

Nota técnica

DISPONIBILIDAD DE BIOMASA Y HÁBITOS ALIMENTICIOS DE OVINOS EN UN SISTEMA SILVOPASTORIL CON *Leucaena leucocephala*, *Hibiscus rosa-sinensis* Y *Cynodon nlemfuensis*

Bernardino Candelaria-Martínez*, Juan Antonio Rivera-Lorca**, Carolina Flota-Bañuelos^{1/***}

Palabras clave: Estacionalidad; forraje; ganadería sustentable.
Keywords: Seasonality; fodder; sustainable livestock.

Recibido: 24/06/16

Aceptado: 01/12/16

RESUMEN

Se evaluó el efecto del pastoreo a los 50, 60 y 70 días en época de lluvias y seca con nortes que son los frentes fríos, que corresponden de octubre a enero junto con la disponibilidad, calidad de biomasa y hábitos alimenticios de ovinos en un sistema silvopastoril de pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*), tulipán (*Hibiscus rosa-sinensis*) y leucaena (*Leucaena leucocephala*). Para cada tratamiento se utilizaron 2 parcelas de 8x24 m y 6 ovejas adultas raza pelibuey. La disponibilidad de biomasa en leucaena y tulipán se evaluó mediante cosecha total de 20 a 40 plantas por tratamiento. El pasto estrella se midió antes y después del pastoreo. Las 3 especies se separaron en componentes morfológicos, y se determinó proteína cruda y fibra detergente neutra en las hojas. Los hábitos de los ovinos se determinaron mediante observación directa. La disponibilidad de biomasa total, consumo por grupo y utilización del pasto estrella fueron mayores a los 70

ABSTRACT

Availability of biomass and eating habits of sheep in a silvopastoral system. The effect of grazing on the availability, biomass quality and feeding behavior of sheep in a silvopastoral system of star grass (*Cynodon nlemfuensis*), tulip (*Hibiscus rosa-sinensis*) and leucaena (*Leucaena leucocephala*), was evaluated at 50, 60 and 70 days in rainy, dry and northern season. For each treatment, 2 plots of 8x24 m and 6 adult pelibuey ewes were used. The availability of biomass in leucaena and tulip was evaluated by total harvest of 20 to 40 plants per treatment. Star grass was measured before and after grazing. The 3 species were separated into morphological components, and crude protein and neutral detergent fiber were determined in leaves. Sheep habits were determined by direct observation. The availability of total biomass, consumption per group and use of star grass were higher at 70 days and in rainy season. The highest leaf ratio

1 Autor para correspondencia. Correo electrónico: cflota@colpos.mx

* Instituto Tecnológico de Chiná, Campeche, México.

** Instituto Tecnológico de Conkal, Yucatán, México.

*** Conacyt-Colegio de Postgraduados Campus Campeche, Campeche, México.

días y en la época de lluvias. La proporción de hoja de las 3 especies fue mayor a los 50 días; por efecto de la época, fue más abundante en lluvias, nortes y seca para estrella, leucaena y tulipán, respectivamente. La disponibilidad de PC no varió ($p>0,05$) por efecto de frecuencia ni época de pastoreo. El mayor tiempo de consumo estuvo destinado a pasto estrella, tulipán y leucaena. Los diseños favorecieron los sistemas silvopastoriles multiasociados pues potenciaron los efectos positivos de sus relaciones. Las frecuencias de pastoreo se ajustaron a la época del año, bajo un modelo de manejo mixto de pastoreo y podas, para mejor utilización de la biomasa.

INTRODUCCIÓN

La nutrición de rumiantes en el trópico es de pastoreo intensivo o extensivo de gramíneas mejoradas o gramas nativas (Kosgey *et al.* 2008, Alonso 2011). Se prevé que a nivel global la ganadería en pastoreo crecerá debido al alza del precio de los granos (Kurve *et al.* 2016). En México los sistemas de producción ovina emplean diferentes métodos de pastoreo según las condiciones agroecológicas y el grado de tecnificación (Partida *et al.* 2013). Sin embargo, en los pastizales ocurre un proceso de deterioro puesto que no consideran adecuadamente indicadores biológicos y económicos para lograr el equilibrio en los componentes suelo-pasto-animal (Senra 2005, Lok *et al.* 2007), con disminución de la calidad nutricional e incremento de la estacionalidad de la producción de la biomasa (Villalobos y Arce 2013). Una alternativa de solución para esta situación desde el enfoque agroecológico, es la implementación de sistemas silvopastoriles (SSP) (Mahecha y Zoot 2002, Murgueitio *et al.* 2011, Murgueitio *et al.* 2013 Cuartas *et al.* 2014), que se conciben como la práctica de la producción animal junto con árboles y pastos (Alao y Shuaibu 2013). Estos sistemas promueven una dinámica ecológica basada en sistemas de manejo de los recursos

of the 3 species was greater at 50 days; as to the effect of the season, it was more abundant in rainy, north and dry for star, leucaena and tulip, respectively. PC availability did not vary ($p>0.05$) due to frequency nor grazing season. The longest consumption time was dedicated to stargrass, tulip and leucaena. The designs should favor the multi-jointed silvopastoral systems, to enhance the positive effects of their relationships. Grazing frequencies should be adjusted to the time of year, under a mixed grazing and pruning management model, for better utilization of the biomass.

naturales a través de la integración de árboles en ranchos y paisajes agrícolas que diversifican y refuerzan la producción para incrementar los beneficios sociales, económicos y ambientales (Bueno y Camargo 2015, Alao y Shuaibu 2013, Leakey 2012, Nair *et al.* 2009). Los árboles plantados dentro de los sistemas silvopastoriles proporcionan productos y servicios (Alao y Shuaibu 2013), pues su disposición vertical aérea y subterránea, permiten una mayor captación de nutrientes y energía (Alonso 2011) que incrementan las tasas de adición y retención de la materia orgánica (Alonso 2011, Youkhana e Idol 2011), aspecto que mejora la calidad de la dieta de los rumiantes (García y Medina 2006). Desde esta premisa, para hacer eficiente el manejo de ovinos silvopastoriles, fue requerido conocer la relación entre las gramíneas, árboles y animales, así como la preferencia y los hábitos de alimentación de los animales ya que la eficiencia de la producción pecuaria en pastoreo se relaciona con la habilidad animal para cosechar nutrientes (Scott *et al.* 1995). Durante el pastoreo se presenta un número significativo de interacciones planta-animal, factores físicos y ambientales que influyen sobre el consumo voluntario y hábitos de pastoreo de los ovinos (Scott *et al.* 1995). Conforme a lo anterior,

se presentó como objetivo, determinar la disponibilidad y calidad de la biomasa forrajera de un sistema silvopastoril con 3 frecuencias de corte en 3 épocas del año y su efecto sobre los hábitos alimenticios de ovinos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio: el trabajo se realizó en el área experimental del Instituto Tecnológico de Conkal, Yucatán, ubicado a 21°04'30,14" N y 89°30'18,44" O, presenta un clima cálido subhúmedo Awo, temperatura media de 26,5°C,

precipitación media anual de 900 mm y se encuentra a 8 msnm, los suelos identificados fueron Litosoles y Rendzinas (García 1981).

Se utilizó un sistema silvopastoril (SSP) con un año de establecido con una superficie de 132 x 24 m, conformado por leucaena (*Leucaena leucocephala* var. Cunningham) en callejones de 24 m ubicados de este a oeste con arreglo de siembra de 0,5 m entre plantas y 3 m entre hileras, tulipán (*Hibiscus rosa-sinensis*) sembrado a 0,25 m entre plantas como seto y línea central en hilera sencilla y como gramínea base el pasto estrella de África (*Cynodon nlemfuensis*) (Figura 1).

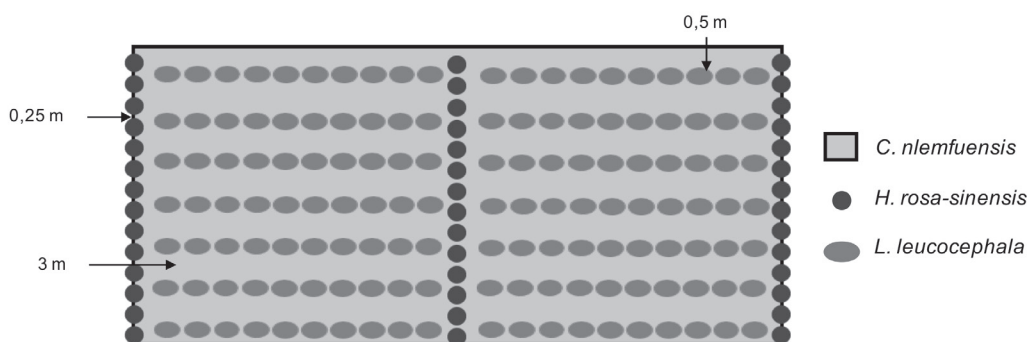


Fig. 1. Arreglo silvopastoril con *Leucaena leucocephala*, *Hibiscus rosa-sinensis* y *Cynodon nlemfuensis*.

Evaluación de la biomasa: se trazaron 18 parcelas útiles de 6 x 24 m que corresponden a 6 por cada época: lluvias (L), nortes (N) y seca (S), y 2 pertenecen a cada frecuencia de corte (50, 60 y 70 días). En cada parcela experimental se realizó un corte por cada época según la frecuencia asignada. También se dispuso de 3 parcelas de las mismas dimensiones que sirvieron para la adaptación de los ovinos.

El pasto se midió a la entrada y salida de los ovinos con el método del cuadrado medio (López-Guerrero *et al.* 2011) a partir de un cuadrado de 0,25 m², con 10 lanzamientos al azar por parcela. Una vez definido se cosechó el pasto a 5 cm del suelo de forma manual con tijeras jardineras y se pesó el material en cada evento.

Posteriormente se mezcló y se recogió una muestra de aproximadamente 400 g para separar las hojas, tallos y material muerto. Para el tulipán y la leucaena se consideró a la planta como la unidad experimental. El universo fue de 72 y 144 plantas por parcela, cosecharon al azar 10 y 20 plantas respectivamente, correspondientes a 20 y 40 repeticiones por cada tratamiento. Luego se recolectó y pesó el follaje total para seleccionar al azar 6 y 8 submuestras de tulipán y leucaena que fueron separadas por componentes: hoja, tallo comestible ≤ 5 mm de diámetro (García *et al.* 2008, Bacab *et al.* 2012) y tallo no comestible ≥ 5 mm de diámetro. Una vez separados los componentes de las 20 y 40 repeticiones, se mezclaron de acuerdo con el componente que correspondía,

y se recolectó una muestra de cada componente para secar en una estufa de aire forzado a 60°C por 48 h. Finalmente se procesaron en un molino tipo willey para las determinaciones de proteína cruda (PC) por el método de microkjeldahl y fibra detergente neutro (FDN) por la técnica de Van Soest *et al.* (1991).

Se calculó la tasa de crecimiento diario, dividiendo el promedio de la biomasa acumulada entre los días al corte por medio de la fórmula:

$$TDC = \frac{\sum Ba (di-dj)}{dt},$$

Donde:

TDC = Tasa diaria de crecimiento
 Ba = Biomasa acumulada
 di = día de inicio del tratamiento
 dj = día final del tratamiento (50, 60 o 70)
 dt = días transcurridos (50, 60 ó 70).

Manejo de los animales: se utilizaron 8 ovinos pelibuey hembras con un peso promedio de 41±3 kg; acostumbrados a pastorear en monocultivo de pasto estrella, con presencia ocasional de arbustos del género acacia.

Día 1) las 8 ovejas pastorearon de 7:00 a 11:00 am en la parcela sujeta a evaluación; posteriormente se alojaron en un corral donde permanecieron en ayuno de 20 h hasta el día siguiente.

Día 2) se seleccionaron al azar 2 ovejas para registrar sus actividades en pastoreo mediante observación directa. Para ello se observaron de manera alterna 5 min siguiendo las recomendaciones de Palma y Román (2008) y se registró el tiempo que emplearon para consumir cada una de las especies presentes y para descansar. El

periodo de pastoreo fue de 11 h, con horario de 6:00 a 17:00 h, con un tiempo de observación por animal de 5,5 h. Para cada tratamiento se definieron 2 periodos de evaluación y cada oveja observada constituyó una unidad experimental que generó un total de 4 repeticiones por tratamiento, con lo que se obtuvo una representación de 50% de los individuos de cada grupo por tratamiento. Posteriormente las ovejas se alojaron en el corral donde permanecieron hasta el día siguiente.

Día 3) el grupo de ovejas salió a pastar durante 4 horas y regresaron al corral en donde se les proporcionó pasto picado *ad libitum*. Durante los días no evaluados, las ovejas permanecieron en potreros adicionales del sistema silvopastoril.

Los datos se analizaron por medio de un diseño completamente al azar con arreglo factorial 3x3 en donde los factores fueron 3 épocas climáticas y 3 frecuencias, las medias se compararon mediante Tukey (0,05) con el paquete estadístico SAS.

RESULTADOS

Según la disponibilidad de biomasa total en el sistema silvopastoril, se encontró interacción entre las épocas de lluvia, norte y seca con frecuencia de pastoreo 50, 60 y 70 ($p=0,0035$). En el período de lluvias, se observó la mayor acumulación de biomasa ($p=0,0001$) con 16,92 t.ha⁻¹ MS siendo superior en un 108% y 171% comparado con nortes y seca, respectivamente (Cuadro 1). La gramínea fue la especie que aportó la mayor proporción de biomasa seguida por leucaena y tulipán con proporciones de 78; 18,2 y 3,8% respectivamente.

Cuadro 1. Disponibilidad de biomasa en un sistema silvopastoril en 3 épocas y 3 frecuencias de corte (t.ha⁻¹ MS).

Frecuencia (días)	Época			
	Lluvias	Nortes	Seca	Promedio**
<i>Pasto estrella (Cynodon nlemfuensis)</i>				
50	3,23±0,09 ^c	1,54±0,52 ^{de}	1,11±0,32 ^e	1,96 ^c
60	3,98±0,21 ^b	2,36±0,55 ^d	1,44±0,21 ^{de}	2,59 ^b
70	4,63±0,23 ^a	2,63±0,65 ^{cd}	2,15±0,49 ^d	3,14 ^a
Promedio*	3,95 ^a	2,18 ^b	1,56 ^c	
<i>Leucaena (Leucaena leucocephala)</i>				
50	1,02 ^c ±0,15	0,334 ^e ±0,10	0,313 ^e ±0,04	0,56 ^c
60	1,45 ^b ±0,15	0,403 ^{cd} ±0,13	0,435 ^{cd} ±0,16	0,76 ^b
70	2,15 ^a ±0,22	0,532 ^d ±0,18	0,470 ^{cd} ±0,15	1,05 ^a
Promedio*	1,54 ^a	0,42 ^b	0,41 ^b	
<i>Tulipán (Hibiscus rosa-sinensis)</i>				
50	0,12 ^c ±0,009	0,09 ^e ± 0,011	0,09 ^e ±0,006	0,10 ^c
60	0,15 ^b ±0,021	0,10 ^{de} ± 0,013	0,11 ^d ±0,011	0,12 ^b
70	0,19 ^a ±0,014	0,15 ^b ± 0,015	0,13 ^{bc} ±0,017	0,16 ^a
Promedio*	0,15 ^a	0,11 ^b	0,11 ^b	
Total***	16,92 ^a	8,13 ^b	6,24 ^b	

^{abcde}Valores con letras distintas en la misma fila y columna implican diferencias significativas por efecto de época y frecuencia en las 3 especies: pasto estrella (p=0,0003), leucaena (p=0,0021) y Tulipán (p=0,0002).

^{*abc}Valores con letras distintas en la misma fila son significativamente diferentes para cada especie por efecto de época: pasto estrella (p=0,0023), leucaena (p=0,0003) y Tulipán (p=0,0001).

^{**abc}Valores con letras distintas en la misma columna son significativamente diferentes para cada especie por efecto de frecuencia (p=0,0001).

^{***ab}Valores con letras distintas en la misma columna son significativamente diferentes para biomasa total por efecto de época (p=0,0001).

El pasto estrella presentó un promedio de 3,95 t.ha⁻¹ MS en lluvias, lo que representó un incremento de 44,81 y 60,5% con respecto a nortes y seca respectivamente. Leucaena y tulipán mostraron promedios de 1,54; 0,42; 0,40 y 0,15; 0,11; 0,10 t.ha⁻¹ MS en lluvias, nortes y

seca. En este sentido se ha identificado que las especies forrajeras tropicales encuentran las mejores condiciones para acumular biomasa, y que surgen por el factor precipitación, que es el que influye sobre el crecimiento (Carrillo *et al.* 2000).

La frecuencia de corte mostró efecto acumulativo sobre la biomasa total del sistema silvopastoril ($p=0,0001$). Donde las 3 especies mostraron los valores más altos a los 70 días con promedios de 3,14 ($p=0,0023$), 1,05 ($p=0,0001$) y 0,16 ($p=0,0001$) t.ha⁻¹ MS para pasto estrella, leucaena y tulipán respectivamente. Estos valores representaron un incremento de 37, 46 y 38% con respecto a la menor frecuencia de corte usada en el experimento. A partir de la tasa de crecimiento diario para las frecuencias los intervalos de 1-50, 50-60 y 60-70, los valores registrados fueron de 39,2; 63,0 y 55,0 kg.día⁻¹ MS para la gramínea; 11,1; 20,5 y 28,8 kg.día⁻¹ MS para leucaena y 1,9; 2,2 y 3,8 kg.día⁻¹ MS

para tulipán. Las especies leñosas leucaena y tulipán presentaron mayores tasas de crecimiento diario en el tercer periodo a diferencia de la gramínea que fue mayor en el segundo periodo, debido a que aceleran su crecimiento una vez que han acumulado tejido foliar y estructural en un periodo más largo posterior a la poda.

Leucaena mostró que a los 70 días de corte, existe una mayor proporción de biomasa comestible (20%) que se ubica por encima de los 100 cm del suelo (Cuadro 2), haciéndolo inaccesible para los ovinos. Esta situación plantea el empleo de un manejo mixto de pastoreo, corte y acarreo para mejorar el aprovechamiento del recurso forrajero.

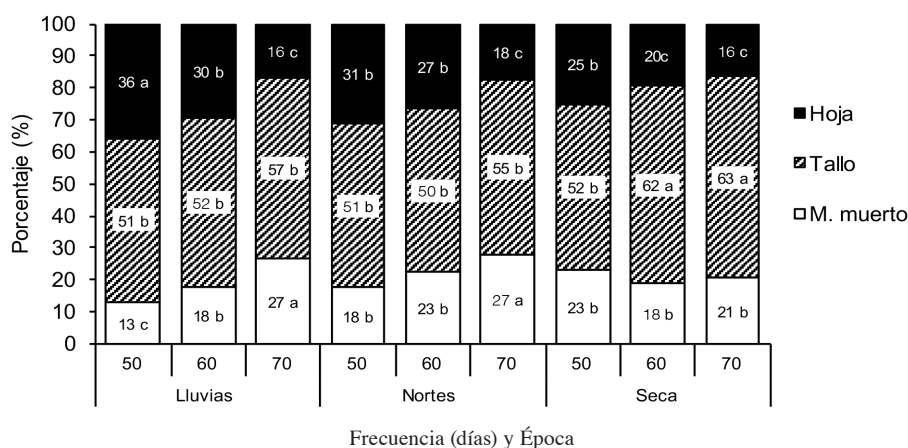
Cuadro 2. Porcentaje de la disponibilidad de la biomasa comestible de leucaena (*Leucaena leucocephala*) en 3 estratos de corte.

Frecuencia de corte (días)	Estratos de corte		
	0-49 cm	50-99 cm	>100 cm
50	27,7 ^a	62,3 ^a	10,0 ^b
60	23,2 ^{ab}	56,4 ^b	20,4 ^a
70	19,9 ^b	59,3 ^{ab}	20,8 ^a

^{a,b,c}Valores con letras distintas en la misma columna son significativamente diferentes ($p=0,0021$).

La interacción época por frecuencia de pastoreo mostró efecto sobre la proporción de hoja de pasto estrella ($p=0,0008$). Mientras que la frecuencia y la época de corte afectó ($p=0,0001$) la proporción de hoja de pasto estrella (Figura 2). La cantidad de hoja disminuyó en las 3 épocas a medida que se incrementó la edad de corte, debido a que en la primera semana de recuperación la gramínea presenta alta tasa de emisión de hojas, que disminuye en la segunda y se estabiliza en la tercera semana, mientras que a partir de la cuarta semana la senescencia foliar se incrementa y el número de hojas nuevas es similar a las que

mueren (Pozo *et al.* 1998). La mayor cantidad de hoja ($p=0,0001$) se observó en la época de lluvias con la frecuencia de 50 días con una proporción de 36% respecto al total de la biomasa y las menores proporciones, se observaron en lluvias y secas con la frecuencia de corte de 70 días, esta tendencia coincide con lo reportado por Villalobos y Arce (2013) quienes reportan mayor proporción de material senescente de pasto estrella en las épocas de mayor disponibilidad de biomasa. En la época de seca no hubo efecto de la frecuencia de corte sobre la variación de los componentes morfológicos de la gramínea.



Literales distintas entre componentes morfológicos, indican diferencias significativas por efecto de los tratamientos ($p=0,0001$).

Fig. 2. Efecto de la frecuencia y época de corte sobre los componentes morfológicos de pasto estrella (*C. nlemfuensis*).

En el caso de leucaena se observó efecto de la interacción época por frecuencia ($p=0,0009$) (Cuadro 3). La frecuencia de corte mostró efecto ($p=0,0001$) sobre la distribución de los componentes, a medida que se incrementó la edad de corte, la proporción hoja y tallo comestible disminuyó y se incrementó la proporción de tallo no comestible lo cual es una característica presente en las arbóreas y arbustivas (Carrillo *et al.* 2000). La época también afectó ($p=0,0001$) la distribución de los componentes morfológicos de leucaena, en nortes se registró la mayor proporción de hoja (76%), lluvias presentó menor proporción de

hoja y mayor proporción de tallo. Este fenómeno se relaciona con el mayor crecimiento de la planta en esta época por lo que tiende a desarrollar más estructura de soporte. Por su parte el tulipán presentó la mayor proporción de hoja ($p=0,0036$) a los 50 días de corte con 89%. La proporción de biomasa total comestible en el sistema (Hoja y tallo comestible) fue alta en las 3 frecuencias evaluadas con valores de 96,8; 95,6 y 92,8% a los 50, 60 y 70 días de corte. La época también afectó la proporción del material comestible ($p=0,0045$) con valores de 87,5; 87 y 77% para nortes, seca y lluvias.

Cuadro 3. Efecto de la frecuencia y época de corte sobre la proporción de los componentes morfológicos en leucaena y tulipán.

Componente	Leucaena (<i>Leucaena leucocephala</i>)			Época		
	Frecuencia (días)			lluvias	Nortes	seca
	50	60	70			
H	74 ^a ± 5,1	64 ^b ± 5,9	63 ^b ± 5,6	51 ^b ± 6,7	76 ^a ± 4,2	73 ^a ± 5,7
T.C	8 ^{ab} ± 2,6	9 ^a ± 2,9	5 ^b ± 1,7	10 ^a ± 3,0	5 ^b ± 1,2	8 ^{ab} ± 2,4
T.N.C	17 ^c ± 5,7	26 ^b ± 5,0	31 ^a ± 3,7	37 ^a ± 4,1	18 ^b ± 5,4	18 ^b ± 4,9
Tulipán (<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>)						
H	89 ^a ± 4,0	86 ^b ± 3,0	77 ^b ± 5,2	82 ^b ± 5,6	85 ^a ± 3,4	86 ^a ± 3,1
T.C	8 ^b ± 1,8	7 ^b ± 1,6	12 ^a ± 3,6	11 ^a ± 3,5	9 ^b ± 1,6	7 ^b ± 2,0
T.N.C	3 ^b ± 0,8	4 ^b ± 1,6	7 ^a ± 2,2	7 ^a ± 2,8	4 ^b ± 1,2	3 ^b ± 0,8

^{a,b,c}Valores con letras distintas en la misma columna son significativamente diferentes ($p=0,0001$).

No se encontró diferencia significativa en la disponibilidad de Proteína Cruda (PC) total de la frecuencia o época de corte, pero presenta valores promedio de 84,5; 241,9 y 175,1 g.kg⁻¹ MS para estrella, leucaena y tulipán respectivamente. Este fenómeno se debió al efecto asociativo que se crea en este tipo de sistemas y que repercute principalmente en la conservación de la calidad de la gramínea a través del tiempo (Mahecha 2003). Estos resultados contrastan con los de Vieira *et al.* (2005) quienes reportan variación de 30,14% en el contenido de proteína bruta de follaje de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth por efecto de la época, ya que es superior en época de lluvia en comparación con la época seca. Por su parte Jiménez *et al.* (2010) reportan mayor contenido de proteína bruta en *Brachiaria humidicola*, en invierno, seguido de secas y lluvias. En el caso de tulipán, se ha reportado que el contenido de PC no disminuye por efecto de la frecuencia de corte, sino que este puede incrementarse hasta 180 g.kg⁻¹ MS a los 120 días de corte (Rojas *et al.* 1992).

El contenido de Fibra Detergente Neutro (FDN) varió en pasto estrella ($p=0,0046$), leucaena ($p=0,0352$) y tulipán ($p=0,0089$) por consecuencia de la frecuencia y época de corte. La gramínea presentó contenidos promedios de 788,8; 817,5 y 828,1 g.kg⁻¹ MS a los 50, 60 y 70 días; y de 814,0; 810,3 y 810,1 g.kg⁻¹ MS en lluvias, nortes y seca. Para leucaena los contenidos de FDN fueron de 453,6; 456,2 y 461,2 g.kg⁻¹ MS a los 50, 60 y 70 días respectivamente; y de 462,6; 452,5 y 456,1 g.kg⁻¹ MS en lluvias, nortes y seca. Mientras que para tulipán, los registros fueron de 364,7; 367,1 y 369,0 g.kg⁻¹ MS a los 50, 60 y 70 días; y de 368,8; 367,4 y 365,2 g.kg⁻¹ MS en lluvias, nortes y seca respectivamente. Coincidiendo con lo reportado por Almeida *et al.* (2006) para diferentes especies arbóreas y en *Brachiaria humidicola* por Jiménez *et al.* (2010).

El tiempo empleado para consumo por parte de los ovinos no fue influenciado por la interacción de época y frecuencia ($p=0,3713$). El tiempo total de permanencia de los animales en el sistema silvopastoril, fue de 330 min, con diferencias de permanencia por época ($p=0,0041$),

con valores de 228, 239 y 258 en lluvias, nortes y seca (Cuadro 4). La época de pastoreo como factor que interviene en el comportamiento de animales, ha sido reportada con anterioridad en un SSP de sucesión natural con bovinos (Morales *et al.* 2002). El comportamiento se atribuye al incremento de la disponibilidad de materia verde en la época de lluvias, por lo que los animales consumen suficiente alimento para satisfacer sus necesidades en menor tiempo, mientras que en la época de seca, debido a la escasez de biomasa de la gramínea, requieren más tiempo para obtener el alimento. Mellado *et al.* (2012) por su parte, llegaron a reportar un consumo 4,5 veces superior en cabras que pastorearon áreas con cobertura de 46,2% de *Atriplex canescens* en comparación con cabras que pastaron áreas con 14,6% de cobertura del arbusto.

Cuadro 4. Efecto de la frecuencia y época sobre el tiempo de consumo de ovinos, consumo del grupo y utilización de la gramínea en un sistema silvopastoril.

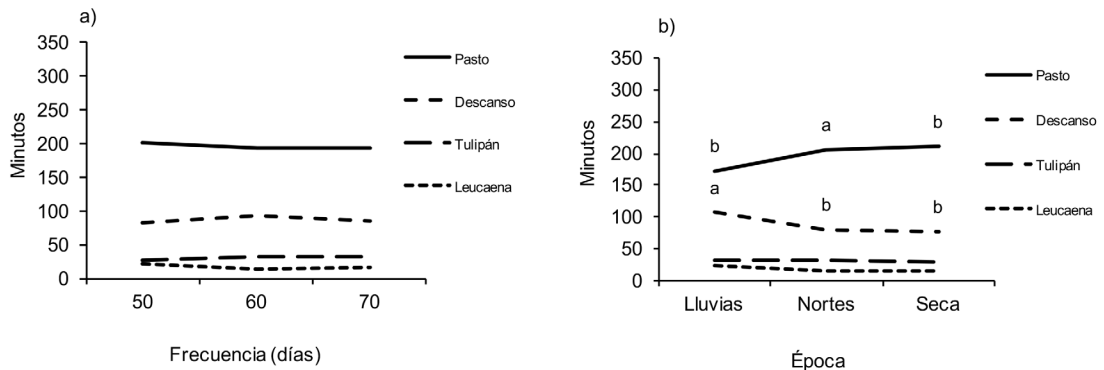
Frecuencia (días)	Época			Promedio
	Lluvias	Nortes	Seca	
Tiempo de consumo (min)				
50	229±18	244±30	266±20	246
60	229±17	218±19	247±26	231
70	225±22	256±06	262±10	248
Promedio	228 ^b	239 ^{ab}	258 ^a	
Consumo por grupo (kg MS)				
50	34±3,4 ^{ab}	14± 2,3 ^d	14±1,8 ^d	20,6
60	27±4,2 ^b	22± 5,6 ^c	14±2,2 ^d	21,3
70	36±2,8 ^a	12± 2,4 ^d	12±2,5 ^d	19,9
Promedio	24 ^a	16 ^b	13 ^b	
Utilización del pasto estrella (%)				
50	69±7,4 ^{ab}	44±3,7 ^c	64±4,2 ^b	58,9 ^a
60	59±5,2 ^{bc}	61±3,8 ^{bc}	28±2,8 ^c	49,6 ^b
70	77±7,8 ^a	63±4,5 ^b	37±3,1 ^c	58,8 ^a
Promedio	68 ^a	56 ^b	43 ^c	

^{a,b,c} Valores con letras distintas en la misma fila y columna son significativamente diferentes ($p=0,0041$).

Se encontró interacción entre la época y frecuencia ($p=0,0008$) con la utilización de la gramínea. Se observó que en la época de lluvias hubo mayor preferencia ($p=0,0001$) de gramíneas, consumiendo 23,7 kg MS. Valores más altos y con tendencias diferentes a los obtenidos en el presente trabajo, fueron reportados Cunha *et al.* (1997) en Brasil con ovinos de pelo en praderas de *Panicum máximum* con valores de 72,5 y 92,8% en verano e invierno. En relación con la frecuencia de pastoreo, no se observó diferencia ($p=0,3155$) por la utilización de la gramínea por parte del grupo de ovinos.

El patrón de los hábitos no presentó variación por efecto de la frecuencia de pastoreo (Figura 3a) y dedicaron la mayor porción de

tiempo al consumo de pasto estrella, seguido de descanso, consumo de tulipán y leucaena. La época afectó el período de consumo de pasto estrella ($p=0,0041$) se registró más alto en la época seca con 211 min.día^{-1} y menor en lluvias con 173 min.día^{-1} (Figura 3b). Este comportamiento pudo obedecer a que en la época de lluvias existió una mayor disponibilidad de biomasa que permitió que los ovinos obtuvieron la cantidad de materia seca necesaria para satisfacer sus necesidades en un periodo de tiempo más corto (Provenza y Balph 1990, Mellado *et al.* 2012). La disminución del tiempo dedicado a la cosecha de pasto estrella, originó un incremento del tiempo dedicado al descanso con 107 min.día^{-1} ($p<0,05$).



a) Efecto de la frecuencia de pastoreo sobre las actividades y selección de especies de los ovinos y b) Efecto de la época del año sobre las actividades y selección de especies de los ovinos, literales distintas indican diferencias significativas ($p=0,0041$).

Fig. 3. Hábitos alimenticios de los ovinos en el sistema silvopastoril.

La mayor proporción del tiempo empleado para consumo estuvo dedicado a la cosecha de gramínea (75%), lo cual coincide con la clasificación propuesta por Van Soest (1994) y posteriormente Brand (2000) en la cual sitúa a los ovinos como consumidores selectivos intermedios que prefieren el consumo de gramíneas de piso y que circunstancialmente pueden ramonear.

La tendencia es diferente a lo reportado por Wingard *et al.* (2011) para *Ovis ammon* en la estepa Mongola, quienes reportan mayor preferencia por arbustos a lo largo del año

y solo fueron superados por las gramíneas nativas en invierno, cuando estos reducen su disponibilidad de follaje. Por su parte Vieira *et al.* (2005) observaron mayor preferencia de bovinos por la leguminosa de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth asociada con *Brachiaria decumbens* Stapf en época de lluvias. En el presente estudio se identificó que la disponibilidad de múltiples especies permitió una mayor estabilidad de la oferta de biomasa y los ovinos no se vieron forzados a cambiar sus hábitos entre épocas.

CONCLUSIONES

La época y la frecuencia de pastoreo afectaron la disponibilidad de biomasa en el sistema silvopastoril multiasociado, sin embargo, la presencia de múltiples especies propició estabilidad en la disposición total de PC. Esta situación permitió que los ovinos no variaran sus hábitos alimenticios por efecto de la frecuencia de pastoreo. Se observó que en la época de lluvias los ovinos dedicaron menos tiempo al consumo de la gramínea base, mientras que el consumo de las especies no leguminosas fue similar en las 3 épocas climáticas evaluadas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el financiamiento por parte del fondo mixto CONACyT-CONAFOR para la realización del trabajo de campo mediante el proyecto “Establecimiento de praderas demostrativas de sistemas silvopastoriles para la producción de ovinos en el tópic” 2003/C03-1539.

LITERATURA CITADA

- Alao, JS; Shuaibu, RB. 2013. Agroforestry practices and concepts in sustainable land use systems in Nigeria. *Journal of Horticulture and Forestry* 5(10):156-159.
- Almeida, ACS; Ferreira, RLC; Santos, MVF; Silva, JAA; Guim, A. 2006. Avaliação bromatológica de especies arbóreas e arbustivas de pastagens em três municípios do Estado de Pernambuco. *Acta Scientiarum Animal Sciences* 28(1):1-8.
- Alonso, J. 2011. Los sistemas silvopastoriles y su contribución al medio ambiente. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 45(2):107-115.
- Bacab, HM; Solorio, FJ; Solorio, SB. 2012. Efecto de la altura de poda en *Leucaena leucocephala* y su influencia en el rebrote y rendimiento de *Panicum maximum*. *Avances en Investigación Agropecuaria* 16(1):65-77.
- Brand, TS. 2000. Grazing behavior and diet selection by Dorper sheep. 2000. *Small Ruminant Research* 36(2):147-158.
- Bueno, LL; Camargo, GJC. 2015. Nitrógeno edáfico y nodulación de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit en sistemas silvopastoriles. *Acta Agronómica* 64(4):349-354.
- Carrillo, V; Rodríguez, M; Manríque, U; Vásquez, D; Rivas, E; Fariñas, E. 2000. Efecto de fertilización nitrogenada, edad y época de corte sobre el valor nutritivo del pasto *Andropogon gayanus*. *Zootecnia Tropical* 18(2):14-22.
- Cuartas, CCA; Naranjo, RJF; Tarazona, MAM; Murgueitio, RE; Chará, OJD; Ku, VJ; Solorio, SFJ; Flores, EMX; Solorio, SB; Barahona, RR. 2014. Contribution of the intensive silvopastoral systems to animal performance and to adaptation and mitigation of climate change. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 27(2):76-94.
- Cunha, EA; Santos, LE; Roda, DS; Pozzi, CR; Otsuk, IP; Bueno, MS; Rodrigues, CFC. 1997. Efeito do sistema de manejo sobre o comportamento em pastejo, desempenho ponderal e infestação parasitária em ovinos suffolk. *Pesquisa Veterinária Brasileira* 17(3-4):1005-1011.
- García, DE; Medina, MG. 2006. Composición química, metabolitos secundarios, valor nutritivo y aceptabilidad relativa de diez árboles forrajeros. *Zootecnia Tropical* 24(3):233-250.
- García, DE; Wencomo, HB; Gonzalez, ME; Medina, MG; Cova, LJ; Spengler, I. 2008. Evaluación de diecinueve accesiones de *Leucaena leucocephala* basada en la calidad nutritiva del forraje. *Zootecnia Tropical* 26(1):9-18.
- García, DME. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la república mexicana). 3ª ed. UNAM. México, DF. 252 p.
- Jiménez, OMM; Granados, L; Oliva, J; Quiroz, J; Barrón, M. 2010. Calidad nutritiva de *Brachiaria humidicola* con fertilización orgánica e inorgánica en suelos ácidos. *Archivos de Zootecnia* 59(228):561-570.
- Kosgey, IS; Rowlands, GJ; Van Arendonk, JAM; Baker, RL. 2008. Small ruminant production in smallholder and pastoral/extensive farming systems in Kenya. *Small Ruminant Research* 77(1):11-24.
- Kurve, VP; Joseph, P; Williams, JB; Kim TJ; Boland, H; Smith, T; Schilling, MW. 2016. The effect of feeding native warm season grasses in the stocker phase on the carcass quality, meat quality, and sensory attributes of beef loin steers from grain-finished steers. *Meat Science* 112(2016):31-38.
- Leakey, RRB. 2012. The intensification of agroforestry by tree domestication for enhanced social and economic impact- Mini Review. *CAB Reviews* 7(35):1-3.
- Lok, S; Crespo, G; Frómota, E; Torres, V; Fraga, S. 2007. Estudio y selección de indicadores de sostenibilidad en pastizales silvopastoriles basados en *Leucaena leucocephala*-*Panicum máximum*. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 41(4):371-380.
- López-Guerrero, I; Fontenot, JP; García, PTB. 2011. Comparación entre cuatro métodos de estimación de biomasa en praderas de festuca alta. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 2(2):209-220.

- Mahecha, L. 2003. Importancia de los sistemas silvopastoriles y principales limitantes para su implementación en la ganadería colombiana. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 16(1):11-18.
- Mahecha, L.; Zoot, MS. 2002. El silvopastoreo: una alternativa de producción que disminuye el impacto ambiental de la ganadería bovina. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 15(2):226-231.
- Mellado, M; Rodríguez, A; Lozano, EA; Dueñez, J; Aguilar, CN; Arévalo, JR. 2012. The food habits of goats on rangelands with different amounts of fourwing saltbush (*Atriplex canescens*) cover. *Journal of Arid Environments* 84(9):91-96.
- Morales, A; Ramirez, L; Ku, VJC. 2002. Consumo, composición de la dieta y producción de forraje en un sistema silvopastoril de sucesión natural. In: VI Taller Internacional "Los árboles y arbustos en la ganadería". Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 316-321.
- Murgueitio, E; Calle, Z; Uribe, F; Calle, A; Solorio, B. 2011. Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of tropical cattle ranching lands. *Forest Ecology and Management* 261(10):1654-1663.
- Murgueitio, ER; Chara, JD; Solarte, AJ; Uribe, F; Zapata, C; Rivera, JE. 2013. Agroforestería Pecuaria y Sistemas Silvopastoriles Intensivos (SSPi) para la adaptación ganadera al cambio climático con sostenibilidad. *Revista Colombiana de Ciencia Pecuaria* 26(Sup.):313-316.
- Nair, PKR; Kumar, BM; Nair, VD. 2009. Agroforestry as a strategy for carbon sequestration. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 172(1):10-23.
- Palma, JM; Román, L. 2008. Cambios en la conducta ingestiva de ovinos al cambiar la altura inicial del pastoreo de *Leucaena leucocephala*. *Zootecnia Tropical* 26(3):371-378.
- Partida, PJA; Braña, VD; Jiménez, SH; Ríos, RFG; Buendía, RG. 2013. Producción de carne ovina. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal. Ajuchitlán, Querétaro, México. ISBN: 978-607-37-0036-8.
- Pozo, PP; Herrera, RS; García, M; Cruz, AM; Romero, A; Fraga, N. 1998. Estudio morfofisiológico del crecimiento del pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) bajo condiciones de pastoreo en la estación lluviosa. *Pastos y Forrajes* 21(4):26-31.
- Provenza FD; Ralph DF. 1990. Applicability of five diet-selection models to various foraging challenges ruminants encounter. In Hughes RN (ed.). *Behavioural mechanisms of food selection*. NATO ASI Series (Series G: Ecological Sciences). Springer, Berlin, Heidelberg. p. 423-460. DOI: 10.1007/978-3-642-75118-9_22
- Rojas, J; Vallejo, M; Benavides, JE. 1992. Observaciones sobre la producción de biomasa de Jacote (*Spondias purpurea*) y Clavelón (*Hibiscus rosa-sinensis*) en la época de sequía según diferentes intervalos de poda. In: Árboles y arbustos forrajeros en América Central. Vol. II. Serie técnica. Informe técnico N°. 236 CATIE. Turrialba, Costa Rica. p. 545-557.
- Scott, CB; Provenza, FD; Banner, RE. 1995. Dietary habits and social interactions affect choice of feeding location by sheep. *Applied Animal Behaviour Science* 45(3-4):225-237.
- Senra, A. 2005. Índices para controlar la eficiencia y sostenibilidad del ecosistema del pastizal en la explotación bovina. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 39(1):13-21.
- Silveira, PC; Agreil, C; Magda, D; Gleizes, B; Fritz, H. 2010. Feeding behaviour of sheep on shrubs in response to contrasting herbaceous cover in rangelands dominated by *Cytisus scoparius* L. *Applied Animal Behaviour Science* 124(1-2):35-44.
- Van Soest, PJ. 1994. *Nutritional Ecology of the Ruminant*. Cornell University Press. II Edition. London. U.K. ISBN: 978-0-8014-2772-5. 488 p.
- Van Soest, PJ; Robertson, JB; Lewis, BA. 1991. Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. *Journal of Dairy Science* 74(10):3583-3597.
- Vieira, EL; Ramos, CFF; Viera, BAM; Ferreira, RLC; Ferreira, SMV; Andrade, LM; Silva, MJ; Bonfim, SEM. 2005. Composição química de forrageiras e seletividade de bovinos em bosque-de-Sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.) nos períodos chuvoso e seco. *Revista Brasileira de Zootecnia* 34(5):1505-1511.
- Villalobos, L; Arce, J. 2013. Evaluación agronómica y nutricional del pasto estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*) en la zona de Monteverde, Puntarenas, Costa Rica. I. Disponibilidad de biomasa y fenología. *Agronomía Costarricense* 37(1):91-101.
- Wingard, GJ; Harris, RB; Pletscher, DH; Bedunah, DJ; Mandakh, B; Amgalanbaatar, S. 2011. Argali food habits and dietary overlap with domestic livestock in Ikh Nart Nature Reserve, Mongolia. *Journal of Arid Environments* 75(2):128-145.
- Youkhana, A; Idol, T. 2011. Addition of *Leucaena-KX* mulch in a shade coffee agroforestry system increases both stable and labile soil C fractions. *Soil Biology and Biochemistry* 43(5):961-966.



