

**Elizondo Salazar, J. 2008. Niveles crecientes de nitrógeno orgánico en morera (Morus alba): Una alternativa amigable con el ambiente. ECAG-Infoma. 46:15-17.**

# Niveles crecientes de nitrógeno orgánico en morera (*Morus alba*)

## ► Una alternativa amigable con el ambiente

**Jorge Alberto Elizondo Salazar, Ph. D.**  
Estación Experimental Alfredo Volio Mata. Facultad de Ciencias Agroalimentarias. Universidad de Costa Rica.  
jaelizon@cariari.ucr.ac.cr

### Introducción

En algunas áreas de Costa Rica, la disponibilidad y calidad del forraje para pastoreo, en ocasiones, no es suficiente para satisfacer los requerimientos nutricionales de los animales, por lo que se recurre ampliamente a los forrajes arbóreos como un complemento a la dieta. La morera (*Morus alba*) es una de estas especies que, además de mostrar excelentes características de palatabilidad y consumo tanto en ganado bovino como caprino, presenta importantes características de versatilidad agronómica, excelentes rendimientos de biomasa y calidad nutritiva (Boschini, 2006; Elizondo, 2007).

Diversas investigaciones en morera destacan un alto con-

tenido de proteína en las hojas y en los niveles de producción por unidad de área (Boschini y otros, 2000), resaltando la necesidad de reponer al suelo el nitrógeno extraído por las plantas (Elizondo, 2007). De ahí que para obtener los máximos rendimientos de forraje con niveles adecuados de proteína, sin comprometer las reservas del suelo, se requiere de altas dosis de fertilizantes químicos, lo que incrementa los costos y el riesgo de contaminación ambiental (Elizondo, 2006).

Sin embargo, con el fin de reducir los costos de producción e implementar tecnologías menos contaminantes, un gran número de productores ha optado por el empleo de fertilizantes orgánicos. Entre los más comunes se encuentra el compostaje, que se obtiene mediante un proceso biológico aeróbico, en el que los microorganismos actúan sobre la materia rápidamente biodegradable (Van Kessel y Reeves, 2002). La eficiencia con que los cultivos utilizan el nitrógeno presente en este tipo de abono, depende de factores relacionados con el suelo, las plantas, el clima y el manejo (Ladha y otros, 2005). No obstante, es poco lo que se conoce sobre su aplicación



en cultivos de alto rendimiento forrajero como la morera. Por esta razón, en la Estación Experimental "Alfredo Volio Mata" de la Universidad de Costa Rica, se llevó a cabo un experimento para evaluar la aplicación de niveles crecientes de nitrógeno proveniente de un fertilizante orgánico sobre la producción de biomasa y proteína cruda de la morera.

### Metodología

El experimento tuvo una duración de 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 a 0,90 metros entre hileras. Los tratamientos fueron 0, 150, 300 y 450 kg de N/ha/año, provenientes de un abono orgánico tipo compostaje que se produjo a partir de residuos de jardín (hojas, zacate y arbutos). 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. La aplicación de abono se dividió en dos proporciones iguales durante la época de lluvia. La composición química de ese abono se ofrece en el Cuadro I.

**Cuadro I.** Análisis químico del compostaje utilizado en el experimento

pH	*cmol(+)/l			%	
	Ca	Mg	K	N <sub>Total</sub>	H <sub>2</sub> O
7,05	1,72	0,45	0,63	1,10	37,14

Elizondo, 2008

\* Concentración de moles/l

**Producción y composición química de la morera**

El rendimiento anual de materia verde, materia seca y proteína cruda de la planta entera de morera, hojas y tallos, obtenido de los cortes secuenciales, efectuados a través del experimento

para cada uno de los tratamientos se presenta en el Cuadro 2. El rendimiento total de materia verde fue de 106,9; 102,6; 120,1 y 123,0 t/ha/año, para los niveles de 0, 150, 300 y 450 kg de N/ha/año, respectivamente.

**Cuadro 2.** Producción anual y composición química de las hojas, tallos y planta entera de morera fertilizada con niveles crecientes de nitrógeno orgánico

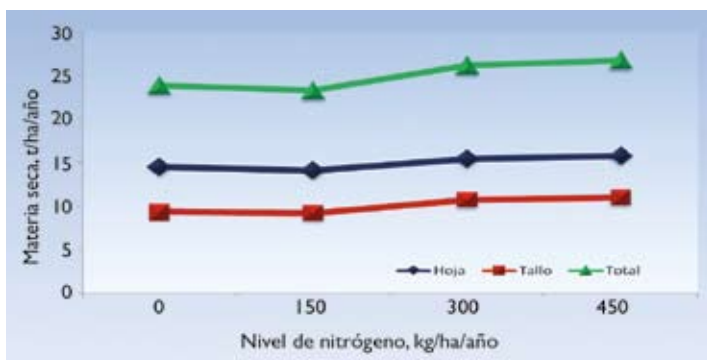
Variable	Tratamiento kg N/ha/año				EEM <sup>1</sup>	P
	0	150	300	450		
<b>Materia verde, kg/ha/año</b>						
Hoja	65.606,2	62.464,3	72.207,8	73.189,3	3.817,1	NS <sup>2</sup>
Tallo	41.378,5 <sup>b</sup>	40.174,8 <sup>b</sup>	48.699,2 <sup>a</sup>	49.822,7 <sup>a</sup>	3.214,3	0,09
Planta entera	106.984,6	102.639,1	120.907,1	123.012,0	6.938,5	NS
<b>Materia seca, %</b>						
Hoja	22,28	22,16	21,12	21,51	0,44	NS
Tallo	23,47	23,80	22,70	23,03	0,43	NS
Planta entera	22,67 <sup>a</sup>	22,63 <sup>a</sup>	21,63 <sup>b</sup>	21,60 <sup>b</sup>	0,33	0,09
<b>Materia seca, kg/ha/año</b>						
Hoja	14.492,0	14.091,4	15.394,0	15.740,3	892,5	NS
Tallo	9.353,2	9.176,1	10.704,9	10.951,3	712,8	NS
Planta entera	23.845,2	23.267,5	26.098,9	26.691,6	1.538,9	NS
<b>Proteína cruda, %</b>						
Hoja	15,23 <sup>b</sup>	15,79 <sup>ab</sup>	16,35 <sup>a</sup>	16,43 <sup>a</sup>	0,31	0,03
Tallo	5,36	5,48	5,52	5,82	0,16	NS
Planta entera	11,50 <sup>b</sup>	11,78 <sup>ab</sup>	12,05 <sup>ab</sup>	12,21 <sup>a</sup>	0,20	0,07
<b>Proteína cruda, kg/ha/año</b>						
Hoja	2.208,1	2.242,0	2.515,5	2.593,1	155,0	NS
Tallo	520,9 <sup>b</sup>	516,7 <sup>b</sup>	600,3 <sup>ab</sup>	650,7 <sup>a</sup>	39,1	0,06
Planta entera	2.729,0	2.758,7	3.115,9	3.243,8	188,6	NS

<sup>a,b</sup> representan diferencias significativas en una misma fila.

<sup>1</sup> Error estándar de la media. <sup>2</sup>No significativo.

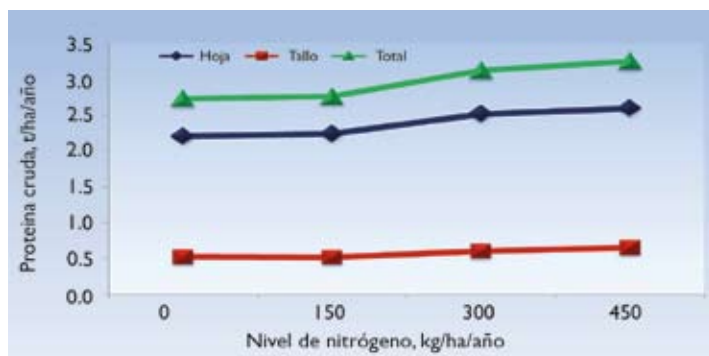
Elizondo, 2008

El rendimiento total de materia seca para cada uno de los tratamientos se puede observar en la Figura 1. La aplicación de 0, 150, 300 y 450 kg de N/ha/año, produjo 23,4; 23,6; 26,1 y 26,7 t/ha/año, respectivamente.



**Figura 1.** Producción de materia seca de las hojas, tallos y planta entera de morera fertilizada con niveles crecientes de nitrógeno.

La producción de proteína cruda (kg/ha/año) mostró una tendencia al incremento en los tallos con la adición del abono orgánico. Sin embargo, no se presentaron diferencias significativas al considerar las hojas y la planta entera. En la Figura 2, puede apreciarse los rendimientos de proteína cruda para los diferentes tratamientos. La aplicación de 0, 150, 300 y 450 kg de N/ha/año, produjo 2,7; 2,6; 3,1 y 3,2 t/ha/año, respectivamente. Como promedio general para los cuatro tratamientos, la cantidad de proteína cruda producida equivale a 2,96 t/ha/año. Esto se traduce en 473,9 kg de N/ha removidos anualmente. Este valor es muy semejante al reportado por Elizondo (2007) de 437 kg. Es importante recalcar que la continua remoción de esta cantidad de nitrógeno agotará las reservas de cualquier suelo, por lo que sería necesario evaluar la producción de morera, a lo largo de algunos años, en aquellas plantaciones en las que no se aplica nitrógeno.



**Figura 2.** Producción de proteína cruda de las hojas, tallos y planta entera de morera, fertilizada con niveles crecientes de nitrógeno.

El contenido de materia seca y proteína cruda de la planta entera de morera, hojas y tallos, obtenido de los cortes, en el transcurso del experimento, para cada uno de los tratamientos utilizados, se encuentra en el Cuadro 2. El contenido de materia seca de la planta entera fue en promedio de 22,13% para las diferentes pruebas, observándose una tendencia mayor para los tratamientos de 0 y 150 kg de N/ha/año. Por su parte, el contenido de proteína cruda en la hoja fue mayor en los tratamientos donde la aplicación de nitrógeno fue superior, lo que refleja diferencias significativas en la producción de este forraje.

Es importante recordar que el nitrógeno contenido en los abonos orgánicos se encuentra en forma orgánica (95% o más. (White, 2006). Debido a que la mayoría de las plantas pueden solamente utilizar el nitrógeno en la forma inorgánica (Briske, 2007), el nitrógeno orgánico presente en el compostaje debe ser mineralizado para que las plantas lo puedan aprovechar.

Dicho proceso es lento y se ve afectado por una serie de factores como: tipo de suelo, temperatura, pH, aireación y humedad, entre otros (Van Kessel y Reeves, 2002). La cantidad de nitrógeno orgánico que se puede mineralizar en el primer año de aplicación es muy variable, oscilando entre 0 y 50% (Lupway y Haquel, 1998). La falta de respuesta de la morera a la fertilización orgánica en este experimento, se le atribuye parcialmente a un bajo nivel de mineralización del nitrógeno contenido en el abono, lo que limita la cantidad de nitrógeno inorgánico disponible para las plantas, básicamente a aquel presente en el suelo. Es decir, el abono orgánico aplicado, aportó muy poco nitrógeno inorgánico aprovechable por las plantas.

Considerando todo lo expuesto anteriormente, es difícil ofrecer una recomendación práctica y precisa en cuanto al nivel de nitrógeno con el que se debe fertilizar la morera. Sin embargo, lo que debe quedar claro es que la no aplicación de nitrógeno repercutirá negativamente sobre los rendimientos futuros de la morera, ya que los 473 kg de nitrógeno removidos del suelo/ha/año, deben provenir de alguna fuente o reserva para mantener el nivel de producción a lo largo de los años. Se tiene que considerar también que el nivel de fertilidad del suelo varía de una finca a otra y es muy posible que en suelos pobres, la aplicación de tan solo 150 kg de nitrógeno orgánico/ha/año, pueda ocasionar un aumento significativo en los rendimientos de este cultivo. No obstante, en otros terrenos, como en el

que se realizó este experimento, la aplicación de 450 kg de nitrógeno orgánico por año, no aumentó significativamente la producción y el mayor beneficio se podrá ver a futuro, cuando el mismo se llegue a mineralizar.

### En resumen

Los niveles de nitrógeno aplicados no mostraron respuestas diferenciales significativas sobre la producción de biomasa total, ni se evidenció alguna alteración importante en las proporciones estructurales de la planta, que reflejara un cambio notable en el rendimiento de hojas y tallos. La falta de respuesta se atribuye a bajas tasas de mineralización del nitrógeno en el abono orgánico aplicado.

En promedio, fueron removidos 473,9 kg de nitrógeno/ha/año, por lo que se recomienda reponer al suelo, al menos parte del nitrógeno extraído para no agotar las reservas del mismo.

### Bibliografía

Boschini, C. 2000. Consumo de morera (*Morus alba*) y sorgo negro forrajero (*Sorghum almum*) en ganado Jersey. *Agronomía Mesoamericana*. 11(2):73-77.

Boschini, C. 2006. Nutrientes digeribles, energía neta y fracciones proteicas de la morera (*Morus alba*) aprovechables en vacas lecheras. *Agronomía Mesoamericana*. 17(2):141-150.

Briske, D. 2007. Plant interactions. *In: Forages: The science of grassland agriculture*. Barns, R., Nelson, C., Moore, K., Collins, M. (Eds). 6<sup>th</sup> ed. Vol. II. P.105-122.

Elizondo, J. 2006. El nitrógeno en los sistemas ganaderos de leche. *Agronomía Mesoamericana*. 17(1):69-77.

Elizondo, J. 2007. Producción y calidad de la biomasa de morera (*Morus alba*) fertilizada con diferentes abonos. *Agronomía Mesoamericana*. 18(2):255-261.

Elizondo, J. 2008. Respuesta de la morera (*Morus alba*) a niveles crecientes de nitrógeno orgánico. *Pastos y Forrajes*. (Sin publicar).

Ladha, J.K.; Pathak, H.; Krupnik, T.J.; Six, J.; Van Kessel, C. 2005. *Advances in Agronomy*. 87:85-156.

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.

Van Kessel, J.; Reeves, J. 2002. Nitrogen mineralization potential of dairy manures and its relationship to composition. *Biol. Fert. Soils*. 36:118-123.

White, R.E. 2006. *Principles and practice of soil science: The soil as a natural resource*. 4. ed. Great Britain, Blackwell Publishing.