

MANEJO DE LA SIMBIOSIS MICORRÍZICA Y LA FERTILIZACIÓN MINERAL EN UNA PLANTACIÓN DE *Morus alba L.*

Gertrudis Pentón¹, Ramón Rivera², Giraldo Martín¹, Yolai Noda¹

1. Estación Experimental "Indio Hatuey", Cuba

2. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Cuba

Email: gertrudis.penton@indio.atenas.inf.cu

INTRODUCCIÓN:

Son numerosos los países donde existen experiencias acerca del uso de diferentes fuentes de nutrientes en sistemas agroforestales que incluyen la morera como alimento animal y humano. La asociación de este cultivo con leguminosas de cobertura constituye una vía de solución a la problemática de la fertilización y la incorporación de micorrizas en plantaciones establecidas. Sin embargo, no existen suficientes referencias acerca del manejo de la simbiosis micorrízica tanto desde el punto de vista de las vías de inoculación como su combinación con fertilizantes minerales.

En el contexto actual, el desarrollo de la producción agropecuaria, exige de un enfoque integrador en el manejo de los recursos, sobre la base de la compatibilidad entre los componentes del sistema y la racionalidad de su uso. De ahí, la necesidad de profundizar en el efecto agro-productivo y en torno a la relación suelo-planta de las tecnologías que se implementen. El presente trabajo planteó como objetivo determinar la mejor alternativa a partir del manejo de la inoculación de HMA y/o el intercalamiento de canavalia como abono verde en sistemas de fertilización.

MATERIALES Y MÉTODOS:

El estudio se realizó durante dos años en la Estación Experimental "Indio Hatuey", situada entre los 22°, 48' y 7" de latitud Norte, y los 81° y 2' de longitud Oeste, a 19,9 msnm; ubicada en la provincia de Matanzas, Cuba. El clima se caracterizó por una media anual de precipitaciones de 1604,2mm, con 17% de lluvia caída en el período seco. El suelo es de topografía llana, de tipo Ferralítico Rojo Hidratado, con buen drenaje superficial e interno. Las especies vegetales involucradas fueron *Morus alba L.* var. Tigriada como cultivo principal, y *Canavalia ensiforme* como cultivo intercalado de ciclo corto (abono verde y medio de incorporación de micorrizas arbusculares en el suelo). Las mismas fueron sembradas en un arreglo de 1x0,5x0,5 y 1x0,4m, respectivamente. El producto comercial para inocular micorrizas fue EcoMic®, y la dosis de aplicación fue con 37kg EcoMic/ha.

Los factores en estudio fueron:

- Dosis de fertilizante mineral (F): 0, 150; ó 300 kg N/há a partir de Urea, con su correspondiente balance en fósforo y potasio.
- Inoculación de HMA (M)
- Intercalamiento de Canavalia (C)

Los indicadores estudiados fueron: rendimiento de biomasa total del primer corte de cada época, producción de abono verde de canavalia según el momento de siembra, y contenido de esporas en la época seca.

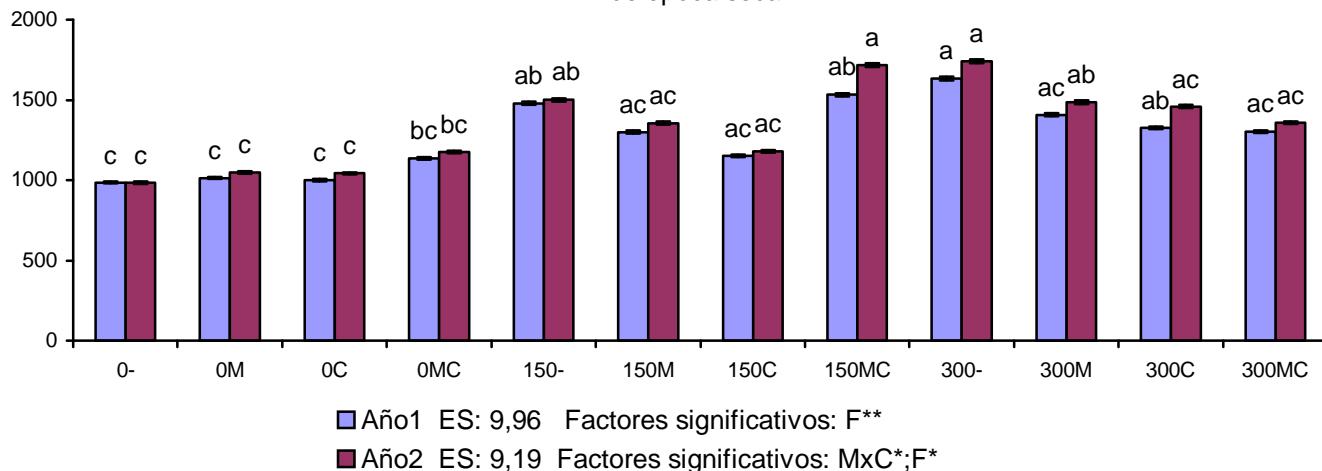
Se empleó un diseño con arreglo factorial en bloques al azar, con tres repeticiones. El procesamiento de los resultados se basó el análisis factorial ANOVA a través del GLM, en el cual se incluyeron como factores de variación el bloque y el año. Para la comparación de medias se utilizó la dócima de Duncan (1955). El paquete estadístico utilizado fue InfoStat versión libre.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

Los resultados obtenidos mostraron en el corte de la época seca (figura 1), un efecto marcado del factor dosis de fertilizante mineral (F); siendo significativamente mayor la producción de biomasa total en las alternativas: 300kgN sin HMA (M) ni canavalia (C), 150kgN con MC, y 150kgN sin M ni C. Los más bajos rendimientos se obtuvieron con testigo sin fertilización, en todas las alternativas de manejo probadas; aunque existió una tendencia positiva cuando se combinó 0kgN con MC.

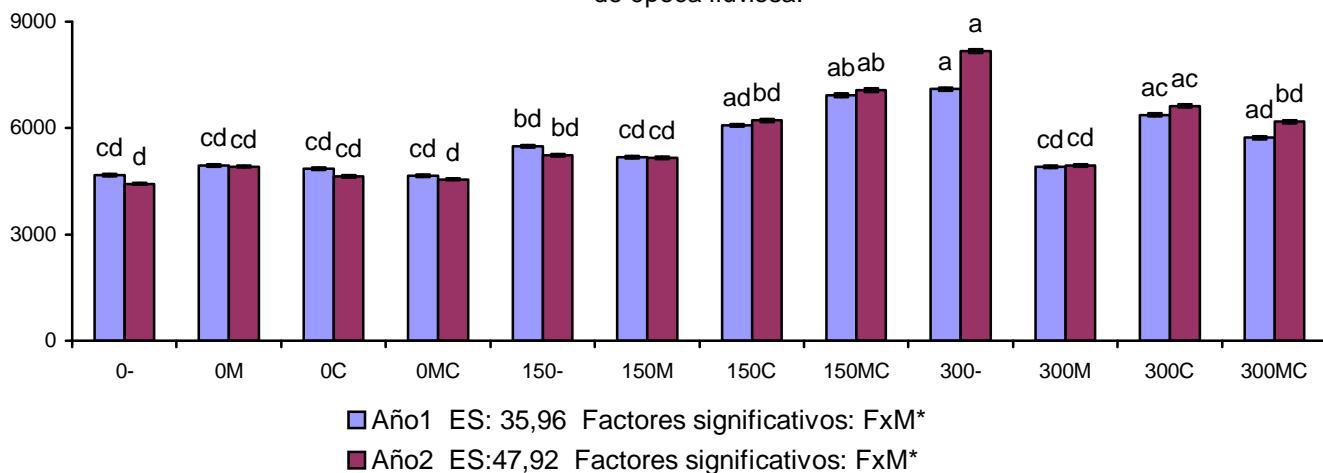
En este corte el rendimiento no superó el 23% del corte de la época lluviosa. Al respecto, Villalba y Pentón (2009) observaron que la tasa de crecimiento de la morera disminuyó significativamente entre los meses diciembre y enero; lo que se correspondió con los trabajos de Blanco (1992), quien destacó el pobre crecimiento de este cultivo en el período poco lluvioso; que en Cuba coinciden con los meses de enero a abril.

Figura 1. Efecto del manejo en el rendimiento de biomasa total de morera. Primer corte de época seca.
(KgMS/ha)



Respecto al corte de la época lluviosa, la figura 2 muestra que el efecto más significativo correspondió a la interacción de los factores: Inoculación de HMAxDosis de fertilizante mineral. La producción de biomasa total fue significativamente alta en las alternativas: 300kgN sin HMA (M) ni canavalia (C) y 150kgN con MC. Los más bajos rendimientos se obtuvieron con el testigo sin fertilización, en todas las alternativas de manejo probadas; así como en 300kgN con M. De los resultados se puede interpretar que con dosis de fertilizante 300kgN, la inoculación simultánea de HMA afecta la producción de morera a la inversa de la fertilización con 150kgN.

Figura 2. Efecto del manejo en el rendimiento de biomasa total de morera. Primer corte de época lluviosa.
(KgMS/ha)



El hecho de que 300kgN con MC mostrara resultados poco satisfactorios, es un indicador de que con este nivel de fertilizante mineral se inhiben determinados procesos favorables que suceden al inocular HMA a través de canavalia, con la dosis de fertilizante 150kgN. Al respecto, son varios los autores que se han referido a las ventajas de las micorrizas para la producción de morera, disminuyendo los niveles de aplicación del fertilizante mineral. Katiyar, Das, Choudhury, Ghosh, Singh, & Datta (1995) significaron que en un sistema de manejo con morera Kanya 2, inoculada con *Glomus fasciculatum* y *Glomus mosseae*, es posible reducir hasta el 75% de los insumos del fertilizante fosfórico superfosfato simple. Setua, Kar, Ghosh, Das, Saratchandra (1999), encontraron una superioridad en la respuesta de la morera inoculada con *Glomus fasciculatum* combinada con 30kg/ha/año de fósforo, comparada con la fertilización mineral de 180kg. P/ha/año. En esta misma línea, Bharadwaj & Sharma (2006) sugirieron que la inoculación de micorrizas en las plantaciones de morera cultivadas sobre suelos alcalinos, permite reducir un 25% de los requerimientos de fósforo. En general, los resultados coinciden con los obtenidos por Reddy, Rao, Verma, Srinath & Katiyar (2000), quienes hicieron notar la significativa respuesta de esta forrajera inoculada con hongos del género *Glomus*; aunque en el caso que nos ocupa la respuesta al HMA estuvo ligada a la inoculación a través de canavalia. En la tabla 1 se aprecia el efecto de la inoculación de HMA y las dosis de fertilizante mineral sobre el aporte de biomasa de canavalia como abono verde.

Tabla 1. Efecto del manejo de la simbiosis en sistemas de fertilización mineral sobre la producción de abono verde de canavalia.

| Fertilización Mineral | Inoculación de HMA | Momento de siembra (ton MS/ha) | | | |
|--------------------------|-----------------------|-----------------------------------|--------|---------|--------------------|
| | | Noviembre | | Mayo | |
| | | Año1 | Año2 | Año1 | Año2 |
| 0 | - | 0.15 | 0.16 | 0.32 | 0.35 ^a |
| | + | 0.13 | 0.13 | 0.35 | 0.32 ^{ab} |
| 150kg N/ha | - | 0.13 | 0.13 | 0.40 | 0.37 ^a |
| | + | 0.13 | 0.15 | 0.40 | 0.37 ^a |
| 300kg N/ha | - | 0.13 | 0.13 | 0.35 | 0.32 ^{ab} |
| | + | 0.12 | 0.12 | 0.35 | 0.26 ^b |
| ES+ | | 0.002NS | 0.02NS | 0.006NS | 0.004** |

La producción de abono verde de canavalia sembrada en noviembre fue ligeramente mayor en la alternativa 0kgN/ha sin HMA como tendencia. Sin embargo, en la siembra de mayo sobresalió la alternativa 150kg N/ha; con una influencia indiferente de la inoculación. En la alternativa 300kg N/ha la producción de abono verde tendió a ser menor.

La diferencia de los resultados sobre inoculación de HMA respecto a los obtenidos por otros autores, a favor de una significativa producción cuando se inocula la canavalia con HMA y se cultiva como precedente, está relacionado por el factor de competencia que constituye la morera, manejada en este caso con un intervalo y altura entre corte de 90 días y 40cm sobre el nivel del suelo; además de la baja densidad de plantación de la canavalia (25000pl/ha), establecida debido a la insuficiente capacidad de asociación de la especie *Morus alba L.*

Respecto a los resultados sobre fertilización, Rivera, Fernández, Hernández, Martín y Fernández (2003) alertó que la fertilización nitrogenada no es determinante en la producción de biomasa de canavalia, debido a la capacidad de esta especie para fijar nitrógeno atmosférico. Martín, Costa, Urquiaga y Rivera (2007) obtuvieron resultados de canavalia y canavalia + HMA, en maíz cultivado durante el periodo lluvioso, sin influencia de la fertilización química, con una alta micorrización del maíz en rotación con la canavalia debido a un efecto residual de la multiplicación de los propágulos infectivos de la población nativa del hongo, provocada por el

crecimiento intenso del abono verde que favorece la colonización del cultivo posterior. La canavalia es considerada un buen reciclador de nutrientes. Las asociaciones con maíz, mandioca, hierba mate, cítricos etc. dan muy buenos resultados. Su importancia radica además en el alto contenido de proteínas en sus hojas, flores y frutos (27-29%), su rápido crecimiento y amplia adaptación (Bunch, 2000).

En la tabla 2 se pueden observar los resultados del contenido de esporas en el suelo. A los 45 días del intercalamiento de la canavalia inoculada con HMA el número de esporas incrementó significativamente, sin efecto del fertilizante. El efecto de permanencia, a los seis meses de la intervención, sugiere un comportamiento altamente positivo en las parcelas sin fertilización mineral. En coincidencia, Martín 2009, demostró que la inoculación con *Glomus hoi – like* de la canavalia presentó un efecto de permanencia similar de la inoculación sobre el cultivo posterior de maíz.

Tabla 2. Efecto en el período poco lluvioso del manejo de la simbiosis y la fertilización en el contenido de esporas.

| Factores | | Diciembre (45 días de la intervención) | Mayo (6 meses de la intervención) |
|---------------------------|---|---|--------------------------------------|
| Sin fertilización (0) | Testigo blanco | 14,50 ^b (210esp) | 17,23 ^b (299esp) |
| | Intercalamiento de canavalia inoculada con HMA (MC) | 21,99 ^a (510esp) | 20,86 ^a (436esp) |
| Fertilización (300kgN/ha) | Testigo blanco | 14,21 ^b (201,92esp) | 14,78 ^c (224esp) |
| | Intercalamiento de canavalia inoculada con HMA (MC) | 21,09 ^b (469esp) | 14,12 ^c (201esp) |
| ES± | | 0.55* Efecto significativo MC | 0.15**Efecto significativo F-MC |

Cabe destacar, que el comportamiento general de la simbiosis micorrízica en los cultivos perennes está directamente relacionado con la renovación radical, es decir, se cumple el mismo principio de crecimiento secuencial; sin embargo, la simbiosis micorrízica se renueva cada cierto tiempo con el cambio de raíces que generalmente coincide con la etapa final de maduración de la cosecha, lo cual genera ciclos de funcionamiento simbiótico. En el caso de la plantación de morera, el ciclo de crecimiento vegetativo se reinicia a intervalos de 3 meses; por lo que se garantiza una constante renovación del sistema radical.

La fertilización influyó de modo negativo en la eficiencia de multiplicación de los propágulos en (-54 y -25 % en la parcela con canavalia inoculada y sin inocular, respectivamente). Al respecto se conoce que el desarrollo de las estructuras del HMA depende en gran medida de la disponibilidad de nutrientes necesarios para complementar los requerimientos de los cultivos. Con muy alta disponibilidad de nutrientes se obtienen los menores efectos de la inoculación con cepas eficientes y se alcanza la mayor efectividad con disponibilidad media. Si esta es baja o nula, tampoco funciona adecuadamente la simbiosis y se obtienen plantas con menor crecimiento y baja efectividad de la inoculación (Rivera et al, 2003).

CONCLUSIONES:

- Las mejores alternativas de manejo la producción de forraje de morera coincidieron con la dosis 300kgN sin HMA y sin canavalia intercalada, y con la dosis 150kgN con HMA y canavalia intercalada.
- La producción de abono verde de canavalia sobresalió en la dosis de fertilizante 150kg N/ha en la época lluviosa. No así la dosis de fertilizante 300kg N/ha.
- El número de esporas en el suelo incrementó significativamente a los 45 días del intercalamiento de canavalia inoculada con HMA en la época seca. Sin embargo su efecto de permanencia a los seis meses de la intervención fue inhibido por el fertilizante mineral.

REFERENCIAS:

1. Bharadwaj A. & Sharma S. 2006. Reducing phosphorous requirement using AM fungi in mulberry grown under alkaline conditions. *Journal of Agronomy* 3 (3): 471-477, 2006. ISSN 1812-5379.
2. Blanco, R. 1992. Distancia de siembra y altura de corte en la producción y calidad del follaje de morera (*Morus sp.*) en el parcelamiento Cuyuta, Es-cuitia, Guatemala. Tesis Lie. Zootec., Univ. de San Carlos. Guatemala pp 15
3. Bunch, R. 2000. El uso de los abonos verdes/cultivos de cobertura alrededor del mundo. Boletín "Cosecha" No, 2, Tegucigalpa
4. Katiyar, R. S.; Das, P. K.; Choudhury, P. C.; Ghosh, A.; Singh, G. B. & Datta, R. K. 1995. Response of irrigated mulberry (*Morus alba L.*) to VA-mycorrhizal inoculation under graded doses of phosphorus. *Plant and Soil*, 170: 2. pp. 331-337. Publisher Springer ISSN0032-079X (Print) 1573-5036 (Online) *Biomedical and Life Sciences*, Springer Link Date Monday, April 10, 2006.
5. Martín, Gloria M. 2009. Manejo de la inoculación micorrízica arbuscular, la *Canavalia ensiformis* y la fertilización nitrogenada en plantas de maíz (*Zea mays*) cultivadas sobre suelos Ferrálíticos Rojos de La Habana. Tesis en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. UNAH. La Habana. Cuba, 161p
6. Martín G., Costa J., Urquiaga S. y Rivera R. 2007. Rotación del Abono Verde *Canavalia ensiformis* con Maíz y Micorrizas Arbusculares en un suelo Nitisol ródico éutrico de Cuba. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), Gaveta Postal No 1, San José de las Lajas, La Habana, Cuba, CP 32700. Email: gloriam@inca.edu.cu. Embrapa Agrobiología, km 47 Ant. Est. RJ - SP, Seropédica, RJ, CEP 23851-970 CP 74505. *Agronomía Trop.* 57(4): 313-321.
7. Reddy-MP; Rao-DMR; Verma-RS; Srinath-B; Katiyar-RS. 2000. Effect of VAM inoculation and addition of phosphorus on the growth of S13 mulberry saplings. *Indian-Journal-of-Sericulture*, 39: 1, 12-15
8. Rivera, R., F. Fernández, A. Hernández, J. R. Martín y K Fernández. 2003. Bases científico – técnicas para el manejo de los sistemas agrícolas micorrizados eficientemente. In: Rivera, R. y Fernández, K. Eds. Manejo efectivo de la simbiosis micorrízica, una vía hacia la agricultura sostenible. Estudio de caso: el Caribe. INCA. La Habana. 166 p.
9. Setua-GC; Kar-R; Ghosh-JK; Das-NK; Saratchandra-B. 1999. Response of direct inoculation of VAM on growth, leaf yield and phosphorus uptake in mulberry (*Morus alba*). *Indian-Journal-of-Agricultural-Sciences*.69: 6, 444-448
10. Villalba, Paddy. 2009. Efecto de la micorización a través de la inoculación del abono verde intercalado en plantaciones de morera. Tesis de Diploma. Facultad de Agronomía, Universidad de Matanzas, 89p.