

EFFECTO DEL SITIO Y DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA SOBRE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DEL FORRAJE DE TRES VARIEDADES DE MORERA (*Morus alba* L.)¹

Efraín Espinosa²
Jorge Benavides³

Palabras clave: Morera (*Morus alba* L.), forraje, biomasa, fertilización.

RESUMEN

Se evaluó el efecto del sitio y de la fertilización nitrogenada (180, 360 y 540 kg N/ha/año) sobre la calidad y la producción de biomasa de tres variedades de morera (*Morus alba* L.). No hubo diferencias relevantes en el contenido de MS, PC y DIVMS (materia seca, proteína cruda y digestibilidad *in vitro* de materia seca, con valores promedios de 23, 20 y 74 %, respectivamente), entre variedades. Hubo diferencias en la producción de biomasa total y comestible entre sitios y variedades. Se detectó una interacción significativa entre sitios y variedades. La fertilización aumentó la producción de biomasa, pero los rendimientos dependieron del nivel de N aplicado y de la interacción sitio X variedad.

EFFECT OF SITE AND NITROGEN FERTILIZATION ON PRODUCTION AND QUALITY OF THREE VARIETIES OF MULBERRY (*Morus alba* L.)

ABSTRACT

Biomass production and fodder quality of three varieties of mulberry (*Morus alba* L.) were evaluated under three different ecological conditions and three levels on N fertilization (180, 360 and 540 kg N/ha/yr). Varieties did not differ in terms of dry matter content, crude protein content and *in vitro* digestibility average values with 23, 20 and 74%, respectively. Total and edible biomass differed between both sites and varieties. A significant site X variety interaction was detected. Fertilization increased biomass production but yields were dependent on both the N-level applied and the site X variety interaction. ◊

Por su alto valor nutritivo y elevada producción de biomasa, muchas especies leñosas pueden mejorar la calidad de la dieta de los animales, satisfacer la demanda de alimentos en la época de sequía y estimular la aplicación de técnicas de producción animal favorables al medio ambiente y los recursos naturales. La morera (*Morus alba* L.) es una leñosa forrajera de buen potencial gracias a los altos niveles de proteína y a la digestibilidad de su follaje y por su elevada capacidad de producción de biomasa. A pesar de que en Costa Rica se emplean cuatro variedades de morera para alimentar rumiantes, se conoce poco sobre su comportamiento en diferentes condiciones ambientales y de manejo. Este trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto del sitio y la fertilización nitrogenada sobre la producción y calidad de la biomasa de tres variedades de morera.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en plantaciones de morera de un año de edad establecidas en tres localidades de Costa Rica (Paquera, Puriscal y Coronado), con características edáficas, climáticas y altitudinales diferentes. Paquera se encuentra a 10 msnm, el promedio de temperaturas máximas y mínimas durante el estudio fue de 32.2° C y 22.1° C, respectivamente, con una precipitación anual de 1941 mm. Coronado se ubica a 1480 msnm, tiene un clima fresco y húmedo, con temperaturas máximas de 20.6° C y mínimas de 12.7° C, y una precipitación de 4101 mm. Puriscal está a una altitud de 1102 msnm y tiene

¹ Basado en: ESPINOZA, E. 1996. Efecto de sitio de fertilización nitrogenada sobre la producción y calidad de tres variedades de morera (*Morus alba* L.) en Costa Rica.

² M.Sc. en Agroforestería, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

³ Consultor, CATIE, Turrialba, Costa Rica. E-mail: jbenavid@catie.ac.cr

una precipitación promedio de 2541 mm y una temperatura promedio de 20.3° C. La morera se plantó por estacas de 30 a 40 cm con 1 m entre hileras y 0.40 m entre plantas. El corte de uniformización se efectuó en mayo de 1995 y se cosechó en setiembre y diciembre de 1995 y abril de 1996. El nitrógeno (Nitrato de amonio) aplicado se fraccionó en partes iguales para cada cosecha. La primera aplicación se hizo en el corte de uniformización y en ella, por única vez, se utilizó una mezcla de la fórmula 20-7-12-6-2 y Nitrato de amonio, en partes iguales.

Se utilizaron tres variedades de morera (Criolla, Indonesia y Tigriada) y tres niveles de fertilización nitrogenada (180, 360 y 540 kg N/ha/año). Se utilizó un diseño de bloques al azar con arreglo factorial (3 x 3 x 3), con dos repeticiones. La parcela experimental fue de 16.8 m², con un área útil de 8 m² y con 20 plantas/parcela útil. Se evaluó la producción de materia seca (MS), proteína cruda (PC), materia seca comestible (MSC), el nivel de digestibilidad *in vitro* de la MS (DIVMS) y los contenidos minerales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las variedades no difirieron en el porcentaje de MS, con valores entre 31 (Indonesia) y 28 (Tigriada). Valores similares obtuvieron Araya *et al.* 1994 e inferiores Rojas y Benavides (1994) quienes reportaron un nivel del 25%. Se observaron notables diferencias entre sitios ($p < 0.05$), 25% en Coronado, 31% en Puriscal y 32% en Paquera. La fertilización no produjo cambios importantes en el contenido de MS. El contenido de PC en las hojas fue similar entre variedades: 20, 20 y 21% para la Criolla, la Indonesia y la Tigriada, respectivamente. Se observaron diferencias entre sitios, destacando Coronado con 25% y Paquera con 15%. Se observó un ligero incremento en el contenido de PC al aumentar la dosis de nitrógeno. Valores de 17, 18 y 18% fueron obtenidos por Rodríguez *et al.* (1994) con 0, 40 y 80 kg de N/ha/corte, respectivamente. Bangash y Sheikh (1980) no encontraron cambios significativos en el contenido de PC en hojas de morera, con diferentes



Existen diferentes variedades de morera que responden de diversas maneras en distintos ambiente (Foto E. Espinoza).

combinaciones de NPK. La DIVMS de las hojas fue similar entre variedades, con un valor promedio de 74%. Esta cifra es superior al obtenido con la variedad Tigriada por Rojas y Benavides (1994) y Velázquez *et al.* (1994) e inferior al reportado por Rodríguez *et al.* (1994), de 89 y 92%, respectivamente.

Hubo diferencias entre sitios, siendo de nuevo en Paquera donde se obtuvieron los menores niveles. La fertilización no afectó la DIVMS, lo cual coincide con Benavides *et al.* (1994), quienes tampoco encontraron efectos significativos con diferentes niveles de estiércol.

Se encontraron diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) para el rendimiento de MS total entre variedades, entre niveles de fertilización y entre sitios, así como en la interacción variedad x sitio (Cuadros 1 y 2). La variedad Indonesia tuvo el mayor rendimiento. Sin embargo, la tendencia fue afectada por el sitio. La variedad Criolla mostró los menores rendimientos en todos los

Cuadro 1. Producción de biomasa total (t/MS/ha/año) de tres variedades de morera (*Morus alba*) en tres sitios, Costa Rica, 1996.

Sitio	Criolla	Indonesia	Tigriada	Promedio ¹
Puriscal	11.1	19.0	15.6	15.2b
Coronado	8.9	18.0	19.5	15.5b
Paquera	22.4	39.2	31.9	31.2a
Promedio ¹	14.1c	25.4a	22.3b	20.6

¹ Valores con igual letra no difieren estadísticamente ($p < 0.05$, Duncan).

Cuadro 2. Producción de biomasa total (t/MS/ha/año) de tres variedades de morera (*Morus alba*) bajo tres niveles de fertilización nitrogenada (N, kg/ha/año), Costa Rica, 1996.

Fertilización	Criolla	Indonesia	Tigriada	Promedio ¹
180	11.2	19.2	18.0	16.1b
360	13.7	28.3	22.8	21.6a
540	17.4	28.7	26.3	24.1a
Promedio	14.1c	25.4a	22.4b	20.6

¹ Valores con igual letra no difieren estadísticamente ($p < 0.05$, Duncan).

sitios y con todos los niveles de fertilización, siendo notable su poca productividad en Coronado, donde rindió casi la mitad que las otras variedades.

La producción de MS total fue mayor a mayores niveles de fertilización nitrogenada. Tendencias similares obtuvieron Benavides *et al.* (1994), al aplicar 0, 240, 360 y 480 kg/ha/año de nitrógeno proveniente de estiércol de cabra. En la literatura consultada no se reportan rendimientos tan elevados como los de Paquera. En Guatemala, Blanco (1992) obtuvo rendimientos de 19 t/MS/ha, y Puri y Gargya (1995) reportan rendimientos de 16.5 t/MS/ha con la misma densidad de 25000 plantas/ha, en un suelo degradado en la India.

Se encontraron diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) entre variedades, niveles de fertilización nitrogenada y entre sitios, en términos de la materia seca comestible (MSC). En todos los sitios la variedad Tigriada presentó los mayores rendimientos de MSC. La variedad Criolla tuvo los menores rendimientos (Cuadros 3 y 4).

A pesar de que la variedad Indonesia fue la que rindió más MS total, su alta proporción de tallo leñoso explica la menor producción de MSC, en comparación con la variedad Tigriada.

Aunque la fertilización estimuló una mayor producción de MSC, los incrementos entre niveles sucesivos variaron dependiendo de la variedad. Una respuesta lineal a la fertilización fue reportada por Benavides *et al.* (1994) con la variedad Tigriada, utilizando estiércol de cabra, equivalente a 0, 240, 360 y 480 kg N/ha/año, respectivamente.

La mayor luminosidad y temperatura en Paquera pueden explicar el menor contenido de agua de la biomasa de morera, los menores niveles de PC y DIVMS y la mayor producción de MS. Se conoce que la alta luminosidad reduce el nivel de nitratos y aumenta los componentes de la pared celular y el crecimiento (van Soest, 1994). Coronado tiene temperaturas más bajas y mayores nubosidad y precipitación, lo que pudo haber limitado el crecimiento y la lignificación. Además de los factores climáticos de Paquera, los bajos contenidos de nitrógeno, cobre y zinc pudieron limitar la fertilidad del suelo, y con ello, el contenido de nutrientes en la planta. Por otra parte, los suelos arcillosos, el menor pH y los bajos contenidos de potasio pueden explicar los bajos rendimientos en Puriscal.



Cuadro 3. Producción de materia seca comestible (t/ha/año) de tres variedades de morera (*Morus alba*) en tres sitios, Costa Rica, 1996.

Sitio	Criolla	Indonesia	Tigriada	Promedio ¹
Puriscal	6.0	7.4	7.8	7.1c
Coronado	5.8	8.7	11.0	8.5b
Paquera	9.0	12.5	13.4	11.6a
Promedio ¹	6.9	9.5	10.7	9.1

¹ Valores con igual letra no difieren estadísticamente ($p < 0.05$, Duncan).

Cuadro 4. Producción de materia seca comestible (t/ha/año) de tres variedades de morera (*Morus alba*) bajo tres niveles de fertilización nitrogenada (N, kg/ha/año), Costa Rica, 1996.

Fertilización	Criolla	Indonesia	Tigriada	Promedio ¹
180	6.0	7.6	9.0	7.5c
360	6.7	10.3	10.9	9.3b
540	8.7	10.7	12.4	10.6a
Promedio ¹	7.1c	9.5b	10.7a	9.1

¹ Valores con igual letra no difieren estadísticamente ($p < 0.05$, Duncan).

CONCLUSIONES

La morera demostró una buena capacidad de adaptación a las diferentes condiciones agroecológicas, pero es necesario tomar en cuenta la interacción entre sitio y la variedad para seleccionar la mejor alternativa. A pesar de un prolongado período de sequía, la mayor luminosidad y temperatura de Paquera estimularon una mayor producción. Le siguió Coronado por su buen régimen de lluvia y mejor suelo, pero por su mayor nubosidad y bajas temperaturas la producción de biomasa fue menor. El sitio con los menores rendimientos fue Puriscal, con suelos arcillosos y de menor fertilidad.

La mejor variedad fue la Tigriada y la peor la Criolla. La Indonesia, aunque produjo más MS total, rindió menos MSC que la Tigriada, por su mayor proporción de tallo leñoso. La fertilización mejoró notablemente la producción de todas las variedades, pero tuvo poco efecto con los niveles más altos y con las mejores variedades en los mejores sitios. ◇

BIBLIOGRAFÍA

ARAYA, J.; BENAVIDES, J.E.; ARIAS, R.; RUIZ, A. 1994. Identificación y caracterización de árboles y arbustos con potencial forrajeros. *In: Árboles y arbustos forrajeros en América Central*. Ed. por Benavides, J.E. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico. no. 236. v. 1, p. 31-63.

BANGASH, S.H.; SHEIKH, M.I. 1980. Effect of NPK fertilizers on foliage yield and nutritive value of Mulberry (Japanese source). *Pakistán Journal of Forestry* 30(3): 137-138.

BENAVIDES, J.; LACHUX, 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*. Ed. por Benavides, J.E. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico no. 236. v. 2, p. 495-514.

BLANCO, R. 1992. Distancia de siembra y altura de corte en la producción y calidad del forraje de Morera (*Morus* sp.), en el parcelamiento Cuyuta, Escuintla Guatemala, Universidad de San Carlos. Guatemala, Gua., USAC. 15 p.

GONZÁLEZ, M., F. 1951. El gusano de seda y la Morera. 4 ed. Madrid, España, Ministerio de Agricultura. 272 p. (Cartillas rurales No. 4.)

PURI, D.N.; GARGYA, G.R. 1995. Management of *Morus alba* L. Linn. and *Grewia optiva* Roxb. for degraded lands. *Van Vigyan* (India) 33(2): 109-113.

RODRÍGUEZ, C.; ARIAS, R.; QUIÑONES, J. 1994. Efecto de la frecuencia de poda y el nivel de fertilización nitrogenada, sobre el rendimiento y calidad de la biomasa de Morera (*Morus* sp.) en el trópico seco de Guatemala. *In: Árboles y arbustos forrajeros en América Central*. Ed. por Benavides, J.E. Serie Técnica, Informe Técnico no. 236. CATIE. v. 2, p. 515-529.

ROJAS, H.; BENAVIDES, J. 1994. Producción de leche de cabras alimentadas con pasto y suplemento con altos niveles de Morera (*Morus* sp.). *In: Árboles y arbustos forrajeros en América Central*. Ed. por Benavides, J.E. Serie Técnica. Informe Técnico no. 236. CATIE. v. 1, p. 305-320.

VAN SOEST, P.J. 1994. Plant, animal & environment. *In: Nutritional Ecology of Ruminants*. 2 ed. Ithaca, New York, EE.UU., Cornell University Press. p. 77-92.

VELÁZQUEZ, M.C.; GUTIÉRREZ, M.A.; ARIAS, R.; RODRÍGUEZ C. 1994. El forraje de Morera (*Morus* sp.) como suplemento en dietas a base de ensilado de sorgo (*Sorghum bicolor* x *S. sudanense*) para novillos. *In: Árboles y arbustos forrajeros en América Central*. Ed. por Benavides, J.E. Serie Técnica. Informe Técnico no. 236. CATIE. vol. 1, p. 377-392. ◇

BOLFOR (Proyecto de Manejo Forestal Sostenible/Bolivia), IUFRO (International Union of Forest Research Organizations/Austria) y el CIFOR (Centro Internacional para la Investigación Internacional/Indonesia) invitan al:

"Simposio Internacional sobre Posibilidades para el Manejo Forestal Sostenible en América Tropical"

Del 15 al 20 de julio de 1997, en Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. Asistencia libre.

Objetivos del Simposio: Abrir una instancia de reflexión que posibilite conocer, comprender, analizar y aplicar las experiencias, avances e impactos sobre el manejo forestal sostenible a nivel internacional. Así mismo, determinar las posibilidades reales que existen para su implementación a niveles comerciales y presentar a las partes involucradas las herramientas recomendadas para realizar un aprovechamiento forestal sostenible en la América Tropical.

Para mayor información comunicarse con John Nittler, Proyecto BOLFOR/SIMPOSIO, Casilla no. 6204 Santa Cruz, Bolivia. Tel. (591) 3 364696/364704 Fax: (591) 3 364319 E-mail: bolfor@mitai.nrs.bolnet.bo y michell@mitai.nrs.bolnet.bo