

Efecto de algunos factores que influyen en el rendimiento de proteína bruta de la Morera (*Morus alba* L.) en el estado Trujillo, Venezuela

Danny Eugenio García^{1*}, María Gabriela Medina¹, Daniel Antonio Perdomo², Pedro Moratinos³, Luís Cova⁴ y Tyron Clavero⁵

¹Universidad de los Andes (ULA). Núcleo Universitario “Rafael Rangel” (NURR). Departamento de Ciencias Agrarias, estado Trujillo, Venezuela. *Correo electrónico: dagamar8@hotmail.com

² Universidad de Los Andes (ULA). Núcleo Universitario “Rafael Rangel” (NURR) Ingeniería de la Producción en Agroecosistemas, estado Trujillo, Venezuela.

³Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), estado Trujillo, Venezuela.

⁴ Universidad de los Andes (ULA). Núcleo Universitario “Rafael Rangel” (NURR). Departamento de Biología y Química, estado Trujillo, Venezuela.

⁵ Universidad del Zulia (LUZ). Facultad de Agronomía, estado Zulia, Venezuela.

RESUMEN

Se realizó un experimento en el estado Trujillo, Venezuela, con el objetivo de estudiar el efecto de la variedad (Cubana, Indonesia, Tigreada, Acorazonada, Tailandesa, Guatemalteca y Criolla), la frecuencia de corte (60, 90 y 120 días) y la fertilización orgánica (0, 150 y 300 kgN/ha/año) en el rendimiento de proteína bruta (PB) de las hojas y los tallos tiernos de la morera (*Morus alba* L.) en dos épocas del año período lluvioso (PLL) y período poco lluvioso (PPLL), mediante un diseño de bloques al azar con arreglo factorial 7 x 3 x 3 y cinco réplicas por tratamiento. No se observaron interacciones significativas entre los factores evaluados ($P > 0,05$), ni diferencias estadísticas en el rendimiento proteico de las variedades (hojas: 324,71-365,17; tallos tiernos: 26,47-30,83 kgPB/ha/corte). Sin embargo, en el PPLL las variedades Indonesia (144,14 kgPB/ha/corte) y Guatemalteca (164,00 kgPB/ha/corte) sobresalieron por su rendimiento en las hojas, mientras que la Cubana exhibió el resultado más bajo en los tallos tiernos. En el PLL, con la frecuencia de corte de 90 días en las hojas y los tallos tiernos se observaron rendimientos superiores. No obstante, en el PPLL el resultado más sobresaliente en las hojas se obtuvo con cortes cada 120 días, y cada 90 días para los tallos tiernos. Independientemente de la parte de la planta y la época del año los mayores rendimientos proteicos se obtuvieron cuando se fertilizó a razón de 150 y 300 KgN/ha/año (biomasa comestible: 101,71-362,71 kgPB/ha/corte). El rendimiento proteico de la morera presentó una marcada influencia varietal en el PPLL, donde sobresalieron la Indonesia y la Guatemalteca. Las frecuencias de corte más espaciadas (90 y 120 días); así como la fertilización influyeron positivamente en el aumento de los rendimientos proteicos de la especie.

Palabras clave: morera, fertilización, variedad, frecuencia de corte, rendimiento, proteína.

Influence of some factors in the crude protein yield of mulberry (*morus alba* L.) in Trujillo, Venezuela

ABSTRACT

An experiment was carried out in Trujillo state, Venezuela in order to study the effect of variety (Cubana, Indonesia, Tigreada, Acorazonada, Tailandesa, Guatemalteca and Criolla), cut frequency (60, 90 and 120 days), organic fertilization (0, 150 and 300 kgN/ha/year) on gross protein yield (PB) of leaves and edible stems of Mulberry (*Morus alba* L.) in two seasonal periods (PLL and PPLL), using a randomized blocks design with factorial arrangement 7 x 3 x 3 and five replicates for treatment. Significant interactions among the evaluated

factors were not observed ($P>0.05$). Statistical differences in the proteic yield among varieties (leaves: 324.71-365.17; edible stems: 26.47-30.83 kgPB/ha/cut) were not observed. However, in the PPLL the Indonesia (144.14 kgPB/ha/cut) and Guatemalteca (164,00 kgPB/ha/cut) varieties stood out for their yield on leaves, while the Cubana exhibited the lowest result on edible stems. In PLL, with 90 days between cut on leaves and the edible stems superior yields were observed. Nevertheless, in the PPLL the highest result on leaves was obtained with cut every 120 days, and every 90 days for edible stems. Independently of the part of the plant and the season, the biggest proteic yields were obtained with fertilization (edible biomass: 101.71-362.71 kgPB/ha/cut). The proteic yield of Mulberry presented a marked varietal influence in the PPLL, where the Indonesia and the Guatemalteca stood out. The spaced cut frequencies (90 and 120 days); and the fertilization influenced positively in the increase of the proteic yields of the specie.

Keyword: mulberry, fertilization, variety, cut frequency, protein yield.

INTRODUCCIÓN

En los países tropicales durante el período poco lluvioso (PPLL) los rumiantes a pastoreo y otros animales herbívoros de interés comercial, en sentido general, no logran satisfacer sus requerimientos nutricionales, dado la disminución en la cantidad y calidad del forraje disponible en los pastizales (Crespo, 2007). En este sentido, la adopción de estrategias viables tales como la implementación de bancos forrajeros o sistemas asociados logra, en gran medida, aminorar el déficit de material voluminoso de calidad para alimentar estos animales en la época de mayor escasez (Lara *et al.*, 2007).

En la actualidad, existen muchas especies que exhiben sobresaliente potencial forrajero entre las que se destaca la morera (*Morus alba* L.), esta pertenece a la familia de las Moráceas, y es un arbusto que, tradicionalmente, se ha utilizado para la alimentación del gusano de seda en Asia (Milerá *et al.*, 2007). Sin embargo, se ha adaptado de manera excelente a gran diversidad de condiciones edafoclimáticas y en la actualidad es reconocida como una de las especies multipropósitos más versátiles en Latinoamérica (Medina *et al.*, 2007a, b).

Con el objetivo de estudiarla de forma integral se han desarrollado numerosas investigaciones fundamentalmente en Costa Rica, Cuba, México y Brasil (Benavides, 2002; Almeida y Fonseca, 2002; Noda *et al.*, 2007), enfocadas en los principales factores agronómicos que influyen en el rendimiento y la composición química de esta especie (altura,

densidad, frecuencia de corte y dosis de fertilización química y orgánica). A partir de estos estudios se conoce que es una planta idónea para ser explotada en bancos de proteína, específicamente en sistemas de corte y acarreo.

Recientemente, se ha estudiado la morera, junto con otras leñosas, con cabras, ovinos y vacunos: donde la especie ha resultado una de las más aceptadas por los tres tipos de rumiantes en las condiciones de la zona baja Trujillana (García *et al.*, 2008). *M. alba* sobresalió notablemente, en cuanto a su índice de potencial forrajero, comparado con 20 especies más, sometidas a igualdad de condiciones experimentales (García *et al.*, 2009).

Por otra parte, la morera como forraje tiene excelente composición química (Benavides, 2002), exhibe un elevado contenido de proteína bruta (PB) en su fracción comestible, además de una sobresaliente producción de biomasa cuando es manejada adecuadamente. No obstante, los rendimientos proteicos de la especie se encuentran, fuertemente, influenciados por factores genéticos, agronómicos y climáticos (Noda *et al.*, 2007). Considerando que la evaluación de germoplasma de morera fuera de Cuba, Costa Rica y Brasil es muy limitada, inclusive después de 15 años de investigaciones continuas, y que en Venezuela durante los últimos cinco años esta especie ha suscitado mucho interés por parte de los productores pecuarios, académicos e investigadores, el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la frecuencia de corte, la fertilización orgánica y

la variedad en el rendimiento de PB de las hojas y los tallos tiernos de la morera en los dos períodos climáticos representativos del estado Trujillo, Venezuela.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del área experimental

El ensayo se llevó a cabo en las cercanías de la Estación Experimental y de Producción Agrícola "Rafael Rangel" perteneciente a la Universidad de los Andes, ubicada entre los paralelos 09° 35' 00" y 09° 37' 19" N y entre los meridianos 70° 27' 00" y 70° 31' 39" O, a una altitud entre 270 y 300 m.s.n.m. en el sector La Catalina, Vega Grande, municipio Pampán, estado Trujillo, Venezuela. El área experimental presenta características edafoclimáticas de transición de Bosque Seco Tropical a Húmedo Tropical, con una humedad relativa anual promedio de 65,2%.

Períodos de evaluación

Las evaluaciones se realizaron en los dos períodos climáticos representativos de la zona de estudio, durante tres años consecutivos (2006-2008), enmarcados entre los meses de enero, febrero, marzo, junio, julio y diciembre como meses pocos lluviosos (período poco lluvioso: PPLL); y abril, mayo, agosto, septiembre, octubre y noviembre como lluviosos (período lluvioso: PLL).

Características climáticas de los períodos evaluados

Los períodos evaluados presentaron características climáticas contrastantes. La Figura muestra los principales indicadores de clima en ambas etapas.

Características del suelo

El área experimental presenta suelos alcalinos; de muy baja fertilidad, profundos, fáciles de labrar y de una alta capacidad para retener humedad a través del perfil. La textura es franco-limosa y de relieve plano, cuya topografía se presenta bastante regular con pendientes menores al 3%; evaluaciones anteriores realizadas en el suelo del área experimental señalan las siguientes características químicas (Cuadro 1).

Diseño experimental y tratamientos

Se utilizó un diseño de bloques al azar con arreglo factorial 7 x 3 x 3 y cinco réplicas por tratamiento.

En las hojas y los tallos tiernos, para ambas épocas del año, los factores que se consideraron fueron:

Variedad (Cubana, Indonesia, Tigreada, Acorazonada, Criolla, Guatemalteca y Tailandesa)

Frecuencia de corte (60, 90 y 120 días)

Fertilización orgánica equivalente a: 150 y 300 kg N/ha/año, además de los tratamientos donde no se fertilizó (parcelas testigos).

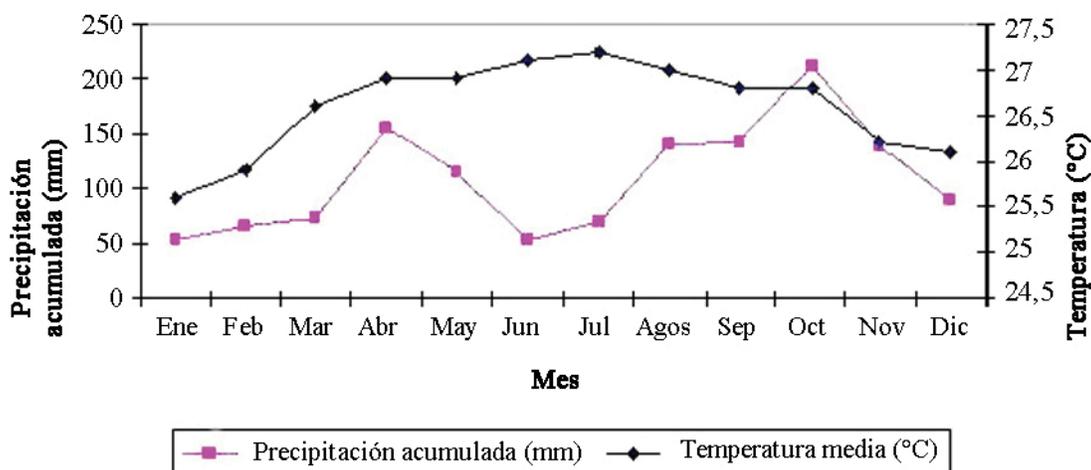


Figura. Valores promedio de los indicadores climáticos más relevantes donde se encontraba establecida la plantación. Promedio 2006-2008.

Unidad experimental y manejo agronómico

Las mediciones se realizaron a partir del segundo año de evaluación agronómica de una plantación de morera con tres años de edad y una densidad de 25.000 plantas/ha. El experimento se llevó a cabo en 168 parcelas de 4 x 2 m sin separación entre ellas, además de 14 parcelas control.

Cada parcela estuvo integrada por 4 surcos de 5 plantas cada uno, para un total de 20 plantas. El borde estuvo formado por 14 plantas (todas las plantas de los 2 surcos laterales y las 4 plantas iniciales y terminales de los surcos centrales), quedando 5 ejemplares para evaluación, más una que no fue evaluada.

Las plantas se encontraban separadas a 0,4 m y 1 m entre los surcos; los cuales se orientaron de Este a Oeste. El corte se realizó de manera manual con tijera de poda, a la altura fija de 0,5 m sobre el nivel del suelo. La fertilización orgánica se aplicó directamente en el tronco y el control de malezas se realizó de forma manual, ambos después de cada corte en el PLL.

Composición química del fertilizante orgánico

Como fuente de fertilización nitrogenada se utilizó estiércol bovino compostado. La composición química promedio de los lotes utilizados como fertilizante orgánico en cada evaluación se muestra en el Cuadro 2.

Cuadro 1. Indicadores de la composición química del suelo (1994-2004).

Variable	Valor	Clasificación
pH (1:2,5H ₂ O)	8,15	Medianamente alcalino
MO (%)	2,04	Medio
Nitrógeno asimilable (%)	0,09	Bajo
P (cmol/kg)	51	Alto
Carbono orgánico (%)	1,18	Bajo
K (cmol/kg)	29,5	Bajo
Ca (cmol/kg)	244	Medio
Mg (cmol/kg)	60,5	Bajo

Fuente: Escobar (2004).

Cuadro 2. Composición química del estiércol utilizado periódicamente en la fertilización de *M. alba* en el inicio de lluvias y en el período lluvioso.

Aplicación	pH (H ₂ O)	CE (dS/cm)	H (%)	Nt (%)	Norg (%)	N-NH ₄ soluble (ppm)	C/N inicial	MOT (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)
1	8,28	7,82	64,93	2,07	2,00	512	15	56,60	0,70	2,97	3,16
2	8,17	6,72	64,28	2,59	2,37	532	14	55,86	0,68	3,92	3,16
3	8,02	7,54	67,06	2,38	2,74	493	16	54,83	0,68	3,38	3,01
4	7,78	7,29	66,38	2,37	2,24	479	15	55,83	0,73	3,39	3,30
5	8,05	6,76	65,86	2,38	2,28	538	16	58,03	0,69	3,27	3,83
6	8,54	7,37	64,84	2,48	2,93	500	15	57,85	0,73	3,39	2,98
7	8,38	7,24	63,72	2,28	2,17	511	16	56,90	0,67	3,11	2,41
8	7,97	6,88	65,38	2,28	2,11	465	15	55,85	0,84	3,28	3,09
Media	8,15	7,20	65,31	2,35	2,36	503,75	15,25	56,47	0,72	3,34	3,12

CE: conductividad eléctrica, H: humedad, N: nitrógeno, org: orgánico, C: carbono, MOT: materia orgánica total.

Procedimiento de muestreo

El material vegetal formado por la fracción comestible de *M. alba* (hojas-pecíolos y tallos tiernos) fue recolectado de forma manual a partir de las 5 plantas por parcela, luego de ser eliminado el efecto borde de las unidades experimentales.

La biomasa comestible proveniente de cada réplica se pesó utilizando un peso comercial (marca: Dayang, China, de 30 kg de capacidad), de forma individual y posteriormente fueron separadas las hojas, las cuales fueron pesadas estimando por diferencia el peso de los tallos tiernos. Cada parte separada (cinco por tratamiento) fue llevada de forma inmediata al laboratorio, se pesaron 400 g y se les determinó el contenido de materia seca (AOAC, 1990).

Las determinaciones de PB se llevaron a cabo mediante la metodología propuesta por la AOAC (1990).

Los cálculos de los aportes de los compuestos nitrogenados por unidad de área, fueron realizados a partir de los datos de biomasa (acorde a la densidad de siembra utilizada: 25.000 plantas/ha) y la concentración de PB de cada parte de la planta, determinada en el laboratorio.

Diseño experimental, tratamientos y análisis estadístico

Para el procesamiento de los datos se utilizó un análisis factorial, para lo cual se empleó la opción General Lineal Model (GLM) correspondiente al paquete estadístico SPSS versión 10.0 para Windows (Visauta, 1998). Fue usada la prueba de comparación múltiple de Student-Newman-Keuls (SNK) y las medias fueron valoradas para $P < 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se observó, en ninguno de los casos, interacción significativa entre los factores estudiados, por lo que el análisis y la interpretación de resultados se realizaron en función del efecto de los factores principales (variedad, fertilización y frecuencia de corte).

El rendimiento de PB/ha/corte tanto para las hojas, los tallos tiernos y el total de biomasa comestible no presentó diferencia significativa entre variedades en el PLL ($P > 0,05$). Sin embargo, en el PPLL los rendimientos proteicos de las hojas de la Indonesia y Guatemalteca fueron superiores al resto ($P < 0,05$).

En los tallos tiernos en el PPLL la variedad Cubana exhibió el menor rendimiento. Para el total de biomasa en el PPLL se observaron también diferencias significativas a favor de la Indonesia y la Guatemalteca ($P < 0,05$). En cuanto a la frecuencia de corte en el PLL para las hojas, el rendimiento proteico fue superior con cortes cada 90 y 120 días ($P < 0,05$). Sin embargo, en el PPLL sólo con la frecuencia más espaciada (120 días) se obtuvieron los mejores resultados en esta parte de la planta.

Para los tallos tiernos, tanto en el PLL como en el PPLL, el mayor rendimiento se observó con cortes cada 90 días. Por consiguiente, al considerar el rendimiento proteico de la biomasa total, con las frecuencias más espaciadas (90 y 120 días) se observaron los rendimientos más significativos ($P < 0,05$).

En relación a la fertilización, con ambas dosis de abono orgánico (150 y 300 kgN/ha/año) se obtuvieron los mayores rendimientos proteicos tanto en las hojas, los tallos tiernos, como en el total de biomasa, en ambos períodos climáticos ($P < 0,05$).

Efecto de la variedad

En el Cuadro 3, se muestra el efecto de la variedad en el rendimiento proteico de hojas, tallos tiernos y biomasa comestible total de *M. alba*. Los aportes más elevados de PB/ha/corte fueron elementos característicos del PLL para todas las variedades, debido a los mayores rendimientos de hojas en esta etapa, comportamiento señalado también por Toral e Iglesias (2007), al evaluar el efecto de la poda en la biomasa de 20 accesiones de especies arbóreas, lo cual constituye un comportamiento clásico de las leñosas cuando las condiciones climáticas son adecuadas para un mayor desarrollo vegetativo.

Estos resultados describen el comportamiento estacional que exhibe la morera, independientemente de la variedad, y las ventajas que presentan cosechar el follaje de esta especie en el período de mayores precipitaciones, tanto para ofertar como para material suplementario de forma directa, o conservar en forma de harina deshidratada y ensilaje el remanente de biomasa, que será usado en la época de menor disponibilidad de pastos y forrajes. Adicionalmente, el poco efecto varietal de *M. alba* durante el PLL en cuanto a su comportamiento agronómico, ha sido señalado en investigaciones y recopilaciones previas

Cuadro 3. Efecto de la variedad en el rendimiento proteico (Kg PB/ha/corte) de las hojas, los tallos tiernos y la biomasa comestible total de *M. alba* en las dos épocas del año.

Variedad	Hojas		Tallos tiernos		Biomasa comestible total	
	PLL	PPLL	PLL	PPLL	PLL	PPLL
Cubana	324,71	47,69d	26,47	5,33b	351,18	53,02c
Indonesia	345,40	144,14a	30,48	10,72a	375,88	154,86a
Tigreada	333,58	108,48b	29,62	9,84a	363,20	118,32b
Acorazonada	310,17	56,73d	26,81	11,70a	336,98	68,43c
Criolla	365,17	86,73c	30,83	11,65a	396,00	98,38bc
Guatemalteca	350,40	164,00a	32,65	10,65a	383,05	174,65a
Tailandesa	330,00	117,00b	28,40	12,00a	358,40	129,00b

Rendimiento expresado en peso seco.

Valores con letras desiguales entre filas muestran diferencias significativas a $P < 0,05^*$.

realizadas por Martín *et al.*, (2007) y Medina *et al.*, (2007a,b), en las cuales se le atribuye la mejor respuesta de la especie por la mayor disponibilidad de nutrimentos en el suelo, y por ende una efectiva absorción y posterior traslocación de nutrimentos en las diferentes partes de la planta.

Contrariamente a lo obtenido en el PLL, la menor producción de biomasa de la variedad Cubana en el PPLL concuerda con lo expresado por García (2004), en la evaluación agronómica de un sistema de corte y acarreo bajo condiciones de secano en Cuba, donde se le atribuyó este comportamiento a que dicha variedad exhibe características acentuadas de especie silvestre, y no ha sido mejorada genéticamente para su explotación óptima en bancos forrajeros, este comportamiento validado en las condiciones del pie de monte Andino Trujillano, hace pensar que la razón es fundamentalmente genética y que independientemente de las condiciones de clima y suelo imperantes, esta variedad no responde de forma satisfactoria en el PPLL cuando es sometida a corte y acarreo.

En las condiciones tropicales, para sistemas basados en bajos insumos, donde el riego estratégico en el PPLL constituye una limitante significativa por la falta de recursos en la mayoría de los casos, la mayor producción de biomasa proteica de las variedades Indonesia y Guatemalteca constituye un elemento importante a considerar cuando se desee

implementar bancos de proteína con variedades que respondan adecuadamente en el período de mayor déficit hídrico. Resultados similares, respecto al mejor comportamiento de la Indonesia, ha sido informado en numerosas investigaciones realizadas fuera de Venezuela durante la fase de vivero, establecimiento (Pentón, 2007) y explotación (Martín, 2004; García *et al.*, 2006). Sin embargo, no se cuentan con antecedentes comparativos en el caso de la Guatemalteca, variedad introducida en Venezuela desde Costa Rica con la cual no se han realizado otros estudios agronómicos en el Territorio Nacional.

Efecto de la frecuencia de corte

En el Cuadro 4, se muestra el efecto de la frecuencia de corte en el rendimiento proteico de hojas, tallos tiernos y biomasa comestible total de *M. alba*. Los rendimientos de PB/ha/corte aumentaron marcadamente con la disminución de la frecuencia de defoliación; esta tendencia fue común en ambos períodos, con rendimientos superiores a los 150 kg PB/ha/corte en el PLL. Los aportes de proteína de las hojas fueron similares a los obtenidos por Francisco (2002), en *Albizia lebbbeck*, similares a la tendencia descrita por Martín *et al.*, (2002), en *M. alba*, y por Zavala *et al.*, (2007), en *Tithonia diversifolia* y *M. alba* bajo cuatro y seis frecuencias de cortes, respectivamente, donde las mayores producciones se obtuvieron en las defoliaciones más espaciadas.

Este comportamiento se atribuye a que, aunque con frecuencias menos espaciadas se obtienen concentraciones más elevadas de PB, la producción de biomasa es inferior comparadas con otras, donde la planta dispone de mayor tiempo para reponer la biomasa (Noda *et al.*, 2007) Igualmente, es bien conocido que en sistemas intensivos de corte y acarreo donde la especie es sometida a régimen de podas intensos, se ha observado un declinación de producción de biomasa respecto a los años (Martín *et al.*, 2002; Martín, 2004).

Por otra parte, estos resultados difieren de lo informado por Martín *et al.*, (2007), quienes obtuvieron rendimientos superiores de PB de las hojas, de los tallos tiernos y de la biomasa comestible de *M. alba* en el período lluvioso para la frecuencia de corte de 60 días, quizás relacionados con las condiciones edáficas, el manejo dado a la plantación o el tipo y calidad del fertilizante orgánico utilizado.

En el caso de los tallos tiernos, los rendimientos de PB/ha/corte aumentaron, considerablemente, con el espaciamiento entre los cortes solamente hasta los 90 días como producto de la menor fracción de tallos tiernos a los 120 días y la disminución en la relación hoja-tallo a partir de la frecuencia intermedia (90 días), similar a lo obtenido por Boschini *et al.*, (1999) en *M. alba*, Francisco (2002) y Francisco (2003) en *A. lebbeck* y por González *et al.*, (2003) en *L. leucocephala*.

Efecto de la fertilización

En el Cuadro 5, se muestra el efecto de la fertilización en el rendimiento proteico de hojas, tallos tiernos y biomasa comestible total de *M. alba*.

Se observó, un efecto notable de las dosis de fertilización utilizadas sobre los rendimientos proteicos de la especie, lo que es independiente del resto de los factores en estudio ($P < 0,05$).

Cuadro 4. Efecto de la frecuencia de corte (días) en el rendimiento proteico (Kg PB/ha/corte) de las hojas, los tallos tiernos y la biomasa comestible total de *M. alba* en las dos épocas del año.

Frecuencia de corte	Hojas		Tallos tiernos		Biomasa comestible total	
	PLL	PPLL	PLL	PPLL	PLL	PPLL
60	168,42b	52,34c	19,57c	11,78b	187,99b	64,12b
90	378,16a	84,48b	37,20a	16,33a	415,36a	100,81a
120	382,42a	101,20a	28,64b	9,55b	411,06a	110,75a

Rendimiento expresado en peso seco.

Valores con letras desiguales entre filas muestran diferencias significativas a $P < 0,05^*$.

Cuadro 5. Efecto de la fertilización en el rendimiento proteico (Kg PB/ha/corte) de las hojas, los tallos tiernos y la biomasa comestible total de *M. alba* en las dos épocas del año.

Fertilización (kgN/ha/año)	Hojas		Tallos tiernos		Biomasa comestible total	
	PLL	PPLL	PLL	PPLL	PLL	PPLL
0	24,15b	28,45b	9,41b	8,68b	33,56b	14,13b
150	331,24a	89,67a	31,47a	12,04a	362,71a	101,71a
300	341,20a	100,47a	25,67a	12,55a	366,87a	113,02a

Rendimiento expresado en peso seco.

Valores con letras desiguales entre filas muestran diferencias significativas a $P < 0,05^*$.

Independientemente de la parte de la planta y la época del año se determinó un comportamiento definido de aumento en cuanto al rendimiento proteico con el incremento de la fertilización. Esto coincide con lo señalado por Pentón (2007) acerca de que la morera, aunque es exigente en cantidades de nutrientes en el suelo, responde positivamente a la aplicación de la materia orgánica para la producción de materia seca en todos los componentes de la planta.

A pesar de no existir diferencias ($P>0,05$), sobretodo en las hojas, se determinó una tendencia generalizada al aumento, a medida que se incrementaron las dosis nitrogenadas. Resultados similares han sido obtenidos por Boschini *et al.*, (1999), lo que permite inferir que el uso del estiércol vacuno como fertilizante orgánico produjo un efecto positivo, coincidiendo con los resultados obtenidos por Gómez *et al.*, (2007), durante el establecimiento de *Teramnus labialis*.

Respecto a las diferencias numéricas obtenidas entre épocas, Sánchez *et al.*, (2005), evaluando la producción de materia seca de *Leucaena leucocephala* a diferentes edades de corte y épocas del año, señalaron que en el caso de la distribución de la biomasa, se pudo observar que el comportamiento en la producción de hoja difiere con la época, donde se evidencia las mayores producciones en la salida de lluvias, entre los períodos de 75 y 105 días del corte, coincidiendo con los resultados obtenidos en esta investigación.

Los rendimientos (expresados en kg PB/ha/corte) mostraron diferencias muy marcadas con la época, observándose la mayor variabilidad entre las variedades en el PPLL. En esta etapa las variedades que sobresalieron exhibieron rendimientos superiores a los 100 kg PB/ha/corte, debido a las mayores producciones de hojas. La elevada producción de biomasa total de la variedad Indonesia, respecto a la época, ha sido también reportada por Martín *et al.*, (1998) en el período de establecimiento de cuatro variedades en Cuba y coincide con los rendimientos proteicos informados por Martín (2004), para esta variedad en las dos épocas del año.

En Cuanto, a las diferencias de rendimiento a los periodos climáticos, se encontró en el PLL, que las variedades produjeron rendimientos muy similares entre sí, estos resultados se triplicaron con respecto al PPLL, aspectos que coincide inclusive con las

aseveraciones realizadas por García *et al.*, (2006) para las condiciones climáticas de Cuba donde la distribución de las lluvias es relativamente homogénea dentro de dos períodos contrastantes bien definidos en el año.

La triplicación de la producción de proteína en el PLL, respecto al PPLL también coincide con los resultados reportados por Sánchez *et al.*, (2005), quienes obtuvieron diferencias altamente significativas ($P<0,01$) entre las medias de las variables estudiadas, siendo la época de salida de lluvia donde se observaron los mayores valores, evidenciándose que la época del año, forma parte de los factores modeladores de la producción de la MS y por consiguiente, de los rendimientos proteicos condicionados por el contenido variante de PB.

Por otra parte, estos resultados coinciden con lo señalado por Pizarro (2005), acerca de que las especies del género *Morus* muestran tolerancia variable a los períodos secos, pero una rápida recuperación una vez iniciado el período lluvioso.

En sentido general, al igual que para el caso de las hojas, el rendimiento por unidad de área durante el PLL fue, notablemente, superior que durante la época seca. Resultado que difiere de lo señalado por Sánchez *et al.*, (2005), quienes indicaron que en lo referente a las fracciones de tallos, éstas tienden a comportarse igual en las diferentes épocas. Estos resultados podrían explicarse considerando que en las condiciones de experimentación las variedades crecieron de forma acelerada en el PLL, mientras que en el PPLL la producción de tallos fue lenta, a expensa de una mayor lignificación y engrosamiento estructural de esta parte de la planta.

CONCLUSIONES

Las variedades de morera respondieron de forma similar en cuanto al rendimiento proteico de la biomasa comestible en el período lluvioso. Sin embargo, en la época de escasas precipitaciones se observó una marcada influencia varietal, destacándose las variedades Indonesia y Guatemalteca.

La frecuencia de corte influyó de forma drástica en los rendimientos de PB. En las hojas, las frecuencias más espaciadas (90 y 120 días) proporcionaron mayores rendimientos de proteína; mientras que cortes cada 90 días, favorecieron la producción

proteica en los tallos tiernos. En sentido general, los cortes cada 90 y 120 días influyeron positivamente en la producción proteica de la biomasa comestible.

La fertilización a la morera con estiércol bovino en dosis equivalentes a 150 y 300 kg N/ha/año produjo incrementos significativos de los rendimientos de PB, independientemente de la época del año y de la parte de la planta estudiada.

LITERATURA CITADA

- Almeida, J. E. de and T. Fonseca. 2002. Mulberry germplasm and cultivation in Brazil. In: Animal Production Health Paper N° 147. FAO, Rome. pp. 73-95.
- AOAC. 1990. Official methods of analysis. 15th ed. Association of Official Agricultural Chemistry. Washington, D.C., USA. 500 p.
- Benavides, J.E. 2002. Utilization of mulberry in animal production systems. In: Mulberry for animal production. Animal Production and Health Paper No. 147. FAO, Rome. 291 p.
- Boschini, C., H. Dormond y A. Castro. 1999. Respuesta de la morera (*Morus alba*) a la fertilización nitrogenada, dos distancias de siembra y a la defoliación. Agronomía Mesoamericana, 10(2):7-16.
- Crespo, M. 2007. Características agronómicas, composición química y selectividad ingestiva por ganado ovino de tres leguminosas arbustivas: *Cratylia argentea* (Desv.) Kuntze, *Calliandra calothyrsus* Meisn. y *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. Tesis presentada en opción al Título de Maestro en Ciencias. Mención Industria Pecuaria. Universidad de Puerto Rico. Mayagüez, Puerto Rico. 72 p.
- Escobar, P. 2004. Diseño de un sistema de riego por gravedad en un área de Pasto Estrella (*Cynodon nlemfuensis*) de la finca "El Reto". Tesis presentada en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de los Andes Núcleo Trujillo. 90 p.
- Francisco, A. 2002. Manejo de las defoliaciones de *Albizia lebbbeck* para la producción de biomasa. Tesis presentada en opción al Título de Master en Pastos y Forrajes. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 80 p.
- Francisco, A. 2003. Efecto de diferentes frecuencias de defoliación en la producción de biomasa de *Albizia lebbbeck* I. Hojas y tallos tiernos. Pastos y Forrajes, 26:125-128.
- García, D.E., M.G. Medina, L. Cova, M. Soca, P. Pizzani, A. Baldizán y C. Domínguez. 2008. Aceptabilidad por vacunos, ovinos y caprinos de follajes tropicales en el estado Trujillo, Venezuela. *In*: Espinoza F., P. Argenti, N. Obispo y J. Gil (Eds.). Memorias V Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la producción pecuaria sostenible. Aragua, Venezuela. 73 p.
- García, D.E., M.G. Medina, L. Cova, T. Clavero, A. Torres, D. Perdomo y O. Santos. 2009. Evaluación integral de recursos forrajeros para rumiantes en el estado Trujillo, Venezuela. Rev. Fac. Agron. (LUZ), 26(4):547-574.
- García, D.E., Y. Noda, M.G. Medina, G. Martín y M. Soca. 2006. La morera: una alternativa viable para los sistemas de alimentación animal en el trópico. Avances en Investigación Agropecuaria (AIA), 10(1): 55-72.
- García, F. 2004. Evaluación agronómica de la morera (*Morus alba* cv. Cubana) en suelo Ferralítico Rojo típico. Tesis presentada en opción al título de Master en Pastos y Forrajes. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 70 p.
- Gómez, I., J.L. Fernández, Y. Olivera y R. Arias. 2007. Efecto del estiércol vacuno en el establecimiento y la producción de semillas de *Teramnus labialis*. Pastos y Forrajes, 30(2): 213-219.
- González, I., J. Faría, D. Morillo, O. Mavarez, N. Noguera y E. Fuenmayor. 2003. Efecto de frecuencias de riego y corte sobre el rendimiento de materia seca en *Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit. Rev. Fac. Agron. (LUZ), 20: 364-375.
- Lara, P.E., M.C. Canché, N.B. Marrufo y J.R. Sanginés. 2007. Pastoreo restringido de ovejas Pelibuey en bancos de proteína de morera (*Morus alba*). Pastos y Forrajes, 30(2): 267-277.

- Martín, G., I. Yépes, I. Hernández y J.E. Benavides. 1998. Evaluación del comportamiento de cuatro variedades de morera durante la fase de establecimiento. **In:** Memorias III Taller Internacional Silvopastoril “Los árboles y arbustos en la ganadería”. Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”. Matanzas, Cuba. pp. 92-96.
- Martín, G., F. Reyes, I. Hernández and M. Milera. 2002. Agronomic studies with Mulberry in Cuba. In: Mulberry for animal production and health paper N° 147, FAO, Rome pp.103-112.
- Martín, G. J. 2004. Evaluación de los factores agronómicos y sus efectos en el rendimiento y la composición bromatológica de la biomasa de la morera (*Morus alba* Linn.). Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. EEPF “Indio Hatuey”. Matanzas, Cuba. 90 p.
- Martín, G.J., Y. Noda, G. Pentón, D.E. García, F. García, E. González, F. Ojeda, M. Milera, O. López, J. Ly, L. Leiva y J. Arece. 2007. La morera (*Morus alba*, Linn.): una especie de interés para la alimentación animal. Pastos y Forrajes, 30(1): 3-19.
- Medina, M.G., D.E. García, T. Clavero, J.M. Iglesias y J.G. López. 2007a. Evaluación inicial de la morera (*Morus alba* L.) en condiciones de vivero. Zootecnia Trop., 25(1):43-49.
- Medina, M.G., D.E. García, T. Clavero, J. Iglesias y J.G. López. 2007b. Influencia de la distancia entre surcos y altura de corte en algunos indicadores de *Morus alba* L. sometida a pastoreo. Rev. Fac. Agron. (LUZ), 24(3): 468-480.
- Milera, M., G. Martín, I. Hernández, T. Sánchez y E. Fernández. 2007. Resultados preliminares del forraje de *Morus alba* en la alimentación de vacas lecheras. Avances en Investigación Agropecuaria (AIA), 11(2): 3-14.
- Noda, Y., G. Martín y R. Machado. 2007. Rendimiento agronómico de la morera por efecto de diferentes alturas y frecuencias de corte. Pastos y Forrajes, 30(3):327-339.
- Pentón, G. 2007. Nota Técnica: Comportamiento productivo de la morera sometida a dos alternativas de fertilización orgánica. Pastos y Forrajes, 30(4):449-454.
- Pizarro, E. 2005. Especies arbustivas, gramíneas y leguminosas para el trópico americano. IX Seminario de Pastos y Forrajes. pp 30-49.
- Sánchez, A., C. Romero, C. Araque y R. Flores. 2005. Producción de materia seca de *Leucaena leucocephala* a diferentes edades de corte y épocas del año bajo un sistema de riego artesanal. Zootecnia Trop., 23(1): 39-47.
- Toral, O. y J.M. Iglesias. 2007. Efecto de la poda en el rendimiento de biomasa de 20 accesiones de especies arbóreas. Pastos y Forrajes, 30(3):341-355.
- Visauta, B. 1998. Análisis Estadístico con SPSS para Windows. En: Estadística Multivariante. McGraw-Hill-Interamericana de España. Madrid, España. 200 p.
- Zavala, Y., J.C. Rodríguez y M. Cerrato. 2007. Concentración de carbono y nitrógeno a seis frecuencias de poda en *Tithonia diversifolia* y *Morus alba*. Tierra Tropical, 3(2):221-232.