

Elizondo Salazar, J. 2008. Fertilización de morera (*Morus alba*) para alimentación animal: Reduciendo costos y disminuyendo la contaminación ambiental. ECAG-Informa. 45:22-24.

Fertilización de morera (*Morus alba*) para alimentación animal

► Reduciendo costos y disminuyendo la contaminación ambiental



Ing. Jorge Alberto Elizondo Salazar, M.Sc.

Estación Experimental Alfredo Volio Mata.
Facultad de Ciencias Agroalimentarias.
Universidad de Costa Rica.
jaelizon@cariari.ucr.ac.cr

Introducción

En nuestro medio existen numerosas especies forrajeras que presentan excelentes características de calidad nutritiva, disponibilidad, producción de biomasa y versatilidad agronómica. La morera (*Morus alba*), perteneciente a la familia de las moráceas, es una de ellas y aunque originaria de Asia, se ha adaptado de manera excelente a diferentes zonas

de Centroamérica, lo que la convierte en una excelente alternativa para mejorar la calidad de las dietas e incrementar la producción de los animales (Benavides y otros, 1994; Elizondo, 2004).

Investigaciones llevadas a cabo en diversos países, han destacado el alto contenido de proteína en las hojas de morera y los grandes rendimientos de biomasa por unidad de área, lo que resalta la necesidad de reponer al suelo el nitrógeno (N) extraído por las plantas (Boschini y otros, 1999; Elizondo, 2007).

Actualmente, la industria química provee fertilizantes inorgánicos concentrados, como el nitrato de amonio, que son fácilmente utilizados y que pue-

den suplir la necesidad de nitrógeno por parte de los cultivos (Avnimelech, 1986). Esta disponibilidad ha generado una disminución en el uso de fertilizantes orgánicos, hasta un punto en el que la aplicación de los que son inorgánicos, especialmente nitrógeno y fósforo, se ha llegado a convertir en un problema ambiental en muchos lugares del mundo (Butler y otros, 2007).

Con el fin de utilizar tecnologías más amigables con el ambiente y disminuir costos de producción, gran número de productores están optando por los fertilizantes orgánicos, tales como el compostaje y el lombriabono o vermicompost. Sin embargo, es poco lo que se conoce sobre su utilización en cultivos de alto rendimiento forrajero como la morera. En la Estación Experimental "Alfredo Volio Mata" de la Universidad de Costa Rica, se llevó a cabo un experimento con el fin de evaluar la aplicación de 150 kg de nitrógeno por hectárea por año, proveniente de dos fertilizantes orgánicos y un fertilizante químico sobre la producción de biomasa y proteína cruda de la morera. Los principales resultados se ofrecen a continuación:

Metodología

El experimento duró un año y se utilizó una plantación de morera con 12 años de establecida y una densidad de siembra de 27.000 plantas por hectárea, sembradas a 0,40 metros entre plantas y 0,90 metros entre hileras. Los tratamientos se explican en el cuadro siguiente:

Cuadro 1: Tratamientos utilizados en el experimento

Tratamiento	Cantidad aplicada
Lombriabono	23 toneladas/hectárea/año
Compostaje	22 toneladas/hectárea/año
Nitrato de amonio	(33.5% de N): 454.5 kilogramos/hectárea/año
Testigo	No se aplicó ningún abono

Las plantas de morera se podaron de manera uniforme a 60 cm de altura sobre el nivel del suelo y se llevaron a cabo 4 cortes

consecutivos cada 90 días. Los abonos se dividieron en dos aplicaciones iguales durante la época de lluvia y las dosis suministradas

fueron de 150 kilogramos de nitrógeno por año. La composición química de los abonos orgánicos se encuentra en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Análisis químico de los abonos orgánicos utilizados en el experimento

Abono	pH	Cmol(+)/L			%	
		Ca	Mg	K	N _{Total}	H ₂ O
Lombriabono	7.20	1.90	0.67	1.34	1.64	60.11
Compost	7.05	1.72	0.45	0.63	1.10	37.14

Fuente: Elizondo, 2007

Producción y composición química de la morera

El rendimiento anual de materia verde, materia seca y proteína cruda de la planta entera, hojas y tallos, se encuentra en el cuadro 3. El rendimiento total de materia verde fue de 93.7, 94.2, 123.7 y 93.4 toneladas por hectárea, por año, para el lombriabono, compostaje, nitrato de amonio y tratamiento control, respectivamente.

Cuadro 3. Producción anual y composición química de las hojas, tallos y planta entera de morera fertilizada con tres tipos de abono a razón de 150 kg de N/ha/año

Variable	Tratamiento					
	Lombriabono	Compostaje	Químico	Control ¹	EEM ²	P
Materia verde, kg/ha/año						
Hoja	55,283.2 ^b	56,940.4 ^b	70,174.0 ^a	55,259.2 ^b	25,56.8	0.001
Tallo	38,447.2 ^b	37,316.8 ^b	53,573.2 ^a	38,646.4 ^b	24,40.4	0.001
Total	93,728.8^b	94,257.2^b	123,746.8^a	93,904.8^b	45,98.8	0.001
Materia seca, %						
Hoja	22.67 ^a	22.58 ^a	21.50 ^b	22.67 ^a	0.28	0.001
Tallo	23.33	23.08	22.17	23.50	0.50	NS ³
Total	22.83^a	22.75^a	21.67^b	22.92^a	0.29	0.001
Materia seca, kg/ha/año						
Hoja	12,603.6 ^b	12,943.2 ^b	15,152.8 ^a	12,600.8 ^b	546.0	0.001
Tallo	8,807.2 ^b	8,637.6 ^b	11,413.2 ^a	8,874.8 ^b	601.6	0.001
Total	21,410.8^b	21,581.2^b	26,566.8^a	21,476.4^b	1,039.2	0.001
Proteína cruda, %						
Hoja	15.67 ^b	15.33 ^b	17.25 ^a	16.00 ^b	0.33	0.001
Tallo	5.67	5.33	6.25	5.50	0.29	NS
Total	11.67^b	11.50^b	12.58^a	11.67^b	0.25	0.001
Proteína cruda, kg/ha/año						
Hoja	1,982 ^b	2,012.8 ^b	2,663.2 ^a	2,025.6 ^b	106.8	0.001
Tallo	514 ^b	464.4 ^b	773.2 ^a	488.4 ^b	48.4	0.001
Total	2,496^b	2,476.8^b	3,437.2^a	2,514.4^b	145.2	0.001

^{a-c} representan diferencias significativas en una misma fila. ¹ Sin fertilización. ² Error estándar de la media. ³ No significativo.

Fuente: Elizondo, 2007

En la Figura 1 se puede observar el rendimiento total de materia seca para cada uno de los tratamientos.



Figura 1. Producción de materia seca de las hojas, tallos y planta entera de morera fertilizada con diferentes tipos de abonos a razón de 150 kg de N/ha/año (Elizondo, 2007).

Con el nitrato de amonio, se logró la mayor producción de materia seca, 26.6 ton/ha/año, mientras que con los tratamientos restantes se obtuvo un promedio de 21.5 ton/ha/año, lo cual indica que con el fertilizante químico se alcanzó una producción anual superior al 20% con respecto a los demás tratamientos.

La producción de proteína cruda tanto en la planta entera como en los tallos y hojas, por hectárea/año, fue superior con el tratamiento químico con respecto a los otros abonos evaluados. En la Figura 2 puede observarse cómo con el tratamiento químico

presentó los mayores rendimientos de proteína cruda, mientras que no se observaron diferencias entre los fertilizantes orgánicos y el de control.

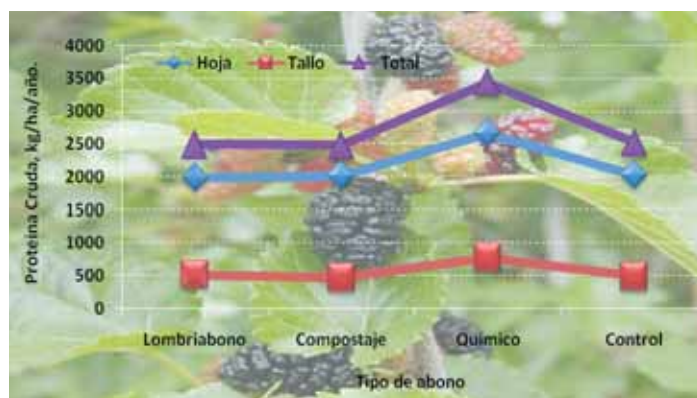


Figura 2. Producción de proteína cruda de las hojas, tallos y planta entera de morera fertilizada con diferentes tipos de abonos, a razón de 150 kg de N/ha/año (Elizondo, 2007).

Con el tratamiento químico se produjo cerca de 941 kg más de proteína cruda que con respecto a los demás tratamientos.

El contenido de materia seca y proteína cruda de la planta entera de morera, hojas y tallos, obtenido de los diferentes cortes a través del experimento para cada uno de los tratamientos se encuentra en el cuadro 3. El contenido de materia seca de la planta entera fue de 21.67% para el tratamiento químico, mientras que con el resto de los tratamientos el promedio fue del 22.83%. Por su parte, el contenido de proteína cruda en la planta entera fue mayor para el tratamiento químico con un valor de 12.58%, mientras que los demás tratamientos presentaron un valor promedio de 11.6%.

En general, con el nitrato de amonio se presentaron los mayores rendimientos de biomasa y proteína cruda. Es común observar este tipo de respuesta, debido a que el uso de N químico resulta, en el corto plazo, en rendimientos superiores a los alcanzados con abonos orgánicos, ya que el nitrógeno presente en el fertilizante químico se encuentra disponible para ser utilizado por las plantas. Mientras tanto el nitrógeno presente en los abonos orgánicos debe ser mineralizado para que sea asimilado. La cantidad de nitrógeno en los abonos orgánicos que se puede mineralizar, en el primer año de aplicación es muy variable y puede oscilar entre 0 y 50% (Chae y Tabatabai, 1986; Lupway y Haque, 1998). Por esta razón, la falta de respuesta de la morera a la fertilización orgánica en el experimento puede atribuirse a un bajo nivel de mineralización del nitrógeno orgánico.

Es de suma importancia resaltar la gran cantidad de nitrógeno que este cultivo remueve por año. Si se considera, por ejemplo, solamente el tratamiento testigo, puede notarse en el cuadro 3 que la cantidad de proteína removida fue de 2514.4 kg/ha/año. Si este valor se divide por 6,25; se obtiene la cantidad de nitrógeno que se remueve por hectárea/año. Esto indica que 402 kg de nitrógeno fueron removidos del suelo, lo que indiscutiblemente disminuirá los rendimientos que se pueden lograr en los años subsiguientes.

Otro aspecto importante a considerar son los costos. Si bien es cierto, la producción de abonos orgánicos puede resultar económicamente más favorable que la compra de fertilizantes inorgánicos, la mano de obra requerida para la aplicación de abonos orgánicos es, sin duda alguna, mayor que para los inorgánicos, pues no se puede comparar 454 kg de nitrato de amonio con más de 20 toneladas de abono orgánico por hectárea. Claro está, los beneficios ambientales son más difíciles de cuantificar. Por esta razón, cada productor debe evaluar objetivamente tanto los aspectos económicos como los ambientales.

En resumen

Los mayores rendimientos de materia verde, materia seca y proteína cruda en kg/ha/año fueron obtenidos con la fertilización química. No obstante, en promedio los fertilizantes orgánicos produjeron 72% de la proteína cruda (kg/ha/año), con respecto a la obtenida con la fertilización química. El contenido de materia seca (%) en la planta entera fue menor con el tratamiento químico; sin embargo, el contenido de proteína cruda fue mayor. No se encontraron diferencias entre los diferentes abonos orgánicos y el tratamiento control, lo que se atribuye a bajas tasas de mineralización del nitrógeno orgánico en el abono.

Cada productor debería hacer un análisis de las ventajas y desventajas que pueda presentar una u otra forma de fertilización, tomando en cuenta los costos, los niveles de producción y los beneficios ambientales.

Bibliografía

- Avnimelech, Y. 1986. Organic residues in modern agriculture. In: Chen, Y.; Avnimelech, Y. (eds). The role of organic matter in modern agriculture. The Netherlands, Martinus Nijhoff Publishers.
- Benavides, J.; Lachaux, M.; Fuentes, M. 1994. Efecto de la aplicación de estiércol de cabra en el suelo sobre la calidad y producción de biomasa de morera (*Morus sp.*). In Árboles y arbustos forrajeros en América Central. Serie Técnica. Turrialba, Costa Rica. CATIE. V.2; (Informe Técnico; No 236).
- Boschini, C.; Dormond, H.; Castro, A. 1999. Respuesta de la morera (*Morus alba*) a la fertilización nitrogenada, densidades de siembra y a la defoliación. *Agronomía Mesoamericana*. 10(2):07-16.
- Butler, D.M.; Ranells, N.N.; Franklin, D.H.; Poore, M.H.; Green, J.T. 2007. Ground cover impacts on nitrogen export from manured riparian pasture. *J. Environ. Qual.* 36:155-162.
- Chae, Y.M.; Tabatabai, M.A. 1986. Mineralization of nitrogen in soils amended with organic wastes. *J. Environ. Qual.* 15:193-198.
- Elizondo, J. 2004. Calidad nutricional y consumo de morera (*Morus alba*), Ramio (*Bohemeria nivea* (L) GAUD) y sorgo negro forrajero (*Sorghum alnum*) en cabras. *Agronomía Mesoamericana*. 15(2):209-213.
- Elizondo, J. 2007. Producción y calidad de la biomasa morera (*Morus alba*) fertilizada con diferentes abonos. *Agronomía Mesoamericana*. 18(2):255-261.
- Lupway, N.Z.; Haque, I. 1998. Mineralization of N, P, K, Ca and Mg from sebania and leucaena leaves varying in chemical composition. *Soil Biol. Biochem.* 30:337-343.