



Comportamiento productivo e ingestivo de ovinos en crecimiento en sistemas silvopastoriles y de engorda en confinamiento



Carlos Ricardo Villanueva-Partida ^a

Víctor Francisco Díaz-Echeverría ^{a*}

Alfonso Juventino Chay-Canul ^b

Luis Ramírez-Avilés ^c

Fernando Casanova-Lugo ^a

Iván Oros-Ortega ^a

^a Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de la Zona Maya, División de Estudios de Posgrado e Investigación, Km 21.5 carretera Chetumal a Escárcega, Ejido Juan Sarabia Quintana Roo, México.

^b Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica de Ciencias Agropecuarias, Villahermosa Tabasco, México.

^c Universidad Autónoma de Yucatán, Facultad de Medicina Veterinaria, Xmatkuil Yucatán, México.

*Autor de correspondencia. diazvic@prodigy.net.mx

Resumen:

El objetivo fue comparar los parámetros de comportamiento productivo e ingestivo de ovinos alimentados en sistemas silvopastoriles y confinamiento. Se evaluaron los consumos de materia seca (CMS), de materia orgánica (CMO), de proteína cruda (PC) y de fibra detergente neutro (CFDN), la ganancia diaria de peso (GDP), el tiempo dedicado al consumo (TPC), a la rumia (TPR), a caminar (TPCM) y otras actividades (TPOA), en 18 ovinos con peso inicial

de 16.83 ± 2.57 kg, distribuidos en un diseño completamente al azar, con tres tratamientos: dos tipos de sistemas silvopastoriles (SSP): 1) *Leucaena leucocephala* y *Cynodon plectostachyus* (L+E); 2) *L. leucocephala* y *Panicum maximum* (L+M); 3) Sistema de engorda en confinamiento (SEC). Se realizaron contrastes ortogonales para comparar el SEC vs los SSP y entre los SSP. Se encontró un mayor ($P<0.001$) CMS, CMO, CPC, CFDN y GDP en el SEC (1246.2, 1073.0, 157.1, 364.0 y 195 g animal día⁻¹, respectivamente) comparado con los tipos de SSP. Los CMS, CMO, CPC y CFDN fueron mayores ($P<0.001$) en el L+M (772.2, 662.7, 124.0, 334.2 g animal día⁻¹, respectivamente) que en L+E (548.9, 86.20, 483.0, 252.3 g, respectivamente); aunque la GDP fue similar en ambos SSP (102 y 114 g). El SEC resultó con un menor ($P<0.001$) TPC (148.33 min) que los SSP. Animales en L+E invirtieron menos ($P<0.05$) TPC (318.3 min) que en L+M (344.6 min). Animales en SEC utilizan mayor ($P<0.001$) TPOA (247.9 min) que en los SSP. Sin embargo, el TPOA fue similar entre los SSP.

Palabras clave: Pastoreo, Estabulado, Parámetros productivos e ingestivos.

Recibido: 18/12/2017

Aceptado: 13/09/2018

Introducción

El desarrollo de la producción ovina en el trópico mexicano se ha debido a la alta demanda existente en el centro del país y los atractivos precios del mercado. Sin embargo, la productividad de los ovinos en pastoreo está limitada principalmente por la baja disponibilidad y calidad de los pastos en los periodos de estiaje. Este factor afecta el crecimiento y desarrollo de los corderos y consecuentemente el tiempo en el que los animales son finalizados para su comercialización⁽¹⁾.

Una alternativa a los problemas de la baja disponibilidad y calidad de los forrajes es la utilización de árboles y arbustos forrajeros, dado que su contenido de nitrógeno es superior comparado con las gramíneas, necesarios para el adecuado funcionamiento del rumen⁽²⁾. Además, son una fuente excelente de energía digestible y que pueden proporcionar proteína de sobrepaso, necesaria para asegurar una respuesta productiva en animales en pastoreo en condiciones tropicales⁽³⁾.

Recientemente la integración de dichos recursos arbóreos a los sistemas de producción ovina del trópico ha tomado gran importancia debido a la implementación de sistemas silvopastoriles (SSP) como una alternativa para la producción pecuaria. Estos sistemas asocian árboles y arbustos con los elementos tradicionales (i.e. gramíneas y animales) bajo un sistema de manejo integral que proporcionan una alta disponibilidad y calidad de forraje para la alimentación animal durante todo el año y ofrecen diversos beneficios ambientales⁽⁴⁾.

Sin embargo, además de conocer las ventajas de los SSP, es importante conocer el comportamiento ingestivo y consumo de los ovinos pastoreando estos sistemas, como menciona Herrera⁽⁵⁾, quienes observaron que animales con pastoreo limitado en los SSP, dedican la mayor parte de su tiempo para comer, sin caminar mucho ni tomar largos periodos para descansar y rumiar.

La mayoría de los estudios muestran efectos positivos en el consumo voluntario y ganancias de peso de los animales con la inclusión de forrajes de especies arbóreas en cantidades reguladas^(6,7). Sin embargo, estos resultados han sido bajo condiciones controladas y podrían no expresar el valor potencial real de las especies arbóreas, dado que los animales son evaluados en condiciones de confinamiento a diferencia de los animales en pastoreo que incrementan su gasto energético y que podrían limitar su máxima expresión productiva⁽²⁾.

En este contexto, se encuentra la leguminosa forrajera *Leucaena leucocephala*, que ha sido ampliamente estudiada y utilizada para el establecimiento de SSP en el trópico. No obstante, en México se sabe poco sobre el potencial de esta leguminosa cuando se encuentra en SSP y más aún, para la engorda de rumiantes⁽⁸⁾, comparado con animales alimentados bajo condiciones de confinamiento. En tal sentido el presente trabajo busca contribuir en la generación del conocimiento que permita el aprovechamiento de elementos de pastoreo para sustituir el uso de alimentos procesados, que incrementan los costos de producción ovina; aunque los SSP se han estudiado ampliamente en otros países, en la región sureste de México, estos no han sido del todo evaluados cuando se involucra al componente animal directamente en el sistema por medio del pastoreo, y evaluar la viabilidad de ser usados para la engorda y finalización de animales destinados para abasto. Por lo que, el objetivo del presente estudio fue evaluar parámetros productivos e ingestivos en ovinos de pelo en pastoreo en dos SSP a base de *L. leucocephala*, comparado con un sistema de engorda en confinamiento (SEC), para probar la similitud productiva entre los sistemas de producción.

Material y métodos

Área de estudio

El estudio se realizó en el Instituto Tecnológico de la Zona Maya, localizado en 18° 31' N y 88° 29' O, en el periodo lluvioso de septiembre a diciembre de 2016. El clima es cálido subhúmedo (Aw_1) con una temperatura media anual que fluctúa de 24.5 a 25.8 °C⁽⁹⁾. Los suelos predominantes son los gleysoles háplicos de acuerdo con la clasificación de la IUSS⁽¹⁰⁾.

Animales, manejo y alimentación

Se utilizaron 18 ovinos machos cruzados Pelibuey × Blackbelly, con un peso inicial promedio de 16.83 ± 2.57 kg, que fueron divididos de manera aleatoria en grupos de seis animales por tratamiento. Al inicio del experimento los animales se pesaron y desparasitaron con ivermectina 1% con dosis de 1 ml por 50 kg de PV (Iverfull marca ArandaLab) y closantil 5% a una dosis de 1 ml por 10 kg de PV (Closantel al 5% de Panavet). Los animales se vitaminaron con palmitato de retinol (Vit. A), colecalciferol (Vit. D3), acetato de tocoferol (Vit. E), utilizando 2 ml por animal (Vigantol ADE-Bayer) y complejo B, a razón de 5 ml por animal (Complejo-B, marca Virbac). Posteriormente, se les dio un periodo de adaptación de 15 días. El manejo zosanitario de enfermedades se realizó de acuerdo a las disposiciones generales de bienestar y sanidad animal vigentes en México (NOM-062-ZOO-1999).

Se evaluaron tres tratamientos: SEC (T1), a base de alimento concentrado comercial y pasto en fresco y dos tipos de SSP: *L. leucocephala* con *Cynodom plectostachyus* (T2), y *L. leucocephala* con *Panicum maximum* (T3).

VARIABLES EVALUADAS

Las variables evaluadas fueron la ganancia diaria de peso ($g \text{ animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$), los consumos de materia seca (CMS), proteína cruda (CPC), materia orgánica (CMO), fibra detergente neutro (CFDN) ($g \text{ animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$), los tiempos utilizados para comer (TPC), rumiar (TPR), caminar (TPCM) y otras actividades (TPOA) en minutos.

Estimación de la disponibilidad de forraje

Se realizó un muestreo aleatorio en cada parcela antes del pastoreo, de acuerdo a la técnica descrita por Bacab-Pérez y Solorio-Sánchez⁽¹¹⁾ que consistió en usar un marco de un metro cuadrado y se cortó el pasto a la altura de 10 a 15 cm de la superficie del suelo aproximadamente, donde se observó que los animales consumían. En el caso de *Leucaena* se cortó a 40 cm del suelo. Posteriormente se pesaron en fresco y se tomó una submuestra para secar en una estufa de aire forzado durante 72 h a 60°C hasta peso constante, posteriormente se pesaron y se calculó el contenido de MS por hectárea, seguidamente se molieron las muestras y se conservaron para obtener su composición química.

Corrales y alimentación

Los animales en el SEC fueron alojados en corraletas individuales, de muros y pisos de cemento, divididos con malla borreguera, techos de lámina galvanizada, provisto de comederos y bebederos. La alimentación fue a libre acceso con alimento comercial Maltacleyton Premium de acuerdo con la etapa de producción (15% PC en los meses 1 y 2 y 13% PC en los meses 3 y 4 de producción) más pasto *P. máximum* cv. Mombaza en fresco, las cantidades ofrecidas guardaron una relación de 70 % concentrado y 30 % de pasto.

La alimentación de los animales en los SSP consistió en pastoreo de una asociación de 36,000 plantas de *L. leucocephala* con gramínea entre los callejones. Estas parcelas se establecieron en el año 2014, bajo condiciones de temporal y sin la aplicación de fertilizantes. Cada SSP (1 ha) se dividió en cuatro potreros de 2,500 m² con ayuda de un cerco eléctrico. Los potreros se podaron cada 60 días a una altura de 40 cm para la *L. leucocephala*, y a una altura de 10 a 20 cm para los pastos asociados. La superficie diaria utilizada por lote de animales dentro de los potreros fue en promedio de 178 ± 29.54 m² que fue calculado en base al consumo de materia seca promedio por animal (3 a 4.5 % PV) y ajustada cada 14 días; se utilizó pastoreo rotacional, con alambre polywire en un horario de 0700 a 1600 h, proporcionando un contenedor de agua limpia. Posterior al pastoreo los animales se alojaron en corraletas individuales, 12 corrales similares a los utilizados en el SEC), donde se les suministró una porción equivalente al 20 % de alimento concentrado comercial en base a la cantidad ofrecida a los animales en confinamiento (70 % del total de la dieta). El pastoreo y las cantidades de alimento ofrecidas en los tres sistemas, se ajustaron cada 14 días.

Consumo voluntario (CV)

Para determinar el consumo voluntario (CV) de los animales en SEC se utilizó la diferencia entre lo ofrecido y rechazado en 24 h, la cantidad ofrecida fue dividida en 70 % de alimento comercial y el 30 % de pasto picado *P. maximum* cv. Mombaza en fresco por separado. Los valores de CMS, CMO, CPC y CFDN se estimaron con el CV y la composición química del pasto y concentrado ofrecido.

El consumo voluntario para los animales en pastoreo, se estimó de manera individual mediante la técnica de marcadores externos⁽¹²⁾, utilizando óxido de cromo (Cr₂O₃). El marcador se suministró a los animales al segundo y cuarto mes de ensayo durante 11 días. Las muestras de heces se recolectaron directamente del recto por un periodo de tres días, se secaron en una estufa de aire forzado a 60 °C hasta peso constante y se molieron.

Ganancia diaria de peso (GDP)

Para la determinación de la GDP, se pesaron a los animales en una báscula digital a los 0, 14, 28, 42, 56, 75, 84, 98, 112 y 140 días, previo ayuno de 15 h. El registro del peso se realizó antes de ofrecer el alimento y la GDP se estimó como la pendiente de la regresión lineal entre el PV y los días transcurridos.

Comportamiento ingestivo

Para determinar las actividades del comportamiento ingestivo se utilizó la metodología propuesta por Palma y Román⁽¹³⁾, en la que se seleccionaron al azar tres borregos por cada tratamiento y se asignó un observador por animal. Las actividades realizadas por el animal se registraron cada 5 min en un periodo de 9 h (equivalente al tiempo de pastoreo) durante cuatro días consecutivos en los meses de octubre a diciembre. El tiempo total de cada actividad realizada por el animal se calculó como el producto de los tiempos de actividad conductual y el intervalo de 5 min.

Análisis de laboratorio y cálculos

El alimento comercial, pastos, leguminosas y arvenses utilizados para la alimentación de los animales se muestrearon para determinar su contenido de MS, MO y PC por las técnicas descritas por AOAC⁽¹⁴⁾, los valores de FDN se determinaron por el método de Van Soest *et al*⁽¹⁵⁾.

El contenido de Cr₂O₃ en las heces se determinó por espectrofotometría de emisión atómica con plasma de microondas en equipo AGILENT modelo MP-AES 4200, acoplado a un generador de nitrógeno marca PEAK modelo Genius 5200. La digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) se determinó en muestras de forraje de cada SSP, mediante la técnica descrita por Tilley y Terry⁽¹⁶⁾. La producción fecal y el consumo de materia seca se estimó por las fórmulas propuestas por Ramírez *et al*⁽¹⁷⁾, posteriormente se adicionó el consumo de materia seca del concentrado ofrecido en corral:

$$\text{Prod. fecal (g MS/día)} = \frac{\text{Dosis de marcador (mg/día)}}{\text{Concentración de marcador en heces (mg/g MS)}}$$

$$\text{Consumo voluntario (g/día)} = \frac{\text{Producción fecal (g MS/día)}}{[1 - (\text{DIVMS}/100)]}$$

Con los valores de CV y composición química de los pastos, arvenses, *L. leucocephala* y concentrado, se estimó el CMS, CPC, CMO, y CFDN.

Diseño experimental y análisis estadístico

Las variables de respuesta se compararon mediante una prueba de contrastes ortogonales en un diseño completamente al azar con tres tratamientos y seis repeticiones, para determinar las diferencias entre SEC vs L+E y L+M, así como L+E vs L+M a $P > 0.05$ se utilizó PROC GLM del programa computarizado SAS⁽¹⁸⁾.

Resultados y discusión

Disponibilidad de forraje y composición química

La composición química de los forrajes *L. leucocephala*, *C. plectostachyus* y *P. maximum* y del alimento concentrado, así como la disponibilidad de dichas especies forrajeras se presenta en el Cuadro 1. Se puede observar que, la disponibilidad total de MS fue mayor ($P < 0.05$) en la asociación *L. leucocephala* - *P. maximum* (T3) que en *L. leucocephala*-*C. plectostachyus* (T2).

Ganancia de peso

La mayor GDP se presentó en los animales en SEC ($P < 0.001$), comparado con los SSP. En contraste, los SSP mostraron una GDP similar ($P > 0.05$). Los animales en SEC tuvieron el mayor CMS, CPC, CMO y CFDN ($P < 0.001$), comparado con los SPP. Similares resultados mostraron el SSP de L+M ($P < 0.001$) con relación al de L+E (Cuadro 2).

Cuadro 1: Composición química de las especies forrajeras y su disponibilidad en los sistemas silvopastoriles

Contenido	<i>L. leucocephala</i>	<i>C. plectostachyus</i>	<i>P. maximum</i>	Alimento concentrado
MS, %	25.08 ± 3.71	28.5 ± 5.52	21.30 ± 3.96	89.05 ± 2.70
PC, %	21.38 ± 1.17	8.21 ± 1.68	8.36 ± 1.38	13.33 ± 0.43
FDN, %	37.58 ± 1.97	57.50 ± 1.31	55.15 ± 1.88	12.25 ± 0.75
MO, %	86.46 ± 0.92	89.37 ± 0.49	84.42 ± 1.24	85.51 ± 0.11
Disponibilidad de forraje (t MS ha ⁻¹):				
Sistema				Total
L+E	3.56 ± 0.71	3.73 ± 0.77		7.30 ± 1.49 ^b
L+M	2.01 ± 0.19		8.64 ± 0.09	10.65 ± 0.28 ^a
Valor de <i>P</i>				0.012

L+E = *Leucaena leucocephala* + *Cynodon plectostachyus*; L+M = *Leucaena leucocephala* + *Panicum maximum*.

^{ab} Medias ± error estándar con diferentes letras en la misma columna indican diferencias $P < 0.05$.

Cuadro 2: Ganancia de peso y consumo de nutrientes en ovinos de pelo en un sistema de engorda en confinamiento (SEC) y dos sistemas silvopastoriles (g animal⁻¹ día⁻¹)

Parámetros	Tratamientos				Contrastes	
	SEC	L+E	L+M	EE	Cont. 1	Cont. 2
GDP	195	102	114	8.7	**	NS
CMS	1246.2	548.9	772.2	22.6	**	**
CPC	157.1	86.2	124.0	3.4	**	**
CMO	1073.0	483.0	662.7	19.7	**	**
CFDN	364.0	252.3	334.2	11.5	**	**

GDP= ganancia diaria de peso; CMS= consumo de materia seca; CPC= consumo de proteína cruda; CMO= consumo de materia orgánica; CFDN= consumo de fibra detergente neutro; Cont. 1= SEC vs SSP; Cont. 2 = L+E vs L+M; EE = error estándar de la diferencia entre medias.

**= $P < 0.001$; NS= $P > 0.05$.

Las mayores GDP obtenidas con el SEC están asociadas con un mayor consumo de MS, PC, MO, y FDN. Resultados similares han sido reportados⁽¹⁹⁾, en ovinos de engorda alimentados con dietas altas en concentrado (14% PC y 8.36 MJ/kg de MS), quienes reportan que el mayor consumo de concentrado, puede incrementar la degradabilidad ruminal de la MS y la tasa de flujo ruminal, incrementando la ganancia de peso en ovinos de engorda. También, se ha señalado⁽²⁰⁾ que los parámetros productivos de cabras suplementadas con torta de cacahuate, están directamente relacionados con la cantidad de nutrientes ingeridos, lo que influye en la digestibilidad de la fibra de la dieta y las ganancias de peso en los periodos de engorda, como ocurrió de manera similar en este trabajo.

La falta de diferencias significativas que fueron observadas en la GDP entre los SSP de L+E y L+M, parecen indicar que los mayores consumos de MS (223.24 g animal⁻¹ día⁻¹), MO (179.66 g animal⁻¹ día⁻¹), PC (37.80 g animal⁻¹ día⁻¹) obtenidos en el SSP de L+M, no alcanzaron para digerir el aumento en el consumo de FDN (81.94 g animal⁻¹ día⁻¹) existente entre los SSP. Estos efectos fueron reportados con anterioridad⁽²¹⁾, quienes indican que el consumo de mayores cantidades de celulosa y lignina en rumiantes alimentados con pastos tropicales y leguminosas, provoca una reducción de la tasa de pasaje y un mayor tiempo de retención en el rumen, pudiendo modificar la GDP.

Los valores de GDP obtenidos para animales en SEC (195 g animal día⁻¹) resultan ser ligeramente superiores a los reportados Sohail⁽²²⁾ en borregos alimentadas con diferentes proporciones de ensilado de granos (maíz, sorgo y mijo) y 50 % de concentrado comercial (120 a 180 g animal⁻¹ día⁻¹).

De igual forma se encontró que las GDP de los animales alimentados en los SSP de L+E y L+M (102 y 114 g animal⁻¹ día⁻¹), son similares a las reportadas en otro trabajo⁽²³⁾ en ovinos de pelo alimentados en SSP de *L. leucocephala* y *P. máximum*, a densidades de la leguminosa de 35,000 plantas/ha (106 g animal⁻¹ día⁻¹). Asimismo, se encuentran entre los rangos de GDP reportados⁽²⁴⁾ en corderos alimentados con concentrado más pasto *Pennisetum purpureum* y 30 % de inclusión de un árbol forrajero *Moringa oleifera* o *Trichanthera gigantea* (96 a 155 g animal⁻¹ día⁻¹) y por Izaguirre *et al*⁽²⁵⁾ en borregos alimentados con pasto *C. plectostachyus* y diferentes niveles de inclusión de árboles forrajeros de *Guazuma ulmifolia* o *L. Leucocephala* o *Gliricidia sepium* (54 a 137 g animal⁻¹ día⁻¹).

Los valores de CMS (1,246.24 g animal⁻¹ día⁻¹), CPC (157.11 g), CMO (1073.03 g) y CFDN (363.99 g) para animales en SEC de este trabajo resultan ser similares a los reportados por López *et al*⁽²⁶⁾ en corderos Pelibuey en crecimiento consumiendo pasto *Cenchrus ciliaris* Link. y un concentrado de insumos convencionales con la inclusión de enzimas exógenas (CMS 1029 a 1120; CMO 928 a 976; CPC 130 a 137; CFDN 447 a 470 g animal⁻¹ día⁻¹).

Por otro lado, en el presente estudio los animales permanecieron por un periodo de 9 h en pastoreo y de acuerdo a la época, existe una reducción en el consumo en el periodo comprendido entre las 1100 hasta las 1400 h debido al calor; lo anterior, pudo haber contribuido a que hubiera una restricción en el consumo, y de allí una menor GDP; Así mismo, al dar el 20 % de concentrado en el corral después de pastoreo, pudo haber acondicionado al animal a la espera de esa ración pudiendo también disminuir el tiempo en la parcela y el consumo en la misma.

Comportamiento ingestivo

Los animales en el SEC dedicaron menor TPC ($P<0.001$), comparado con los animales en los SSP. Asimismo, los animales en el SSP de L+E dedicaron menor TPC ($P<0.05$) que los animales en el SSP de L+M. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas en los TPCM y TPR entre los animales en el SEC y los animales en los SSP, a pesar que en el SEC se podría asumir menor cantidad de fibra ingerida, y por lo tanto menos tiempo de rumia que en ambos SSP; es posible que la selección (hojas jóvenes de la gramínea y la leguminosa) del forraje que efectuó el animal resultó con una cantidad menor de fibra a la ofrecida en SEC lo que en consecuencia resultó en tiempos de rumia similares ($P>0.05$) en los tres sistemas en estudio. Finalmente, los animales en el SEC dedicaron un mayor TPOA ($P<0.01$), con relación a los animales en los SSP. Sin embargo, el TPOA entre los animales en los SSP de L+E y L+M fue similar ($P>0.05$) (Cuadro 3).

Cuadro 3: Comportamiento ingestivo de animales en sistema de engorda en confinamiento (SEC) y en pastoreo en sistemas silvopastoriles (SSP) a base de *L. leucocephala* asociada con pastos

Actividad	Tratamientos				Contrastes	
	SEC	L+E	L+M	EE	Cont. 1	Cont. 2
Comer, min	148.33	318.33	344.58	8.28	**	*
Caminar, min	20.00	24.17	30.00	7.25	NS	NS
Rumiar, min	62.08	53.75	31.67	10.33	NS	NS
Otras actividades, min	247.92	83.75	73.75	12.90	**	NS

L+E = *Leucaena leucocephala* + *Cynodon plectostachyus*; L+M = *Leucaena leucocephala* + *Panicum máximum*; EE= error estándar de la diferencia entre medias;

Cont. 1= SEC vs SSP; Cont. 2= L+E vs L+M.

*= $P<0.05$; **= $P<0.001$; NS= $P>0.05$.

Los valores de tiempos dedicados para comer encontrados en este trabajo resultan ser superiores a los reportados⁽²⁷⁾ en borregos alimentados con pasto *Cenchrus ciliaris* L. tratado con amonio, donde reportan que el tiempo dedicado a la alimentación equivale al 38.4 % de las actividades diarias; dichas diferencias pueden ser debidas a que en este trabajo se utilizó un total de observación de 9 h por día, en comparación con los autores mencionados, quienes utilizaron un periodo de 24 h de observación. Sin embargo, los resultados aquí mostrados son similares a los reportados en otros rumiantes (bovinos) alimentados en pastoreo restringido de *Bracharia humidicola* y *P. maximum* e infestados con leguminosas rastreras⁽²⁸⁾ y por Iraola *et al*⁽²⁹⁾ en otros rumiantes pastoreando *Cynodon nlemfuensis*, suplementados con granos de destilería de maíz durante el periodo poco lluvioso.

Por otra parte, los resultados de este trabajo coinciden con lo mencionado para cabras en un SSP de *P. maximum*, *L. leucocephala*, leguminosas nativas y pastos naturales⁽⁵⁾, donde se indica que los animales dedican la mayor parte del tiempo a caminar y pastar (152 min y 36.28 % de un total de 8 h observadas), así como⁽²⁹⁾ en crías caprinas pastoreando en *C. nlemfuensis* quienes concluyen que la ingestión de pasto fue la actividad diurna de mayor preferencia por los animales con valores altos de 82 al 83 % del tiempo observado por Gutiérrez *et al*⁽³⁰⁾. El menor tiempo y frecuencia (15.44 min y 31.34 %) para la alimentación observado en este trabajo en los animales en confinamiento puede estar asociado a varios factores, entre los que destaca el aporte de la suplementación, como se menciona en otros rumiantes pastoreando *C. nlemfuensis* suplementados con 1.5 o 2.5 kg con granos de destilería de maíz⁽²⁹⁾. Así mismo el menor tiempo en el consumo de alimento permite un mayor tiempo para otras actividades u ocio como sucedió en este trabajo y es reportado por Iraola *et al*⁽²⁹⁾.

Las diferencias en el tiempo de alimentación observadas entre los animales en confinamiento y los animales en los sistemas silvopastoriles, así como entre los animales en pastoreo pudieran deberse a las variaciones del contenido de FDN de las dietas consumidas, como lo reporta Fernández *et al*⁽²⁷⁾ en borregos alimentados con dietas de heno de pasto *Cenchrus ciliaris* L. amonizado, quienes afirman que el tiempo dedicado a la alimentación y a la rumia está influenciado por la naturaleza de la dieta y probablemente es proporcional al contenido de pared celular. De igual manera, mencionan que cuanto mayor sea el contenido de fibra en la dieta mayor será el tiempo empleado para la rumia lo que no parece coincidir con los tiempos y frecuencias de rumia observados en este trabajo para los animales en los sistemas silvopastoriles en los que se observa menor tiempo y frecuencia de rumia que los reportados⁽²⁶⁾ pero son similares a los obtenidos en animales en confinamiento quizás debido a la reducción en el consumo de pasto y por ende de fibra en la dieta. Sin embargo, se observó que después del pastoreo, los animales se dedicaban a rumiar una vez que se encontraban en los corrales.

De manera general, se sugiere realizar más estudios para corroborar el comportamiento productivo e ingestivo en ovinos de pelo a lo largo del año, dado que el número de observaciones en el presente trabajo fue limitando debido a la dificultad de observación en la estación lluviosa. A pesar de lo anterior, los resultados obtenidos proporcionan un panorama alentador en la implementación y uso de sistemas silvopastoriles en la producción ovina en el sur de Quintana Roo.

Conclusiones e implicaciones

Los ovinos de pelo en el SEC logran mayores ganancias de peso, debido a un mayor consumo de MS, PC, MO y FDN, utilizando un menor tiempo para alimentarse. Los sistemas de crianza SSP producen iguales ganancias de peso, a pesar de los mayores consumos observados en la asociación con pasto Mombaza, por efecto de un mayor tiempo dedicado a la alimentación. Los tiempos dedicados para caminar y rumiar son iguales en los tres sistemas de producción. Los SSP son una alternativa para los sistemas de producción en el trópico, ya que la incorporación de leguminosas arbóreas como *L. leucocephala* desempeña un papel importante en la contribución de un forraje rico en nutrientes, especialmente proteína, así los rumiantes podrían mejorar el consumo y, en consecuencia, incrementar la producción ganadera en condiciones de pastoreo, debido a que reducen la dependencia de insumos externos.

Agradecimientos

Se agradece al Programa para el Desarrollo Profesional Docente, para el tipo superior a través del Tecnológico Nacional de México (proyecto: ITLZM-CA-1) y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (proyecto: 270666), por el apoyo financiero para llevar a cabo el presente trabajo y obtener el grado de Maestro en Ciencias del primer autor.

Literatura citada:

1. González-Garduño R, Blardony-Ricardez K, Ramos-Juárez JA, Ramírez-Hernández B, Sosa R, Gaona-Ponce M. Rentabilidad de la producción de carne de ovinos Katahdin x Pelibuey con tres tipos de alimentación. *Avan Inv Agrop* 2013;17(1):135-148.
2. Chay-Canul A, Magaña-Monforte J, Chizzotti M, Piñeiro-Vázquez A, Canul-Solís J, Ayala-Burgos A et al. Requerimientos energéticos de ovinos de pelo en las regiones tropicales de Latinoamérica. *Rev Mex Cienc Pecu* 2016;7(1):105-125.
3. Pedraza RM, Orskov ER. Sistemas silvopastoriles: papel en la nutrición y la alimentación de los rumiantes. V Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la Producción Pecuaria Sostenible. Maracay, Venezuela. [CD ROM]. 2008.
4. Casanova-Lugo F, Ramirez-Aviles L, Parsons D, Caamal-Maldonado A, Piñeiro-Vázquez A, Díaz-Echeverría V. Environmental services from tropical agroforestry systems. *Rev Chap Cienc For Amb* 2016;(22)1-16.
5. Herrera J, Hernández A, Noda A. Estudio preliminar de la conducta alimentaria de cabras lecheras en un sistema silvopastoril. *Rev Cub Cienc Agr* 2007;41(4):329-332.

6. Albores-Moreno S, Alayón-Gamboa J, Ayala-Burgos AJ, Solorio FJ, Aguilar-Pérez C, Olivera-Castillo L, Ku-Vera JC. Effects of feeding ground pods of *Enterolobium cyclocarpum* Jacq. Griseb on dry matter intake, rumen fermentation, and enteric methane production by Pelibuey sheep fed tropical grass. *Trop Anim Health Prod* 2017;49.
7. Piñeiro-Vázquez AT, Canul-Solis RJ, Jiménez-Ferrer G, Alayón-Gamboa AJ, Chay-Canul AJ, Ayala-Burgos JA, Aguilar-Pérez C, Ku-Vera JC. Effect of condensed tannins from *Leucaena leucocephala* on rumen fermentation, methane production and population of rumen protozoa in heifers fed low-quality forage. *J Anim Sci* 2018;31(11):1738-1746.
8. Bottini-Luzardo MB, Aguilar-Pérez CF, Centurión-Castro FG, Solorio-Sánchez FJ, Ku-Vera JC. Milk yield and blood urea nitrogen in crossbred cows grazing *Leucaena leucocephala* in a silvopastoral system in the Mexican tropics. *Trop Grass-Forr* 2016;4(3):159–167.
9. García ME. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen: para adaptarlos a las condiciones climáticas de la República Mexicana. Quinta ed: Instituto de Geografía, UNAM; 2004.
10. Unión Internacional de Ciencias del Suelo. Grupo de Trabajo WRB. Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Primera actualización. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos No. 103. FAO, Roma. 2007.
11. Bacab-Pérez HM, Solorio-Sánchez FJ. Forage offer and intake and milk production in dual purpose cattle managed under silvopastoral systems in Tepalcatepec, Michoacan. *Trop Subtrop Agroec* 2011;13:271–278.
12. Piasentier E, Bovolenta S, Malossini F, Susmel P. Comparison of n-alkanes or chromium oxide methods for estimation of herbage intake by sheep. *Small Ruminant Res* 1995;18:27-32.
13. Palma JM, Román L. Cambios en la conducta ingestiva de ovinos al cambiar la altura inicial del pastoreo de *Leucaena leucocephala*. *Zoot Trop* 2008;26(3):371-378.
14. Association of Oficial Analytical Chemists. Methods of analysis. 15th ed. Washington, DC. 2004.

15. Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J Dairy Sci* 1991;74:3583-3598.
16. Tilley JMA, Terry RA. A two-stage techniques for the *in vitro* digestion of forage crops. *J British Grassl Soc* 1963;18:104-111.
17. Ramírez A, Buntinx S, Tapia C, Rosiles R. Effect of breed and age on the voluntary intake and the micro mineral status of non-pregnant sheep. 1. Estimation of voluntary intake. *Small Ruminant Res* 2000;37:223-229.
18. SAS Institute. SAS User's Guide: Statistics. Ver.9.2. SAS Institute. Cary, N.C. USA 2004.
19. Salinas-Chavira J, Pérez JA, Rosales JA, Hernández EA. Efecto de niveles crecientes de pulido de arroz en la degradabilidad ruminal de materia seca y comportamiento productivo de ovinos en engorde. *Rev Cub Cienc Agr* 2013;7(4):375-380.
20. Silva TM, Medeiro A, Olveira RL, Neto SG, Riveiro MD, Bagaido AR, Riveiro OL. Peanut cake as a substitute for soybean meal in the diet of goats. *J Anim Sci* 2015;93:2998-3005.
21. Kennedy PM, Charmley E. Methane yields from Brahman cattle fed tropical grasses and legumes. *Anim Prod Sci* 2012;52:225-239.
22. Sohail HKS. Nutrients intake, digestibility, nitrogen balance and growth performance of sheep feed different silages with or without concentrates. *Trop Anim Heal Prod* 2010;(43)705-801.
23. Barros-Rodríguez M, Solorio-Sánchez J, Ku-Vera J, Ayala-Burgos A, Sandoval-Castro C, Solís-Pérez G. Productive performance and urinary excretion of mimosine metabolites by hair sheep grazing in a silvopastoral system with high densities of *Leucaena leucocephala*. *Trop Anim Heal Prod* 2012;(44)1873-1878.
24. Arcos ADN., Aguilar UE, Sanginés GJR, Lara PE. Comportamiento productivo de corderos alimentados con *Moringa oleifera* o *Trichanthera gigantea*. 1ª ed. Perspectivas y avances de la producción animal en México. Universidad Autónoma de San Luis Potosí; 2016;109-115.
25. Izaguirre F, Martínez TJJ, Jiménez FJO, Posada CS, García CCG, Martínez PC. Respuesta reproductiva y productiva de borregos Pelibuey a la suplementación con hojas

- de Caulote (*Guazuma ulmifolia*), Guaje (*Leucaena leucocephala*) y Yaite (*Gliricidia sepium*) en condiciones de trópico húmedo. Liv Res Rur Dev 2011;23(10):1-10.
26. López AD, Hernández MJ, Rojo R, Sánchez DF, López VN, Fattah ZMSA *et al.* Effects of exogenous enzymes and application on nutrient intake digestibility and growth performance of Pelibuey lambs. Trop Anim Health 2016;5(1399):1-6.
 27. Fernández PA, Homen NSP, Lolato RO, Mauro SE, Giordano PG, Silva OJ *et al.* Intake and ingestive behavior of lambs feed diets containing amoniated buffel grass hay. Trop Anim Health Prod 2017;49:717-724.
 28. Benítez D, Pérez MB, Ramírez SA, Blanco A, Camejo N, Castellanos ME *et al.* El manejo de la finca ganadera de montaña. Ed. Alfa Europe Aid, IIA Jorge Dimitrov, Bayamo, Cuba. 2007.
 29. Iraola J, Muñoz E, García Y, Hernández JL, Tuero O, Moreiro E. Conducta alimentaria de bovinos machos en pastoreo restringido, suplementados con granos de destilería de maíz durante el periodo poco lluvioso. Rev Cub Cienc Agr 2013;47(3):255-260.
 30. Gutiérrez D, Enriquez A, Sarduy L. Conducta alimentaria de crías caprinas en pastoreo de estrella (*Cynodon nlemfuensis*). Rev Cub Cien Agr 2007;41(2):135-138.