

MANEJO DEL SUMINISTRO DE NUTRIENTES EN *Morus Alba* (L) PARA LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE DE ALTA CALIDAD.

Gertrudis Pentón Fernández¹; Giraldo J. Martín Martín¹; Ramón Rivera Espinosa².

¹Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey", ²Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas.

Resumen corto:

Con el objetivo de establecer criterios de manejo del intervalo de corte y de la fertilización en plantaciones de *Morus alba* (L.) intercaladas con *C. ensiformis* e inoculada con una cepa eficiente de HMA sobre un suelo Ferralítico Rojo, en condiciones de secano, se realizaron dos experimentos en áreas de la Estación Experimental "Indio Hatuey", donde se evaluaron los efectos de diferentes intervalos de corte (30, 60 y 90 días) con la inoculación de una cepa eficiente de HMA, y tres dosis de fertilización química [Sin fertilizante (F0), 200-100-100 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ y K₂O respectivamente (F1), y 400-200-200 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ y K₂O respectivamente (F2)]. Los resultados evidenciaron la superioridad del intervalo entre cortes de 90 días para garantizar la supervivencia de la plantación superior de 90%. Persiste la estacionalidad de la especie con un 20% de la producción anual que correspondió a la época lluviosa. El intercalamiento de canavalia inoculada con HMA permitió disminuir en 50% la dosis de fertilización química requerida por el cultivo, y alcanzar los mayores valores medios de rendimiento de proteína (2,10 y 0,61 tha⁻¹ en época lluviosa y poco lluviosa, respectivamente). Fueron notables las altas extracciones de N y K₂O a través de la biomasa comestible, que superaron 300 y 350 kg ha⁻¹ por año, respectivamente. Se estimuló el desarrollo radical en las primeras capas del perfil del suelo y su crecimiento hacia las capas más profundas (80 cm) La ausencia de un adecuado suministro de nutrientes provocó la disminución del potasio y el fósforo disponible en los primeros 20cm de profundidad en el suelo, situación que fue estabilizada en el caso del potasio con el intercalamiento de canavalia inoculada con el 50% del fertilizante químico. La recuperación del fósforo disponible fue posible en los tratamientos con mayor dosis de fertilizante químico. Se concluye que es posible garantizar el potencial forrajero de la morera a partir del intercalamiento de canavalia inoculada con HMA, complementada con fertilizante químico al 50% de los requerimientos del cultivo.

Introducción:

Morus alba (L) es una especie ampliamente conocida en Cuba, pero utilizada aún de manera insuficiente en empresas y cooperativas, así como en huertos caseros y organopónicos de la agricultura urbana, donde tiene gran aceptación sobre todo para alimentar especies de ganado menor.

Entre las razones principales que afectan su generalización se destaca el hecho de que la explotación intensiva para la producción de forraje de alta calidad exige del aporte continuo de nutrientes al suelo a través de la fertilización (Martín y col., 2013).

La presente investigación tuvo como objetivo establecer criterios de manejo del intervalo de corte y de la fertilización en plantaciones de *Morus alba* (L.) intercaladas con *C. ensiformis* e inoculada con una cepa eficiente de HMA sobre suelo Ferralítico Rojo, en condiciones de secano, que permitan una alta producción de biomasa comestible y disminuyendo el uso de insumos.

Materiales y métodos:

Se realizaron dos experimentos en áreas de la Estación Experimental "Indio Hatuey", sobre un suelo del tipo Ferralítico Rojo Hidratado de topografía llana (Hernández y col., 1999); donde se evaluó en *M. alba* (L.) var. tigrada el efecto de diferentes intervalos de corte (30, 60 y 90 días) con la inoculación de una cepa eficiente de HMA a través de canavalia, y tres dosis de fertilización química [sin fertilizante (F0), 200-100-100 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ y K₂O

respectivamente (F1), y 400-200-200 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ y K₂O respectivamente (F2)].

Resultados:

Los resultados evidenciaron la superioridad del intervalo entre cortes de 90 días para garantizar la supervivencia de la plantación y la producción de biomasa comestible entre 8 y 13 tha⁻¹ por año de MS. Además persiste la estacionalidad de la especie con un 20% de la producción anual que correspondió a la época poco lluviosa (figura 1, 2 y 3).

La producción de forraje respondió mejor en la época de lluvias al intervalo de 90 días con HMA inoculado a través de canavalia intercalada. Ello permitió disminuir en 50% la dosis de fertilización química (tabla 1).

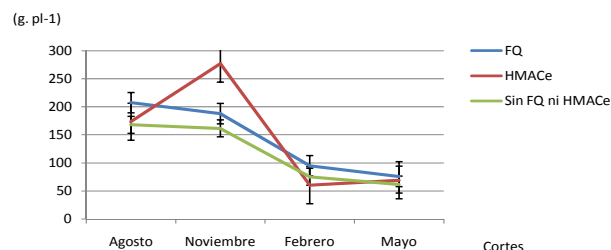


Figura 1. Producción de biomasa comestible por planta, por corte en el intervalo de 90 días. Promedio de dos años. Las barras indican intervalo de confianza ($P \leq 0,05$).

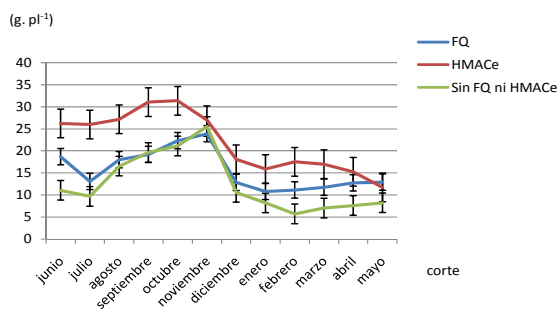


Figura 2. Producción de biomasa comestible por planta, por corte en el intervalo de 30 días. Promedio de dos años. Las barras indican intervalo de confianza ($P \leq 0,05$).

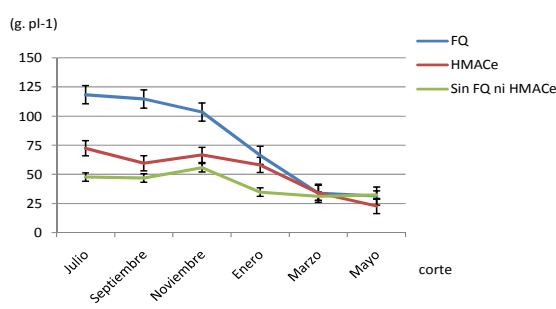


Figura 3. Producción de biomasa comestible por planta, por corte en el intervalo de 60 días. Promedio de dos años. Las barras indican intervalo de confianza ($P \leq 0,05$).

TABLA 1. Efecto de la inoculación con HMA y diferentes dosis de fertilización química sobre el rendimiento estacional de la biomasa seca de hojas de morera, tha⁻¹.

Inoculación	Fertilización											
	Época lluviosa 1			poco lluviosa 1			lluviosa 2			poco lluviosa 2		
	F0	F1	F2	F0	F1	F2	F0	F1	F2	F0	F1	F2
HMA vía canavalia	3,6 ^c	5,91^a	4,7 ^{de}	1,5 ^d	1,7 ^{bc}	1,8 ^b	4,8 ^{de}	8,4^a	7,2 ^b	1,9 ^{cd}	2,3 ^b	2,3 ^b
HMA directo al suelo	3,6 ^c	5,54^{ab}	4,6 ^{de}	1,3 ^e	1,7 ^{bc}	1,6 ^{cd}	4,6 ^{de}	7,4 ^b	6,5 ^c	1,7 ^d	2,3 ^b	2,3 ^b
Sin HMA	3,5 ^c	3,98 ^c	4,5 ^e	1,2 ^e	1,6 ^{cd}	2,1^a	4,5 ^e	5,1 ^d	7,7 ^b	1,7 ^d	2,2 ^{bc}	2,7^a
ES(i)±	0,24 ^{***}			0,1 ^{***}			0,2 ^{**}			0,1 ^{**}		

Densidad de plantación de la morera 26 666 plantas.ha⁻¹, con arreglo espacial en doble surco (0,50m x 0,50 m x 1m). Intervalo de corte de 90 días, altura de corte 30 cm. Densidad de siembra de *C. ensiformis* 12 500 plantas ha⁻¹, entre los surcos de morera a una distancia de 0,5 m ó 0,25 m con respecto a estos. Cepa de HMA *G. cubense*. Letras distintas indican diferencias significativas $P \leq 0,05$ según Duncan (1955). * $P < 0,05$ ** $P < 0,01$ *** $P < 0,001$.

La producción de proteína bruta en la biomasa comestible estuvo estrechamente relacionada con la fertilización química. No obstante, la alternativa con canavalia intercalada e inoculada complementada con 200-100-100 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ y K₂O (F1) estuvo entre las de mayores valores medios (2,10 y 0,61 tha⁻¹ en época lluviosa y poco lluviosa, respectivamente).

Fueron notables las altas extracciones de N y K₂O a través de la biomasa comestible, que superaron 300 y 350 kg ha⁻¹ por año, respectivamente.

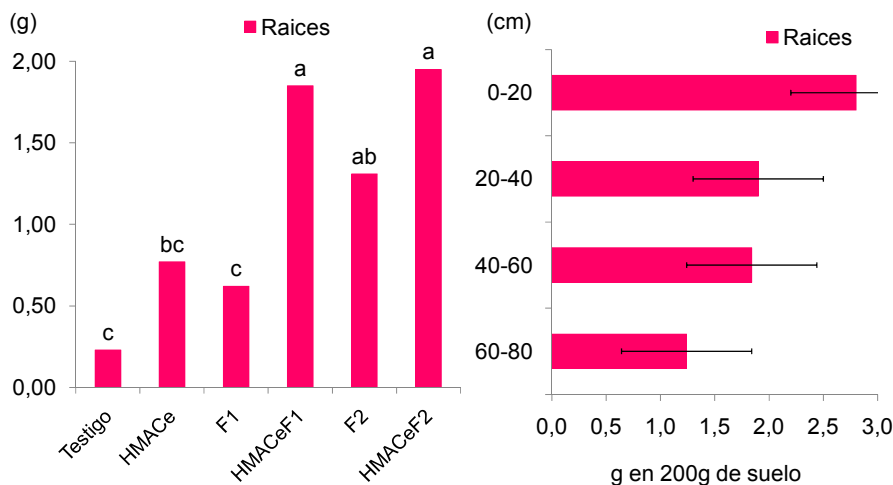


Figura 4. Distribución de las raíces entre 0-80cm de profundidad en los tratamientos evaluados. Letras distintas indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$), $ES \pm 0,04^{**}$.

Figura 5. Distribución de las raíces en el perfil del suelo (tratamiento HMAcEF1). Las barras indican intervalo de confianza ($P \leq 0,05$).

El HMA inoculado a través de canavalia complementada con fertilizante químico estimuló el desarrollo radical en las primeras capas del perfil del suelo y su crecimiento hacia las capas más profundas hasta 80 cm (figura 4 y 5).

Los mayores valores de colonización con HMA de las raíces de morera (25% a los 150 días del inicio de la época de lluvia) demostraron la necesidad de introducir artificialmente el hongo a través de la inoculación al inicio y final de esta época y con ello aumentar los efectos de la simbiosis tanto en la época lluviosa como en la poco lluviosa subsecuente. La ausencia de un adecuado suministro de nutrientes provocó la disminución drástica del potasio y el fósforo disponible en los primeros 20cm de profundidad en el suelo, situación que fue estabilizada en el caso del potasio con el intercalamiento de canavalia inoculada con el 50% del fertilizante químico.

La recuperación del fósforo disponible fue posible en los tratamientos con la mayor dosis de fertilizante químico, garantizando altos niveles de producción de biomasa (figuras 6 y 7).

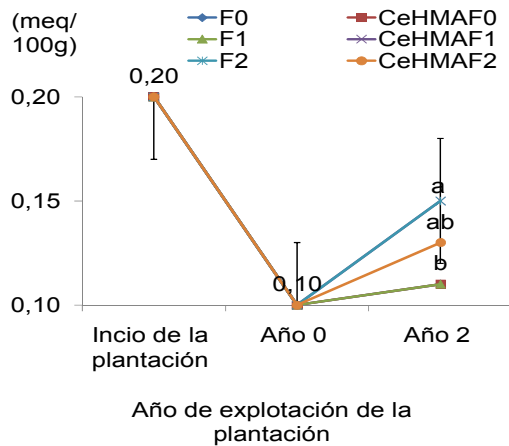


Figura 6. Evolución del contenido de K disponible en el suelo en la profundidad de 0-20cm. Letras distintas indican diferencias significativas para $P \leq 0,05$, $ES \pm 0,01^{**}$, según Duncan (1955). Las barras indican intervalos de confianza ($P \leq 0,05$).

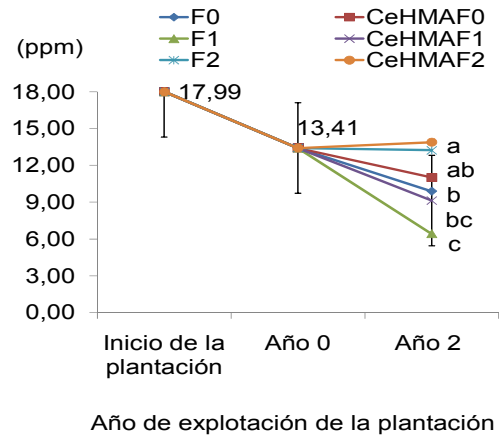


Figura 7. Contenido de fósforo en el suelo en la profundidad de 0-20cm. Letras distintas (año 2) indican diferencias significativas para $P \leq 0,05$, $ES \pm 0,50^{**}$ (Duncan, 1955). Las barras sobre las columnas indican intervalo de confianza ($P \leq 0,05$).

Sin embargo, con el intercalamiento de canavalia inoculada con HMA complementada con fertilizante químico al 50% de los requerimientos del cultivo no se afectaron a corto plazo los principales indicadores de la calidad química del suelo hasta 80cm (figura 8-13).

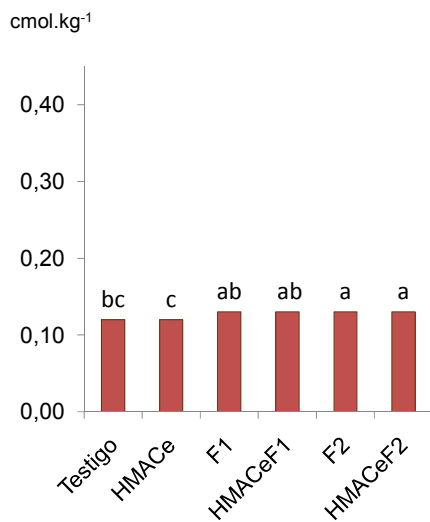


Figura 8. Contenido de potasio intercambiable entre 0-80cm de profundidad. Letras distintas indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$), $ES \pm 0,004^{**}$.

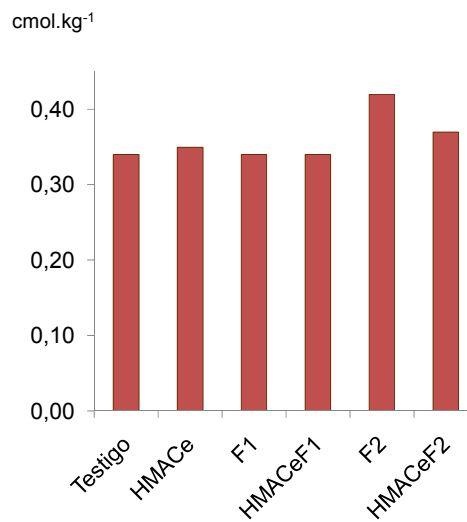


Figura 9. Contenido de potasio difícilmente intercambiable entre 0-80cm de profundidad. $P \geq 0,05$, $ES \pm 0,03$.

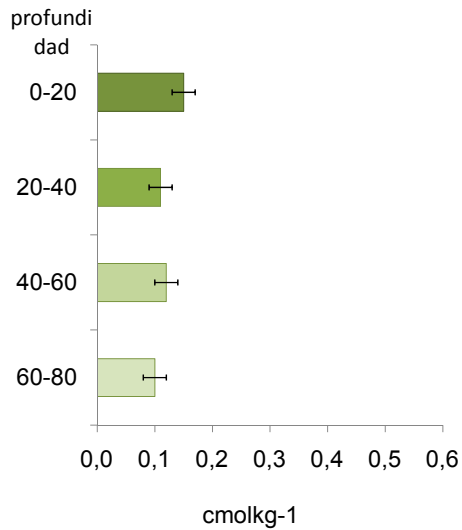


Figura 10. Contenido de potasio intercambiable en el perfil del suelo (tratamiento HMAcE1). Las barras indican intervalo de confianza ($P \leq 0,05$).

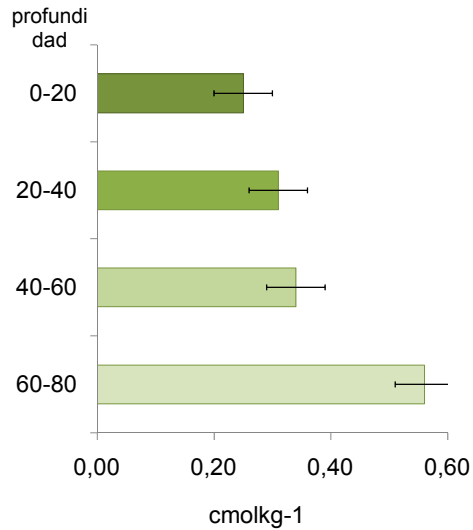


Figura 11. Contenido de potasio difícilmente intercambiable en el perfil del suelo (tratamiento HMAcE1). Las barras indican intervalo de confianza ($P \leq 0,05$).

Conclusiones:

Es posible garantizar el potencial forrajero de la morera en condiciones de secano, sobre un suelo de tipo Ferralítico Rojo, a partir del intercalamiento de canavalia inoculada con HMA, complementada con fertilizante químico al 50% de los requerimientos del cultivo.

Aun cuando se obtuvo más biomasa comestible sin que ello implicase deterioro a corto plazo en la calidad química del suelo, se consideró conveniente evaluar mayores dosis de fertilización potásica, e incorporar materia orgánica al suelo a través del reciclaje de la biomasa leñosa generada en el propio sistema, el uso de los efluentes de biodigestores, y otras fuentes conocidas con altos aportes de nitrógeno, potasio, calcio y micronutrientes.