



Evaluación agronómica y valor nutricional de la Morera (*Morus alba*)

Agronomic evaluation and nutritional value of Morera (*Morus alba*)

David Aurelio Zapatier Santillan^{1,4}, Carlos Javier Meza Bone¹, Juan Humberto Avellaneda Cevallos¹, Melanie Tahis Meza Castro¹, Walter Vivas Arturo³, Gary Alex Meza Bone^{1,2*}

¹Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Facultad de Ciencias Pecuarias. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Campus Finca Experimental "La María". CP. 121250 Km. 7 ½ vía al El Empalme. Cantón Mocache. Los Ríos. Ecuador.

²Instituto Tecnológico Superior Ciudad de Valencia. Campus Extensión de la Universidad de Babahoyo El Pital 1. Km. 3 ½ vía a Valencia. Cantón Quevedo. Los Ríos. Ecuador.

³Facultad de Ciencias Zootécnica. Universidad Técnica de Manabí. Chone, Manabí, Ecuador.

⁴Programa de Posgraduación en Zootecnia, Maestría en Producción Ganadería Sostenible, Universidad Técnica de Manabí. Chone, Manabí, Ecuador.

*Correspondencia: cmeza@uteq.edu.ec gmeza@uteq.edu.ec

Rec.: 29.03.2021 Acept.: 01.06.2021

Publicado el 30 de junio de 2021

Resumen

Se evaluó el comportamiento agronómico y el valor nutricional de la *Morus alba*, a diferentes edades. Las variables para el comportamiento agronómico: altura de planta (AP) (m); biomasa de hojas por planta (BHP g MS planta⁻¹); biomasa de tallos por planta (BTP g MS planta⁻¹); relación hoja/tallo gramos (RH/T g); biomasa forrajera por planta (BFP) (g); productividad (Prod) (t MS ha⁻¹). La composición química: materia seca (MS); materia orgánica (MO); proteína cruda (PC); fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente ácida (FDA). La digestibilidad *in vitro*: materia seca (DIVMS); materia orgánica (DIVMO); fibra detergente neutra (DIVFDN) y fibra detergente ácida (DIVFDA). Los tratamientos: T1: *Morus alba* 40 días de cosecha; T2: *Morus alba* 55 días de cosecha; T3: *Morus alba* 70 días de cosecha; T4: *Morus alba* 85 días de cosecha. Se utilizó un diseño (DCA) con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. La mayor (P<0.05) AP y BHP lo presentaron el T3 y T4 (1.50 y 1.67 m) y (179.68 y 169.44 g MS planta⁻¹), la BFP y la Productividad lo registraron el T4 y T3 (433.36 y 369.37 g MS planta⁻¹) y (7.68 y 6.55 t MS ha⁻¹), la BTP lo registró el T4 (263.92 g MS planta⁻¹), la RHT lo reportó el T2 (1.17 g). La mayor (P<0.05) MS y PC registraron el T4 y T1 (33.81 y 22.17%). La DIVMS, DIVMO, DIVFDN y DIVFDA (P<0.05) lo registró el T1 (68.07; 65.75; 62.98 y 44.91%). La edad de cosecha influye en el comportamiento agronómico y su valor nutricional.

Palabras clave: arbórea, forraje, producción, bromatología, digestibilidad.

Abstract

Agronomic behavior and nutritional value of *Morus alba* were evaluated at different ages. The variables for agronomic behavior: plant height (PH) (m); leaf biomass per plant (LBP g MS plant⁻¹); stem biomass per plant (SBP g MS plant⁻¹); leaf / stem ratio grams (SRG/ T g); forage biomass per plant (FBP) (g); productivity (Prod) (t MS ha⁻¹). Chemical composition: dry matter (DM); organic matter (OM); crude protein (CP); neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF). *In vitro* digestibility: dry matter (IVDDM); organic matter (IVDOM); neutral detergent fiber (IVDNDF) and acid detergent fiber (IVDADF). Treatments: T1: *Morus alba* 40 days of harvest; T2: *Morus alba* 55 days of harvest; T3: *Morus alba* 70 days of harvest; T4: *Morus alba* 85 days of harvest. A Complete Random Design with four treatments and four repetitions was used. The highest (P <0.05) PH and LBP was presented by T3 and T4 (1.50 and 1.67 m) and (179.68 and 169.44 g DM plant⁻¹), the FBP and Prod. were registered by T4 and T3 (433, 36 and 369.37 g DM plant⁻¹) and (7.68 and 6.55 t DM ha⁻¹), the BTP was recorded by T4 (263.92 g DM plant⁻¹), the RHT was reported by T2 (1, 17 g). The highest (P <0.05) DM and CP registered T4 and T1 (33.81 and 22.17%). The IVDDM, IVDOM, IVDNDF and IVDADF (P <0.05) was recorded in T1 (68.07; 65.75; 62.98 and 44.91%). The harvest age influences the agronomic behavior and its nutritional value.

Keywords: arboreal, forage, production, food science, digestibility.

Introducción

En los países tropicales, la baja productividad de los rumiantes está relacionada directamente con la poca disponibilidad en los pastizales y el bajo valor nutritivo que presentan los pastos, donde el comportamiento estacional de las praderas determina un pobre suministro de biomasa en la época poco lluviosa y, por consiguiente, una deficiente respuesta animal (Sánchez, 2002).

Debido a las características propias de los pastos tropicales, que poseen bajos niveles de proteína digestible y una alta tasa de fibra, el follaje de las especies arbustivas se ha considerado, en muchos casos, como una estrategia nutricional en la suplementación de los rumiantes en el trópico, con el fin de mejorar el nivel productivo y alimentario de los animales, principalmente durante los períodos de escasez de forraje (Milera *et al.*, 2010).

La continua búsqueda de especies con potencial forrajero para la alimentación animal es un tema de gran interés científico, ya que puede ser mucho más sostenible que el cultivo de los pastos, en este sentido el desarrollo de la ganadería puede involucrarse directamente en la inclusión de forrajeras arbustivas y enfrentar así el déficit económico y permita mejorar la gestión de los sistemas agropecuarios (Bargas *et al.*, 2015).

En los últimos años existe un creciente interés por introducir en los sistemas ganaderos otras especies arbustivas multipropósito, dentro de estas especies se destaca la *Morus alba*, ya que es una especie sobresaliente por sus elevados rendimientos de producción de biomasa, valor nutricional, digestibilidad, aceptabilidad, y perennidad frente al corte (Martín *et al.*, 2007). Así como también ha demostrado que posee una alta capacidad para adaptarse a diferentes condiciones de suelo y regímenes de explotación, aun cuando no se utilice riego ni fertilización (Toral y Iglesias, 2008).

El objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento agronómico, la composición bromatológica y la digestibilidad *in vitro* de la *Morus alba*, a diferentes edades de cosecha en la época seca.

Materiales y métodos

Localización del experimento

El trabajo experimental se realizó en la Finca Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, localizada en la Provincia de los Ríos, del Cantón Mocache, ubicado en el km 7 de la vía Quevedo-El Empalme; entre las coordenadas geográficas 79°29'23” de longitud Oeste y de 01°06'18” de latitud Sur, a una altura de 73 msnm (INNAMHI, 2020).

Características del suelo

Se realizó un análisis de suelo dando como resultado un suelo Andisol cuyas características son: pH 5.50%; una Materia orgánica (MO) de 20.00%; con cantidades de Nitrógeno 26.00%; Fosforo (P) 5.00 ppm; Potasio (K) 0.27 meq/100 ml; Calcio (Ca) 8 meq/100 ml y Magnesio (Mg) 1.40 meq/100 ml, con los siguientes componentes de textura: 30.00% de arena; 37.00% de limo y 33.00% de arcilla (INIAP, 2020).

Clima

El clima es tropical, con dos estaciones definidas: a) época seca, con escasas precipitaciones y temperaturas bajas que corresponden a los meses de (Julio a Diciembre) y b) época lluviosa, con precipitaciones altas y temperaturas altas que corresponden a los meses de (Enero a Junio). A continuación, se muestran las precipitaciones (mm) y las temperaturas máximas y mínimas (°C) para el periodo experimental (Figura 1)

Establecimiento de las parcelas

Se estudió a la *Morus alba* a cuatro edades de cosecha 40, 55, 70 y 85 días de edad durante la época seca. Las parcelas fueron establecidas en la Finca experimental La María en diciembre del 2019. La siembra se realizó por estaca (siembra directa) a una profundidad de 30 cm. El área experimental tuvo una superficie de 324 m², cada parcela estuvo constituida de 3 m de largo y 3 m de ancho (9m²) a una distancia de siembra de 1.0 x 1.0 m entre plantas, y con una separación de metro y medio entre parcelas. Cada parcela estuvo constituida por 16 plantas, de las cuales se tomaron los registros a las 4 plantas centrales como parcelas útiles. El terreno no se regó ni se fertilizó durante el periodo experimental.

Después de los 9 meses de establecidas todas las parcelas, se procedió a realizar un corte de uniformidad a todas las plantas a 50 cm (Toledo y Schultze, 1982); posteriormente se realizaron cortes cada 15 días de cosecha (40, 55, 70 y 85 días) para proceder a la evaluación agronómica.

Los análisis bromatológicos se hicieron a partir del material recolectado de la planta completa de la evaluación agronómica. Las muestras fueron secadas en una estufa de aire forzado a 60 °C y se molió a 1 mm en un molino a martillo (THOMAS-Wiley, USA, Model 4). Así mismo, del material de la evaluación agronómica recolectados se procedió a realizar la digestibilidad *in vitro* de los nutrientes.

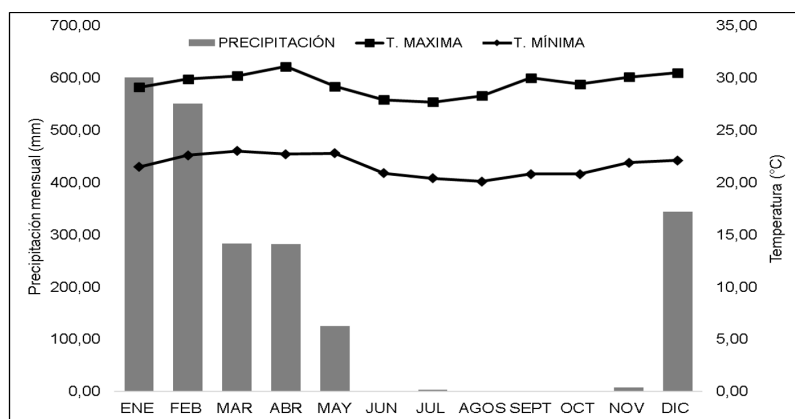


Figura 1. Precipitación (mm) y temperaturas máximas y mínimas (°C) para el periodo experimental (Agosto - Octubre). Estación Experimental Tropical Pichilingue del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIAP, 2020).

Variables agronómico

La altura de planta (AP) (m), se midió con regla graduada desde el corte de uniformidad (50 cm) hasta el ápice de la rama apical, tomando en cuenta las cuatro plantas centrales de cada parcela, lo descrito por (Holguín *et al.*, 2015). Biomasa de hoja por planta (BHP) (g MS⁻¹), biomasa de tallo por planta (BTP) (g MS⁻¹) y relación hoja tallo (RH/T) (g MS⁻¹) descrito por (Jama *et al.*, 2006). Biomasa en materia seca (BMS) (g MS⁻¹ planta⁻¹) y la productividad (P) (t MS ha⁻¹), descrito por (Holguín *et al.*, 2015).

Composición bromatológica

Los análisis bromatológicos se hicieron a partir del material recolectado del ensayo de los rendimientos de producción de planta completa (integral). Las muestras fueron secadas en una estufa de aire forzado a 60 °C por 48 horas y se molió a 1 mm en un molino a martillo (THOMAS-Wiley, USA, Model 4). Para cada muestra se determinó: La materia seca (MS) y ceniza, determinaron según la Asociación of Official Analytical Chemists, descrita por la (AOAC, 2007). La proteína cruda (PC) se determinó como % N x 6.25, según Kjeldahl, descrita por la (AOAC, 2007). Las determinaciones de fibra en detergente neutro (FDN) y fibra en detergente ácido (FDA) se realizaron según Van Soest (1991), utilizando método 12 y 13 respectivamente, ANKOM2000 analizador de fibra (ANKOM Technology, Macedon, NY, EEUU).

Digestibilidad *in vitro*

La digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS), materia orgánica (DIVMO), fibra detergente neutra (DIVFDN) y fibra detergente ácido (DIVFDA), se determinó utilizando la técnica de Tilley y Terry (1963), La saliva se la realizó según los descrito por

Menke y Steingass (1988) que involucró un periodo de incubación de 48 h a 39 °C con líquido ruminal extraído de cuatro toros Brahman de 250.0 ± 20.5 kg de peso vivo, provistos de una fistula con canula en el rumen. La incubación se la realizó utilizando un DaisyII® (ANKOM Technology, Fairport, NY-USA 2000), con, bolsas FN° 57, tamaño de poro de 25 µm.

Análisis estadístico

Se aplicó un diseño completamente al azar (DCA) con 4 tratamientos (T1= *Morus alba* a los 40 días de cosecha; T2= *Morus alba* a los 55 días de cosecha; T3= *Morus alba* a los 70 días de cosecha y T4= *Morus alba* a los 85 días de cosecha) y 4 repeticiones en la época seca. Todas las variables fueron analizadas según el diseño empleado utilizando PROC GLM del SAS (2011) y la comparación de medias la prueba de Tukey (p<0.05).

Resultados

Los resultados encontrados en el comportamiento agronómico de la *Morus alba* para la AP se evidencia diferencias estadísticas (P<0.05), obteniendo los mejores resultados los tratamientos T4 y T3 (1.67 y 1.58 m) (Cuadro 1).

La BHP y BTP se evidencia diferencias estadísticas (P<0.05), obteniendo mejores resultados los tratamientos T3, T4 y T2 (179.68; 169.44 y 150.62 g MS) y T4 (263.92 g MS) respectivamente (Cuadro 1).

La RHT registra diferencias estadísticas (P<0.05), para el tratamiento T2 (1.17 g MS) (Cuadro 1).

En lo que respecta a la BFP y la Productividad (P<0.05) lo registraron los tratamientos T4 y T3 (433.36 y 369.37 g MS) y (7.68 y 6.55 t MS ha⁻¹) respectivamente (Cuadro 1).

Los resultados del análisis bromatológico de la *Morus alba* se evidencia diferencia estadística ($P < 0.05$) para la MS y PC para los tratamientos T4 y T1 (33.81 y 22.17%) respectivamente, no siendo así para la MO, FDN y FDA ($P > 0.05$) (Cuadro 2).

La digestibilidad *in vitro* de la MS, MO, FDN y FDA presentaron diferencias estadísticas ($P < 0.05$), siendo el mejor tratamiento el T1 (68.07; 65.73; 62.98 y 44.91) (Cuadro 3).

Cuadro 1. Comportamiento agronómico de la *Morus alba*, cosechada a diferentes edades en la época seca

	Tratamientos					Valor P
	T1	T2	T3	T4	EEM	
AP (m)	1.21 b	1.38 b	1.58 a	1.67 a	0.05	0.0001
BHP (g MS ⁻¹)	57.16 b	150.62 a	179.68 a	169.44 a	11.05	0.0001
BTP (g MS ⁻¹)	55.20 d	128.44 c	189.69 b	263.92 a	9.49 a	0.0001
R H/T (g MS ⁻¹)	1.02 b	1.17 a	0.95 b	0.65 c	0.03	0.0001
BFP (g MS ⁻¹)	112.37 c	279.06 b	369.37 a	433.36 a	19.35	0.0001
Prod (t ha ⁻¹ MS ⁻¹)	1.99 c	4.95 b	6.55 a	7.68 a	343.11	0.0001

^{abc} Medias con letras distintas dentro de filas difieren significativamente ($p < 0.05$)

T1: *Morus alba* 40 días de cosecha; T2: *Morus alba* 55 días de cosecha; T3: *Morus alba* 70 días de cosecha; T4: *Morus alba* 85 días de cosecha

AP: altura de planta; BHP: biomasa de hojas por planta; BTP: biomasa de tallos por planta; RH/T: relación hoja/tallo gramos; BFP: biomasa forrajera por planta; Prod: productividad.

Cuadro 2. Composición bromatológica de *Morus alba*, cosechada a diferentes edades en la época seca

Tratamientos	Composición bromatológica (%)				
	MS	MO	PC	FDN	FDA
T1	22.52 d	89.32 a	22.17 a	51.66 a	16.13 a
T2	27.75 c	91.09 a	19.84 b	53.53 a	24.93 a
T3	31.04 b	88.68 a	17.04 c	56.74 a	27.20 a
T4	33.81 a	88.60 a	13.95 d	56.40 a	22.86 a
EEM	0.42	1.33	0.19	2.15	2.81
Valor P	0.0001	0.5378	0.0001	0.312	0.0796

^{abcd} Medias con letras distintas dentro de columna difieren significativamente ($p < 0.05$); EEM: error estándar de la media

T1: *Morus alba* 40 días de cosecha; T2: *Morus alba* 55 días de cosecha; T3: *Morus alba* 70 días de cosecha; T4: *Morus alba* 85 días de cosecha

MS: materia seca; MO: materia orgánica; PC: proteína cruda; FDN: fibra detergente neutra; FDA: fibra detergente ácida

Cuadro 3. Digestibilidad *in vitro* de *Morus alba*, cosechada a diferentes edades en la época seca

Tratamientos	Digestibilidad <i>in vitro</i> (%)			
	DIVMS	DIVMO	DIVFDN	DIVFDA
T1	68.07 a	65.73 a	62.98 a	44.91 a
T2	65.10 b	63.84 b	58.39 b	41.79 b
T3	56.44 c	55.92 c	49.94 c	32.79 c
T4	51.85 c	50.39 d	46.05 d	24.67 d
EEM	0.48	0.40	0.78	0.29
Valor P	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001

^{abcd} Medias con letras distintas dentro de columna difieren significativamente ($p < 0.05$); EEM: error estándar de la media.

T1: *Morus alba* 40 días de cosecha; T2: *Morus alba* 55 días de cosecha; T3: *Morus alba* 70 días de cosecha; T4: *Morus alba* 85 días de cosecha.

DIVMS: digestibilidad *in vitro* materia seca; DIVMO: digestibilidad *in vitro* materia orgánica; DIVFDN: digestibilidad *in vitro* fibra detergente neutra; DIVFDA: digestibilidad *in vitro* fibra detergente ácida

Discusión

En este contexto los resultados de esta investigación se asociaron a las edades de cosecha, dando como resultado una mayor AP, BHP, BTP, BFP y Prod (Cuadro 1). Muhl *et al.* (2011) informaron que, entre mayor es el periodo de recuperación de la planta al corte, más se incrementa la altura de la misma. Hernández-Sánchez *et al.* (2015) manifiestan que la biomasa total se incrementa con la edad por al aumento del proceso fotosintético y la síntesis de metabolitos necesarios para el crecimiento y desarrollo de las plantas, y ésta tiende a ser estable por la lignificación y volumen de los tallos. Según Pentón *et al.* (2007) manifiesta que los mayores rendimientos de biomasa y producción en *Morus alba* se evidencian a los 90 a 105 días. Ledea (2016) menciona que el peso de tallos influye en el rendimiento de materia seca.

Martín *et al.* (2000) quienes demostraron que las mayores producciones de biomasa se obtenían con las podas menos intensas. Así mismo, Medina (2004) manifiesta que con las frecuencias de corte más espaciadas la planta dispone de mayor tiempo para reponer la biomasa y con los cortes más bajos hay una mayor posibilidad de que el proceso de translocación de nutrientes, desde las raíces, sea más efectivo. Lo que concuerda con García (2003) quien indica que las frecuencias más espaciadas se obtienen mayor producción de biomasa, debido a una mayor madurez fisiológica de la planta.

La relación hoja/tallo se evidencia que a medida que se incrementa las edades de cosecha esta tiende a disminuir (Cuadro 1). Lo que concuerda con lo manifestado por Herrera (2004) quien manifiesta que la

madurez fisiológica de una planta está relacionada con la cantidad de hojas y tallos que esta posee, lignificándose a medida que se incrementa la edad de corte, la relación hoja/tallo disminuye. Herrera (2008) manifiesta que el número de hojas es de vital importancia, ya que una mayor proporción de hojas indica una alta probabilidad de incrementar el proceso fotosintético; así como una mejor acumulación de reservas para el rebrote y una mayor disponibilidad de sustancias para el crecimiento.

Según Wanjau (1998), la edad de cosecha de una planta influye en los porcentajes de MS a medida que aumenta su madurez fisiológica. Se puede evidenciar que la edad de cosecha se asoció a un mayor contenido de MS (Cuadro 2). Resultados que concuerdan con Meléndez (2001), quien menciona que, a mayor edad de cosecha, el porcentaje de MS se incrementa. Así mismo, Bolio *et al.* (2006) manifiesta que el aporte de nitrógeno es primordial para la producción de materia seca en los forrajes, y que la interacción de factores externos a la planta inciden directamente en la producción y calidad nutritiva de esta, de tal forma que varía durante el año por efecto de la especie forrajera, fertilidad del suelo, estado de crecimiento, prácticas de manejo y clima. Es muy sustancial que la edad de cosecha de las plantas, el manejo agronómico y la época del año son factores que influyen sobre el contenido de la MS (Alonso *et al.*, 2013).

En cuanto al contenido MO en la presente investigación se puede evidenciar que este se encuentra en un rango de (88.60 a 91.09 %) (Cuadro 2), valores que se encuentran dentro de los reportados por Rodríguez *et al.*, (2014) quienes notificaron valores de MO (82-91 %). A su vez Luna-Murillo *et al.* (2016) manifiestan que las variaciones de MO se deben a su

estado fenológico, período del año en que se recolectó, frecuencia de cortes, condiciones ambientales y de manejo en el cual se desarrolló el material recolectado.

El contenido de PC se evidencia que a medida que se incrementan las edades de cosecha, el contenido de PC disminuye (Cuadro 2). Meza *et al.* (2014) y Gómez *et al.* (2017) manifiestan que la disminución de la proteína con la edad de cosecha pudiera estar relacionada con la reducción de la síntesis de compuestos proteicos y al incremento de la síntesis de carbohidratos estructurales (celulosa y hemicelulosa), aunque otros factores como la disponibilidad de agua y de nitrógeno del suelo, pudieran influir en este comportamiento. A su vez Ramírez *et al.* (2004) asegura que la PC disminuye a medida que aumentan los días, esta disminución se debe a un descenso de la actividad metabólica de las forrajeras a medida que avanza la edad del rebrote.

El contenido de FDN y FDA se puede observar que a medida que se incrementan las edades de cosecha, se incrementan las fracciones fibrosas (Cuadro 2), esto demuestra que este forraje tiene una calidad nutricional. Álvarez (2000) afirma que árboles forrajeros con bajos contenidos de FDN (20% -35%) presentan usualmente alta digestibilidad, lo que evidencia la potencialidad de la *Morus alba*, como un recurso viable que se puede convertir en una especie de elevado potencial forrajero, con un aporte nutricional. Así mismo, Carvajal (2010) manifiesta que cuando los contenidos de FDN y FDA se consideran elevados en determinada especie, se sugiere que la disponibilidad de energía puede ser limitada; y que un alto contenido de estos se asocia con un menor consumo de alimento, al ser estos componentes de lenta degradación en el rumen. Van Soest *et al.* (1978) manifiesta que las dietas de los animales que se suplementen con forrajeras pueden incrementar sus contenidos energéticos, ya que la FDA está altamente correlacionada con la digestibilidad de la materia seca. Los altos porcentajes de la FDN y FDA con la edad de cosecha pudiera estar relacionado con la madurez fisiológica de la planta, provocando un decremento en el contenido celular citoplasmático; reduciendo el lumen celular de sus componentes solubles e incrementando la fibra (Rodríguez, 2017). El comportamiento de las fracciones fibrosas en los forrajes está relacionado con el aumento de la madurez fisiológica de la planta y muchas veces está asociado con la reducción del número de hojas jóvenes (Milera *et al.*, 2010).

En la presente investigación las edades de cosecha se asociaron a una menor digestibilidad de la MS, MO, FDN y FDA (Cuadro 2), Méndez *et al.* (2008) manifiestan que la digestibilidad de los forrajes está influida por un grupo de factores como su estado de madurez, cantidad de hojas y tallos, edad de cosecha y características del alimento, y que es importante

dilucidar las particularidades de cada especie para utilizar racionalmente la biomasa que aportan. Así mismo, Rodríguez y Murgueitio (2002) mencionan que existe un decremento en la digestibilidad de los nutrientes a medida que se incrementan la madurez fisiológica de la planta y esta se asocia con los componentes estructurales. Urriola (1997) manifiesta que la disminución de la digestibilidad de la MS a medida que se incrementa la edad de cosecha se asocia a la lignificación de la pared celular, por consiguiente, los forrajes son más fibrosos y menos digestibles. Por su parte Bhatta *et al.* (2013) manifiestan que se ha observado en rumiantes que, con la adición de concentraciones crecientes de metabolitos secundarios en la dieta a través de árboles forrajeros, se modifica la digestibilidad de la MS, MO, FDN y FDA. Según González y Cáceres (2002) indican que los altos niveles de digestibilidad de MO representan, por lo general, mejor uso de los constituyentes más nutritivos del follaje.

Conclusiones

Los resultados en este estudio permiten evidenciar que el comportamiento agronómico, la composición bromatológica y la digestibilidad *in vitro* difieren sobre las edades de cosecha durante la época seca.

Agradecimientos

Este proyecto fue financiado con Fondos Concursables FOCICYT-2016 Cuarta Convocatoria. de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Ecuador.

Literatura citada

- Álvarez, D.M. 2000. Evaluación *In vitro* de leguminosas tropicales como fuente de proteína para rumiantes. Trabajo de grado para optar al título de Zootecnista. Universidad Nacional de Colombia. Sede Palmira Valle del Cauca. 120 p.
- AOAC. Official Methods of Analysis (18th Ed) Association of official analytical chemist: Arlington, VA, USA; 2007.
- Bhatta, *Ret al.* 2013. Methane reduction and energy partitioning in goats fed two concentration of tannin from *Mimosasp.* Journal Agriculture Science Cambriht 151: 119-128.
- Bargas, J., Alvarez, A., Quintana, Y. Vallejos, M. Ledesma, L. 2015. Comportamiento productivo de tres especies arbustivas forrajeras en la unidad experimental “La María”, Quevedo, Ecuador REDVET Rev. Electrón. vet. <http://www.>

- veterinaria.org/revistas/redvet Volumen 16 N° 12 - <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n121215.html>
- Barros, M., Oña, J., Mera, R., Artieda, J., Curay, S., Avilés, D., Solorio, J., y Guishca, C. 2017. Rumen degradation of diets based on post-harvest biomass of *Amaranthus cruentus*: effect on rumen protozoa and *in vitro* gas production. *Rev Inv Vet Perú*. 28(4): 812-821. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v28i4.13931>
- Bodas, R., Prieto, N., García, GR., López, S. 2012. Manipulation of rumen fermentation and methane production with plant secondary metabolites. *Animal Feed Science and Technology* 176 (1-4):78-93.
- Boschini, C. 2002. Establishment and management of mulberry for intensive forage production. En Sanchez M.D. (Ed). *Mulberry for Animal Production*. FAO Animal Production and Health Paper N° 147. FAO, Roma. pp. 115-122.
- Bolio, O., Lara, L., Magaña, M., y Sanginés, G. 2006. Producción forrajera del tulipán (*Hibiscus rosa-sinensis*) según intervalo de corte y densidad de siembra. *Tec. Pec. Méx.* 44(3):379-388.
- Carvajal, T.J. 2010. Digestibilidad *In vitro* Prececal Y Cecal De Plantas Forrajeras Tropicales Para La Nutrición En Cerdos. Palmira -Valle del Cauca. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Escuela de Postgrados. Tesis de grado presentada como requisito para optar al título de Magister en Ciencias Agrarias con énfasis en producción animal tropical. 110 p.
- Díaz, E., & González, B. 2000. Formulación y planteamiento del problema. En: *Influencia de la luz en el comportamiento del ácido indolacético de las plantas*. Barcelona, <http://www.webcrawler.com/>. [7/1/2014].
- García, D. 2003. Efecto de los principales factores que influyen en la composición fitoquímica de *Morus alba* (Linn). Tesis Maestría. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba
- García, D., Medina, M., Domínguez, C., Baldizan, A., Humberto, J., Cova, L. 2006. Evaluación química de especies no leguminosas con potencial forrajero en el estado de Trujillo, Venezuela. *Zootecnia tropical.*, 24 (4): 401- 415.
- García, F. 2004. Evaluación agronómica de la morera (*Morus alba* cv. Cubana) en suelo Ferralítico Rojo típico. Tesis Maestría. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba.
- Gómez-Gurrola, A., Del Sol-García, G., Sanginés-García, L., Loya-Olguín, L., Benítez-Meza, A. & Hernández-Ballesteros, A. 2017. Rendimiento en canal de corderos de pelo, alimentados con diferentes proporciones de *Tithonia diversifolia* y *Pennisetum* spp. *Abanico Veterinario*. 7(2): 34-42. DOI: <http://dx.doi.org/10.21929/abavet2017.72.3>, ISSN 2448-6132.
- González, E., y Cáceres. 2002. Valor nutritivo de árboles, arbustos y otras plantas para rumiantes. *Rev. Pastos y Forrajes*, 25, 15.
- Herrera, R. 2008. Principios básicos de Fisiología Vegetal. En: *Pastos tropicales, principios generales, agrotecnia y producción de materia seca*. Instituto de Ciencia Animal, La Habana / FIRA, Banco de México.
- Herrera, R. 2004. Fotosíntesis. *Pastos Tropicales*, contribución a la fisiología, establecimiento, rendimiento de biomasa, producción de biomasa, producción de semillas y reciclaje de nutrientes. La Habana, Cuba: Ed. EDICA, ICA.
- Hernández-Sánchez, D., Pinto-Ruiz, R., Aranda-Ibáñez, E.M., Mata-Espinosa, M.A., Hernández-Melchor, G., Cruz-Hernández, A., Ramírez-Bribiesca, E., Hernández-Mendo, O. & Coutiño-Hernández, P.R. 2015. Producción y calidad nutritiva de los forrajes de morera *Morus alba* y Tulipán *Hibiscus rosa-sinensis* para la suplementación de ovinos en pastoreo. *Quehacer Científico en Chiapas*. 10(1): 29-39. ISSN: 1405-6542.
- Holguin, V., Ortiz, S., Velasco, A., y Mora, J. 2015. Evaluación multicriterio de 44 introducciones de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray en Candelaria, Valle del Cauca. *Rev Med Vet Zoot.* 62(2): 57-72. [http:// dx.doi.org/10.15446/rfmvz.v62n2.51995](http://dx.doi.org/10.15446/rfmvz.v62n2.51995).
- INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones agropecuarias) 2016. Estación Experimental Tropical Pichilingue. Laboratorio de suelos, tejidos vegetales y aguas. Km 5 carretera Quevedo-El Empalme-Ecuador.
- Kurihara, M., T. Magner., H. McCrabb., and G. McCrabb. 1999. Methane production and energy partition of cattle in the tropics. *Brit. J. Nutr.* 81:227-234.
- Ledea, J.L. 2016. Caracterización química nutritiva de nuevas variedades de *Cenchrus purpureus* tolerantes a la sequía en el Valle del Caucho. Tesis en MSc., Universidad de Granma, CUB. Lezcano, Y; Soca, M; Ojeda, F; Roque, E; Fontes, D; Montejo, I; Santana, H; Martínez, J y Nieves, C. 2012. Bromatological characterization of *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A.Gray in two stages of its physiological cycle. *Pastos y Forrajes*. 35(3): 275-282.
- Luna-Murillo, R.A., Cadme-Arévalo, M.L., Reyes-Bermeo, M.R., Zambrano-Burgos, D.A., Vargas-Burgos, J.C., Chacón-Marcheco, E. &

- Ramírez-De la Ribera, J.L. 2016. Calidad y microorganismos asociados de cuatro especies forrajeras en dos regiones del Ecuador. *Revista Electrónica de Veterinaria*. 17(4): 1-9. ISSN: 1695-7504. Available: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n040416/041601.pdf> [Consulted: September 05, 2019].
- Martín, G., García, F., Reyes, F., Hernández, I., González, T., y Milera, M. 2000. Estudios agronómicos realizados en Cuba en *Morus alba*. *Pastos y Forrajes*, 23(4): 323-332
- Martín, G. J.; Noda, Yolai; Pentón, Gertrudis; García, D. E.; García, F. & González, E. (2007). La morera (*Morus alba*, Linn.): una especie de interés para la alimentación animal. *Pastos y Forrajes*. 30 (ne):3-19.
- Medina. G. 2004. Comportamiento agronómico de una asociación de *Morus alba* (Linn.) con *Panicum maximum* en condiciones de pastoreo simulado. Tesis Maestría EEPF “Indio Hatuey”, Matanzas, Cuba.
- Meléndez, N.F. 2001. Densidad de siembra y frecuencia de corte de *Gliricidia sepium* “Cocoíte” sembrado por semilla. Memoria. II Reunión Nacional sobre Sistemas Agro y Silvo-pastoriles. Villahermosa, Tabasco. Memoria en CD.
- Méndez, Y., Suárez, F., Verdecia, D., Herrera, R., Labrada, J., Murillo, B and Ramírez, J. 2018. Bromatological characterization of *Moringa oleifera* foliage in different development stages. *Cuban Journal of Agricultural Science*. 52(3): 337-346.
- Menke KH, Steingass H. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. *Anim Res Develop* 28: 7-55.
- Meza, G. A., Loor, N. J., Sánchez, A. R., Avellaneda, J. H., Meza, C. J., Vera, D. F., Cabanilla, M. G., Liuba, G. A., Meza, J. S., Meza, F. F., Ramírez, M. A., Moncayo, O. F., Cadena, D.L., Villamar, R.O., Díaz, E., Rizzo, L.M., Rodríguez, J. M. & López, F. X. 2014. Inclusión de harinas de follajes arbóreos y arbustivos tropicales (*Morus alba*, *Erythrina poeppigiana*, *Tithonia diversifolia*, *Hibiscus rosa-sinensis*) en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus* Linnaeus) *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*. 61(3): 258-269, ISSN: 0120-2952.
- Milera, Milagros., Sánchez, Tania & Martín, G. 2010. *Morus* sp. Para la alimentación de bovinos en desarrollo (Nota técnica). *Pastos y Forrajes*. 33 (1):73-79, 2010.
- Mao LH *et al.* 2010. Effects of addition of tea saponins and soybean oil on methane production, fermentation and microbial population in the rumen of growing lambs. *Livestock. Science* 129: 56–62.
- Muhl, Q., Du-Toit, E., and Robberse, P. 2011. Temperature effect on seed germination and seedling growth of *Moringa oleifera* Lam. *Seed Sci. Technol.* 39:208-213. Doi: 10.15258/sst.2011.39.1.19
- Navarro, M., y Villamizar, C. 2012. Evaluación de diferentes frecuencias de corte en guinea mombaza (*Panicum maximum*, Jacq), bajo condiciones de sol y sombra natural influenciada por el dosel de campano (*Pithecellobium saman*) en Sampués, Sucre. *Rev. Colombiana Cienc. Anim.* 4(2):377-395
- Pentón, G., Martín, G., Pérez, A., & Noda, Y. 2007. Comportamiento morfoagronómico de variedades de morera (*Morus alba* L.) durante el establecimiento. *Pastos y Forrajes*. 30 (3):315-325.
- Rodríguez, L y Murgueito, E. 2002. Genero *Erythrina*. In árboles y arbustos forrajeros utilizados en la alimentación animal como fuente proteica. 3ª ed. Colombia (CO): Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria. P. 89-92.
- Sánchez, M. 2002. World distribution and utilization of mulberry and its potential for animal feeding. *Animal Production and Health Paper No. 147*. FAO, Rome. Pp. 1-8.
- Sanona, H., Kaboré-Zoungnanab, I. Ledinc. (2007). Nutritive value and voluntary feed intake by goats of three browse fodder species in the sahelian zone of west Africa. *Animal feed, science and technology* 144: 97-110.
- Tilley, J.M., R. A. Terry. 1963. A two-stage technique for the *in vitro* digestión of forage crops. *J. Brit. Grass. Soc.* 28:104-111.
- Toral, P., & Iglesias, G., (2008). Selectividad de especies arbóreas potencialmente útiles para sistemas de producción ganaderos. *Zootecnia Tropical*, 26(3): 197-200.
- Toral, O., Iglesias, J. M., & Reino, J. 2006. Comportamiento del germoplasma arbóreo forrajero en condiciones de Cuba. *Pastos y Forrajes*. 29:337.
- Urriola, D. 1997. Efecto de la edad de rebrote sobre la composición química y digestibilidad *in vitro* de cinco procedencias de *Gliricidia sepium*(Jacq.) y su aceptabilidad por cabras adultas[Tesis Mag. Sc.]Turrialba (CR):CATIE.92 p
- Van Soest, P.J., Mertens DR and Deinum, B. 1978. Preharvest factors influencing quality of conserved forage. *J Anim Sci*; 47:712-720.

- Van Soest, P.J., Robertson, J.B., y Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*. 74: 3583-3597. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2
- Yolai Noda., y Giraldo Martín. 2008. Efecto de la densidad de siembra en el establecimiento de morera para su inclusión en sistemas ganaderos *Zootecnia Trop.*, 26(3): 339-341.