que presenta una fertilidad media, el valor T está alrededor de 15, posee un pH neutro y los contenidos de materia orgánica son medios a bajos.

El área del experimento fue de 0,1 ha y las parcelas tuvieron una dimensión de 24 m². La plantación contaba con un año y medio de edad al comienzo del estudio. Las características meteorológicas del período experimental se presentan en la tabla 2. En el período poco lluvioso la precipitación fue escasa, con una marcada diferencia respecto al lluvioso. La humedad relativa mostró valores típicos representativos de las épocas para las condiciones de Cuba.

Las especies estudiadas fueron *M. alba* L. var. Tigreada como cultivo principal y *C. ensiformis* como abono verde y medio de incorporación de las micorrizas vesículo arbusculares (MVA) en la rizosfera de la plantación.

El producto comercial empleado para inocular las micorrizas fue EcoMic®. La cepa de HMA (*Glomus fasciculatum*) se obtuvo a partir de inóculo micorrízico certificado (Fernández *et al.*, 2001), producido en el Departamento de Biofertilizantes y Nutrición de las Plantas del Instituto Nacional de Ciencia Agrícola (Mayabeque), y contiene 250 esporas/g.

The experiment area was 0,1 ha and the plots had a dimension of 24 m². The plantation was a year and a half old at the beginning of the study. The meteorological characteristics of the experimental period are shown in table 2. In the dry season rainfall was scarce, with a noticeable difference as compared to the rainy season. Relative humidity showed typical values representative of the seasons for Cuban conditions.

The studied species were *M. alba* L. var. Tigreada as main crop and *C. ensiformis* as green manure and incorporation means of vesicular-arbuscular mycorrhizas (VAM) in the rhizosphere of the plantation.

The commercial product used to inoculate the mycorrhizas was EcoMic®. The AMF strain (*Glomus fasciculatum*) was obtained from certified mycorrhizal inoculum (Fernández *et al.*, 2001), produced in the Department of Biofertilizers and Plant Nutrition of the National Institute of Agricultural Science (Mayabeque), and contains 250 spores/g. The inoculation through *C. ensiformis* was made by means of the seed covering method (Fernández, 1997).

Design and treatments. A completely randomized design with four repetitions was used. The treatments were the following:

- Control-rainy season (RS-C)
- Biological fertilization-rainy season (RS - BF)
- Mineral fertilization - rainy season (RS - MF)
- Mineral and biological fertilization - rainy season (RS - MF + BF)
- Control - dry season (DS - C)
- Biological fertilization - dry season (DS - BF)
- Mineral fertilization - dry season (DS - MF)

Tabla 2. Comportamiento de las variables climáticas.
Table 2. Behavior of climate variables.

Período	Temperatura del aire Promedio (°C)			Humedad relativa Promedio (%)			Precipitación (mm)
	Máx.	Mín.	Media	Max.	Min.	Media	
Lluvioso	32,1	18,9	25,1	98,6	61,5	82,5	1 179,6
Poco lluvioso	27,5	15,2	20,9	85,2	43,4	68,8	204,6
Año	29,8	17,1	23,1	91,9	52,4	75,6	1 384,2

La inoculación a través de canavalia se realizó por el método de recubrimiento de las semillas (Fernández, 1997).

Diseño y tratamientos. Se empleó un diseño completamente aleatorizado con cuatro repeticiones. Los tratamientos fueron los siguientes:

- Testigo - período lluvioso (PLL- T)
- Fertilización biológica - período lluvioso (PLL- FB)
- Fertilización mineral - período lluvioso (PLL- FM)
- Fertilización mineral y biológica - período lluvioso (PLL - FM + FB)
- Testigo - período poco lluvioso (PPLL- T)
- Fertilización biológica - período poco lluvioso (PPLL- FB)
- Fertilización mineral - período poco lluvioso (PPLL-FM)
- Fertilización mineral y biológica - período poco lluvioso (PPLL- FM + FB)

Procedimiento. La preparación del suelo consistió en dos pases de arado de disco (rotura y cruce) y un pase de grada. El marco de siembra empleado fue de 1 x 0,50 m en la morera, según lo recomendado por Cifuentes y Kee-Wook (1998), y de 1 x 0,40 m en la canavalia. Los surcos se encontraban orientados en sentido este-oeste. Se realizaron labores de cultivo y escardas a partir de los 60 días de la siembra. No se aplicó riego.

Debido a que el contenido de fósforo asimilable en el suelo estuvo en un rango aceptable sólo se aplicó urea y KCl como fertilizante basal, a razón de 300 y 150 kg de N y K/año respectivamente. La dosis de aplicación del EcoMic® fue de 37 kg/ha/año. Tanto el fertilizante mineral como el biológico se aplicaron de forma fraccionada en los meses de junio y octubre. La canavalia inoculada con EcoMic® se incorporó al suelo como abono verde a los 60 días posteriores a su siembra.

El corte de la morera se realizó a intervalos de 90 días, a una altura de 30 cm.

Para el estudio agroproductivo se seleccionaron 12 individuos en cada parcela, y se

- Biological fertilization-rainy season (RS - BF)
- Mineral and biological fertilization - dry season (DS - MF + BF)

Procedure. Soil preparation consisted in using the disc plow twice (turning and crossing) and harrowing once, The used planting frame was 1 x 0,50 m in mulberry, according to the recommendations made by Cifuentes and Kee-Wook (1998), and 1 x 0,40 m in *C. ensiformis*. The rows were oriented in an East-West sense.

Cultivation and weeding activities were performed after 60 days. No irrigation was applied.

Because the assimilable phosphorus content was within an acceptable range only urea and KCl were applied as basal fertilizer, at a rate of 300 and 150 kg of N and K/year, respectively. The application dose of EcoMic® was 37 kg/ha/year. The mineral as well as the biological fertilizers were fractionally applied in June and October. *C. ensiformis* inoculated with EcoMic® was incorporated to the soil as green manure 60 days after planting.

Mulberry was pruned with 90-days intervals at a height of 30 cm.

For the agroproductive study 12 individuals were selected in each plot, and in all cuttings the yield and quality of edible biomass were determined. In the case of growth studies three individuals were selected and an observation was made for each season (rainy and dry). The measurements were:

- Leaf yield, fresh stem (FS) yield, edible biomass (EB) yield and total yield, expressed in kg DM/ha/season
- Fresh stem: ligneous stem (LS) ratio, expressed in FS units/LS unit
- Edible biomass: ligneous biomass ratio, expressed in EB units/LB unit

Statistical processing. A variance analysis was made through the GLM (General Lineal Models) procedure, with previous verification of normal data distribution and variance homogeneity. For the comparison among means Duncan's multiple range test was used. The program used was SPSS® Version 10.

determinó en todos los cortes el rendimiento y la calidad de la biomasa comestible. En el caso de los estudios del crecimiento se seleccionaron tres individuos, y se realizó una observación por cada época del año (período lluvioso y poco lluvioso). Las mediciones fueron:

- Rendimiento de hojas, tallos tiernos (TT), biomasa comestible (BC) y total, expresado en kg de MS/ha/época
- Relación tallo tierno:tallo leñoso (TL), expresado en unidades de TT/unidad de TL
- Relación biomasa comestible:biomasa leñosa, expresado en unidades de BC/unidad de BL

Procesamiento estadístico. Se hizo un análisis de varianza mediante el procedimiento GLM (General Lineal Models), previa verificación de distribución normal de los datos y homogeneidad de varianza. Para la comparación entre las medias se usó la dócima de rangos múltiples de Duncan. El programa empleado fue el SPSS® Versión 10.

Resultados y Discusión

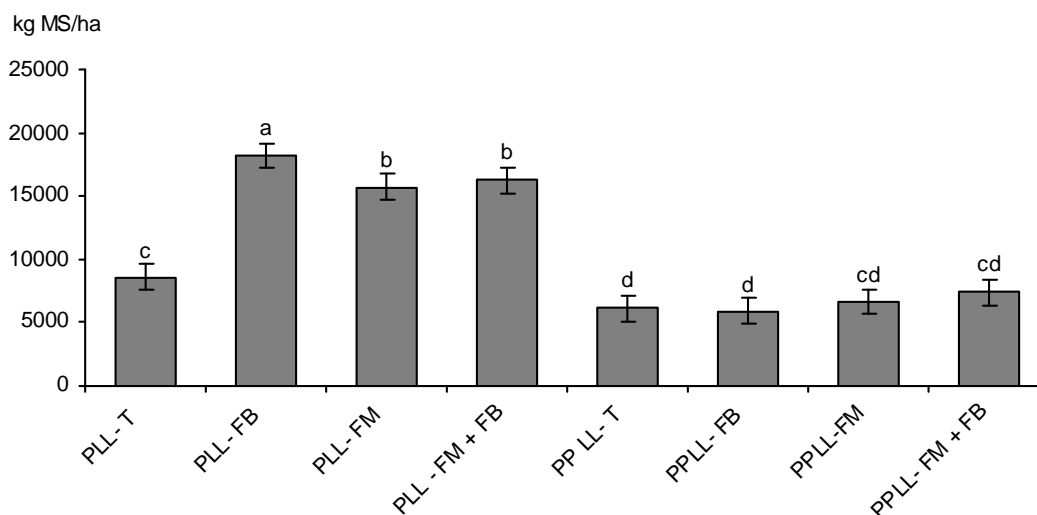
En las figuras 1 y 2 se puede observar que la mayor producción, tanto de biomasa total como de tallos tiernos, se obtuvo en el período lluvioso con la fertilización biológica, sin diferencias

Results and Discussion

Figures 1 and 2 show that the highest production of total biomass as well as fresh stems, was obtained in the rainy season with biological fertilization, without significant differences from mineral fertilization and their combination in fresh stems.

This result coincides with the one obtained by Setua *et al.* (1999), who observed during eight weeks the superiority of mulberry inoculated with *G. fasciculatum* combined with a sixth of the conventional dose of phosphorus fertilization (180 kg P/ha/year) and corroborates the statements by Hernández *et al.* (2006) concerning that mulberry is able to reach high yields when intercropped with green manure.

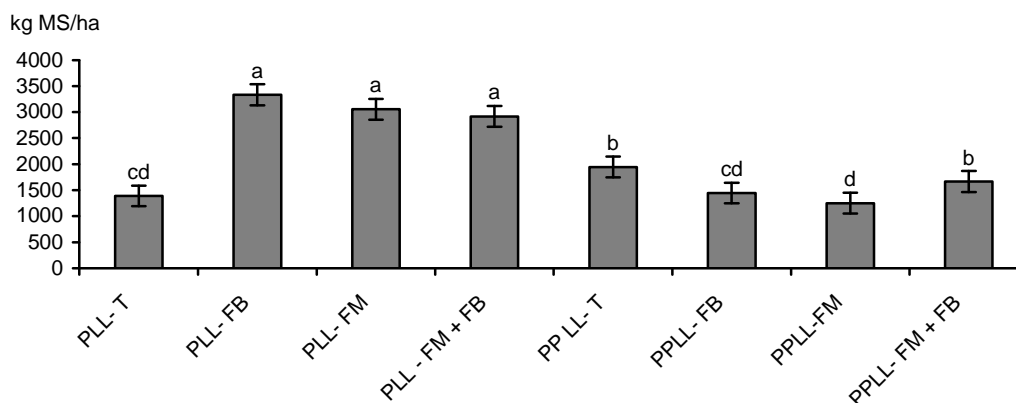
The application of Azotobacter biofertilizer with organic matter significantly stimulated the production of total and edible biomass of mulberry, which reached values between 10 and 12 t DM/ha/year in edible biomass (70% leaves only). It was also observed that with the application of foliage from *Albizia lebbek* and *Gliricidia sepium* as green manure, the mulberry yield increased (Sánchez and Reyes, 2003).



a,b,c,d Letras desiguales difieren a $P < 0,05$

Fig. 1. Peso de la biomasa total por tratamiento.

Fig. 1. Weight of total biomass per treatment.



a,b,c,d Letras desiguales difieren a $P < 0,05$

Fig. 2. Peso de los tallos tiernos por tratamiento.

Fig. 2. Weight of fresh stems per treatment.

significativas de la fertilización mineral y de la combinación de ambas en los tallos tiernos.

Este resultado coincide con lo obtenido por Setua *et al.* (1999), quienes observaron durante ocho temporadas la superioridad de la morera inoculada con *G. fasciculatum* combinada con una sexta parte de la dosis convencional del fertilizante fosfórico (180 kg P/ha/año), y corrobora lo planteado por Hernández *et al.* (2006) acerca de que la morera es capaz de alcanzar altos rendimientos cuando se intercala con abono verde.

La aplicación del biofertilizante azotobacter combinado con materia orgánica estimuló de manera significativa la producción de biomasa total y comestible de morera, la cual alcanzó valores entre 10 y 12 t de MS/ha/año en biomasa comestible (70% solo hojas). Se comprobó además que con la aplicación de follaje de *Albizia lebeck* y *Gliricidia sepium* como abono verde, se incrementó el rendimiento de la morera (Sánchez y Reyes, 2003).

Riera (2002) planteó que la utilización de micorrizas como alternativa biológica ante el uso de productos químicos no implica que se pueda dejar de fertilizar, sino que la fertilización es más eficiente y pueden disminuirse las dosis.

En la relación tallo tierno: tallo leñoso (tabla 3) se observó que las alternativas de fertilización y su combinación no difirieron entre sí. Con respecto a la época, no se manifestaron diferencias por el uso del fertilizante mineral,

Riera (2002) stated that the utilization of mycorrhizas as biological alternative to the use of chemical products does not imply that no fertilization is used, but that it is more efficient and doses can be decreased.

In the fresh stem: ligneous stem ratio (table 4), the fertilization alternatives and their combination did not differ among themselves. Regarding season, no differences were shown due to the use of mineral fertilizer, although they appeared as compared to the control in the dry season.

In general, it can be inferred that biological fertilization (intercropping of *C. ensiformis* for green manure inoculated with mycorrhizas) conditioned in the rainy season an improvement in the vegetative response, without affecting the leaf/fresh stem ratio or the fresh stem/ligneous stem. During the dry season the results after the year of starting the study did not show a clear trend.

Biological fertilization contributed an added value to the system (table 5). The intercropping of *C. ensiformis* inoculated with EcoMic® and incorporated to the soil as green manure allowed a higher utilization of resources and space, and macronutrients were incorporated to the soil. This herbaceous legume has a high value for forage production in marginal regions, subject to frequent droughts, or on poor or saline soils (Martín *et al.*, 2007). Its importance lies on the high protein

Tabla 3. Efecto de los tratamientos en la relación tallo tierno: tallo leñoso.

Table 3. Effect of treatments on the fresh stem:ligneous stem ratio.

Tratamiento	Relación TT/TL
T	1,40 ^a
FB	0,74 ^b
FM	0,75 ^b
FM + FB	0,74 ^b

a,b Valores con superíndices no comunes difieren a $P < 0,05$ (Duncan, 1955)

aunque sí con respecto al testigo en el período poco lluvioso.

De modo general, se puede inferir que la fertilización biológica (intercalamiento de canavalia para abono verde inoculada con micorrizas) condicionó en el período lluvioso una mejora en la respuesta vegetativa, sin afectar la relación hoja:tallo tierno ni la relación tallo tierno:tallo leñoso. Durante el período poco lluvioso, los resultados posteriores al año de inicio del estudio no mostraron una tendencia clara.

La fertilización biológica le aportó un valor agregado al sistema (tabla 4). El intercalamiento de canavalia inoculada con EcoMic® e incorporada al suelo como abono verde permitió un mayor aprovechamiento de los recursos y el espacio, y se incorporaron macronutrientes al suelo. Esta leguminosa herbácea tiene un gran valor para la producción de forraje en regiones marginales, sometidas a sequías frecuentes, o en suelos pobres o salinos (Martín *et al.*, 2007). Su importancia radica en el alto contenido de proteína de sus hojas, flores y frutos (27-29%), y en su rápido crecimiento y amplia adaptación (Bunch, 1994; Cáceres *et al.*, 1995). Díaz *et al.* (1997), al

content of its leaves, flowers and fruits (27-29%), and its fast growth and wide adaptation (Bunch, 1994; Cáceres *et al.*, 1995). Díaz *et al.* (1997), when evaluating several legumes of high protein value, found that *C. ensiformis* exceeded the other species in protein content. After *Mucuna* spp., *C. ensiformis* is the most widely species as green manure and cover crop (Bunch, 1994). In this study, such species planted in a wide framework (to prevent the competition effect with the main crop) incorporated to the soil a considerable volume of organic matter and nutrients.

According to the results it is concluded that there was a significant effect on the productive response of mulberry and the seasonal behavior of the species stood out. The intercropping of *C. ensiformis* as green manure inoculated with AMF (biological fertilization) conditioned, in the rainy season, an improvement in the productive response, without affecting the utilization of forage as edible biomass.

To continue the studies is recommended in order to determine the optimum combination of mineral and biological fertilization, which allows increasing the yield and FS:LS ratio.

--End of the English version--

evaluar varias leguminosas de alto tenor proteínico, encontraron que la canavalia superó en contenido de proteína al resto de las especies. Después del frijol de terciopelo (*Mucuna* spp.), la canavalia es la especie más ampliamente utilizada como abono verde y como cultivo de cobertura (Bunch, 1994). En este estudio, dicha especie sembrada en un marco de siembra amplio (para evitar el efecto de competencia con el

Tabla 4. Aporte de la canavalia.

Table 4. Contribution of *C. ensiformis*.

Aporte (kg/ha) en MS	Período lluvioso		Período poco lluvioso	
	Sin FM	Con FM	Sin FM	Con FM
MV	164,32	179,34	82,16	89,67
N	8,21	8,97	4,10	4,48
P	0,5	0,53	0,25	0,27
K	4,93	5,38	2,46	2,7

cultivo principal) incorporó al suelo un volumen considerable de materia orgánica y nutrientes.

De acuerdo con los resultados se concluye que hubo un efecto significativo en la respuesta productiva de la morera y se destacó el comportamiento estacional de la especie. El intercalamiento de la canavalia como abono verde inoculada con HMA (fertilización biológica) condicionó, en el período lluvioso, una mejora en la respuesta productiva, sin afectar el aprovechamiento del forraje como biomasa comestible.

Se recomienda continuar los estudios para determinar la combinación óptima de fertilización mineral y biológica que permita incrementar el rendimiento y la relación TT:TL.

Referencias bibliográficas

- Bunch, R. 1994. El uso de abonos verdes por agricultores campesinos: lo que hemos aprendido hasta la fecha. Informe técnico No 3. 2da ed. Centro Internacional sobre cultivos de cobertura (CIDICCO). Honduras. 8 p.
- Cáceres, O. *et al.* 1995. *Canavalia ensiformis*: leguminosa forrajera promisoría para la agricultura tropical. *Pastos y Forrajes*. 18:107
- Cifuentes, C.A. & Kee-Wook, S. 1998. Manual técnico de Sericultura: Cultivo de la morera y cría del gusano de seda en el trópico. Convenio SENACDTS. Colombia. p. 41
- Díaz, María *et al.* 1997. Evolución de leguminosas de alto tenor proteico en la obtención de concentrados de proteína foliar (CPF). *Rev. cubana Cienc. agríc.* 31:183
- Fernández, F. 1997. Uso, manejo y comercialización de los hongos micorrízicos VA. Conferencia: Curso de Maestría de Nutrición de las Plantas y Biofertilizantes. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. La Habana, Cuba
- Fernández, F. *et al.* 2001 Producto inoculante micorrizógeno. Patente No. 22 641. Cuba
- Hernández, A *et al.* 2003. Nuevos aportes a la clasificación genética de suelos en el ámbito nacional e internacional. Instituto de Suelos. Ministerio de la Agricultura. AGRINFOR. La Habana, Cuba. 145 p.
- Hernández, Marta *et al.* 2006. Principios agronómicos para la producción de pastos. Parte 1. Agrotecnia para el fomento de sistemas con gramíneas. En: Recursos forrajeros herbáceos y arbóreos. (Ed. Milagros Milera). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala- EEPF "Indio Hatuey"; Matanzas, Cuba. p. 65
- Martín, Gloria M. *et al.* 2007. Rotación del abono verde *Canavalia ensiformis* con maíz y micorrizas arbusculares en un suelo nitisol ródico eútrico de Cuba. *Agronomía Tropical*. 57 (4):313
- Milera, Milagros *et al.* 2010. *Morus* sp. para la alimentación de bovinos en desarrollo. *Pastos y Forrajes*. 33:73
- Pelicano, Alicia *et al.* 2007. Efecto de la propagación asexual y prolongación del período vegetativo de *Morus alba* en la producción de capullos de seda. *Ciencia e Investigación Agraria*. <http://www.scielo.cl/pdf/ciagr/v34n2/art01.pdf>
- Riera, M. 2002. Manejo de la biofertilización con hongos micorrízicos arbusculares y rizobacterias en secuencias de cultivos sobre suelo Ferralítico Rojo. Tesis presentada en opción al grado de Doctor en Ciencias Agrícolas. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. La Habana, Cuba. 120 p.
- Sánchez, Saray & Reyes, F. 2003. Estudio de la macrofauna edáfica en una asociación de *Morus alba* y leguminosas arbóreas. *Pastos y Forrajes*. 26:315
- Setua, G.C. *et al.* 1999. Response of direct inoculation of VAM on growth, leaf yield and phosphorus uptake in mulberry (*Morus alba*). *Indian J. of Agric. Sci.* 69:444

Recibido el 27 de octubre del 2010

Aceptado el 18 de marzo del 2011