



Production and feeding behavior of sheep in grazing under silvopastoral systems conformed for *Leucaena leucocephala* and *Cynodon plectostachyus*

Comportamiento productivo y alimenticio de ovinos en pastoreo en sistemas silvopastoriles con *Leucaena leucocephala* y *Cynodon plectostachyus*

Alvarado-Canché, A. del R.¹, Candelaria-Martínez, B.², Castillo-Sánchez, L. E.¹, Piñero-Vázquez, A. T.³, Canul-Solis, J. R.¹

¹Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tizimín, Yucatán. México.

²Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Chiná, Campeche. México.

³Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), San Cristobal de las Casas, Chiapas. México.

ABSTRACT

The dynamics of the ingestive behavior in grazing animals is especially dependent on the variety and variability of forage in the pasture. The objective of this work was to determine the productive and feeding behavior in hair sheep grazing in silvopastoral systems with *Leucaena leucocephala* and *Cynodon plectostachyus* in the humid tropics in Yucatan, Mexico. The silvopastoral system was evaluated in the rainy season (June to September of 2014) and dry season (December to February of 2015). The ingestive behavior of sheep grazing by direct observation of 7 to 17 hours, recording the time to grazing *Cynodon plectostachyus* (GCP), grazing of weeds (GW), browsing of *Leucaena leucocephala* (BLI), rumia standing (RS), rumination in the lying position (RL) and water consumption (WC). The grazing behavior of hair sheep was not affected by the time of year neither by the time of day ($p>0.05$). Similar behavior was observed ($p>0.05$) in the consumption of *C. plectostachyus*, *L. leucocephala*, weeds and the RS. Similarly, the time of day (morning or afternoon) did not affect the behavior of the sheep ($p>0.05$). However, most of the grazing time was devoted to the consumption of *C. plectostachyus*, weeds, RS, rest and water

Article Info/Información del artículo

Received/Recibido: December 19th 2016.

Accepted/Aceptado: June 9th 2017.

*Corresponding Author:

Jorge Rodolfo Canul-Solis, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tizimín, Yucatán. México. C.P. 97700, Phone: +52-9868634279 ext. 306. E-mail.: jcanul31@gmail.com

RESUMEN

La dinámica del comportamiento ingestivo en pastoreo de los animales depende especialmente de la diversidad y variabilidad del forraje en el potrero. El objetivo de este trabajo fue determinar el comportamiento productivo y alimenticio en ovinos de pelo, en condiciones de pastoreo en sistemas silvopastoriles con *Leucaena leucocephala* y *Cynodon plectostachyus* en el trópico húmedo del estado de Yucatán, México. Se evaluó el sistema silvopastoril en la época de lluvias (junio a septiembre 2014) y en la época de seca (diciembre 2014 a febrero 2015). Se registró la conducta ingestiva de los ovinos en pastoreo por observación directa de 7 a 17 horas, registrando el tiempo dedicado a pastoreo de *Cynodon plectostachyus* (PE), pastoreo de maleza (PM), ramoneo de *Leucaena leucocephala* (RLI), rumia parado (RP), rumia en decúbito (RD) y consumo de agua (CA). El comportamiento de pastoreo de ovinos de pelo no fue afectado por la época del año, ni por la hora del día ($p>0.05$). Se observó un comportamiento similar ($p>0.05$) en el consumo de *C. plectostachyus*, *L. leucocephala*, maleza y RD; por lo consiguiente, la hora del día (mañana o tarde) no afectó el comportamiento ingestivo de los ovinos ($p>0.05$). Sin embargo, la mayor parte del tiempo en pastoreo fue dedicado al consumo de *C. plectostachyus*, maleza, RD, descanso, y consumo de agua a cualquier hora del día, en las dos épocas evaluadas. Se obtuvieron ganancias diarias de peso (GDP) de 16.80 g y 28.35 g en la época seca y de lluvias, respectivamente. Se concluye que el sistema silvopastoril conformado por *Leucaena*

consumption at any time of the day in the two seasons evaluated. Was obtained DWG of 16.80 g and 28.35 g in the dry season and rainy season, respectively. It is concluded that the silvopastoral system with *Leucaena leucocephala* and *Cynodon plectostachyus* increases the time devoted to grazing of grasses and help maintenance of weight.

KEY WORDS

Gain weight; forage; voluntary intake; ruminants; ethology; time; weather; race.

Introduction

The dynamics of the ingestive behavior in grazing of animals depends on the diversity and variability of foliage in the meadow (Agreil and Meuret, 2004). Knowledge of this behavior would bring a development of mathematical models for the prediction of animal consumption in grazing (Meuret and Dumont, 1999), mainly due to voluntary consumption; as dry matter intake of cattle is increased, its individual level of production is also increased until reaching its maximum potential (Córdoba-Escobar *et al.*, 2009). In this sense, under current tropical conditions of the silvopastoral systems are being adopted as an alternative of sustainable animal production (Maurício, 2012); in addition, under silvopastoral system conditions (SSC), improvement in soil quality has been observed, since it symbiotically sets higher nitrogen (N) in soil and as consequence, it increases the productivity of the gramineae, which improves the quality of feed for animals (Soares-de Andrade *et al.*, 2004); improvement in the foliage offer has also been observed, in the etiology of consumption, in nutritional balance and animal comfort (Rivera *et al.*, 2009). Sousa *et al.*, (2015) report that under grazing conditions in SSP 572 min/day of sheep activity is aimed to grazing in gramineae compared to 288 min/day in monoculture. Before these evidences, the objective of this work was to determine the productive and feeding behavior in hair sheep grazing in silvopastoral systems with *Leucaena leucocephala* and *Cynodon plectostachyus* in the humid tropics in Yucatan, Mexico.

Materials and Methods

Experimental site

The experiment was performed in the productive

leucocephala y *Cynodon plectostachyus* incrementa el tiempo dedicado al pastoreo de gramíneas y puede ayudar a mantener el peso en ambas épocas del año.

PALABRAS CLAVE

Ganancia de peso; forrajes; consumo voluntario; ruminantes; etología; época; clima; raza.

Introducción

La dinámica del comportamiento ingestivo en pastoreo de los animales depende especialmente de la diversidad y variabilidad del forraje en el potrero (Agreil y Meuret, 2004). El conocimiento de este comportamiento llevaría al desarrollo de modelos matemáticos para la predicción del consumo del animal en pastoreo (Meuret y Dumont, 1999), debido principalmente a que la productividad animal depende fundamentalmente del consumo voluntario; a medida que se incrementa el consumo de materia seca del ganado, se incrementa también su nivel individual de producción hasta llegar a su máximo potencial (Córdoba-Escobar *et al.*, 2009). En este sentido, bajo las condiciones tropicales, actualmente los sistemas silvopastoriles están siendo adoptados como una alternativa de producción animal sustentable (Maurício, 2012); además, en las condiciones de sistemas silvopastoriles (SSP), se ha observado mejora en la calidad del suelo, debido a que se fija simbióticamente mayor nitrógeno (N) en el suelo y como consecuencia se incrementa la productividad de las gramíneas, lo cual mejora la calidad del alimento para los animales (Soares-de Andrade *et al.*, 2004); en este sentido, también se ha observado mejora en la oferta forrajera, en la etología de consumo, en el balance nutricional y confort animal (Rivera *et al.*, 2009). Sousa *et al.*, (2015) reportan que bajo condiciones de pastoreo en SSP 572 min/día de la actividad de ovinos es dedicado al pastoreo de gramíneas comparado a 288 min/día en monocultivo. Ante estas evidencias, el objetivo del trabajo fue determinar el comportamiento productivo y alimenticio en ovinos de pelo en condiciones de pastoreo en sistemas silvopastoriles con *Leucaena leucocephala* y *Cynodon plectostachyus* en el trópico húmedo del estado de Yucatán, México.

Materiales y Métodos

Sitio experimental

El experimento se realizó en el área de fomento pro-

promotion area of the Technological Institute of Tizimin, Yucatan, Mexico, which is located in the parallels 21° 09' 29" north latitude; meridians 88° 10' 21" W west longitude; at 20 masl, it has sub-humid warm climate with rain in summer (Aw_0), according to the Köppen classification and average annual precipitation of 1167 mm with average annual temperature of 27 °C, relative humidity of 68.5 to 86.3 % (García, 1973). The predominant soil in this zone is Litosol, with an average fertility of 1.5-1.9 % of organic carbon and a pH of 6.7 to 7.3, shallow with rocky areas and relatively infertile (Bautista, 2005). A silvopastoral system formed by *L. leucocephala* and *C. plectostachyus* was used; *L. leucocephala* was established in a meadow of *C. plectostachyus* with a sowing frame of 0.50 m between plants; and 3 m between rows (6,666 pl ha⁻¹); previous to the beginning of the experiment, *L. leucocephala* received a trimming of 0.50 m height.

Measurement periods

The silvopastoral system was evaluated during rainy season (June to September 2014) and during dry season (December 2014 to February 2015). The experimental period has a total duration of 105 days, split in 15 days of adaptation and 90 days of experimental measurement, in each time of evaluation. The occupation of paddocks was 15 days and 75 days of rest.

Animal management

A total of 6 female sheep with average living weight of 22.66 ± 2 kg and 5 months old were used at the beginning of the experiment. Previous to the experimental period, animals were dewormed with Closantel + Sulfoxide of albendazole at 10 mg/kg PV⁻¹. Animals grazed in 6 paddocks of 2,036.7 m² each; the grazing period in each paddock was 15 days from 7:00 to 17:00 h daily; after grazing, sheep were carried back to the yards, where commercial feed with 13 % PC (1% PV animal⁻¹) was supplied.

Experimental measurements

The record of the feeding behavior of grazing sheep was made by direct observation from 8 to 17 hours, with three intermediate hours (11:00 to 14:00 h) of rest from observers (Martín and Bateson, 1993; Goestch *et al.*, 2010), and it was made by six field technicians, one per animal, during the 90 days of the experiment in each time of evaluation. Animals were painted in the sides with geometrical figures for identification. During the study, the grazing time of *C. plectostachyus* (min/day), weed grazing

ductivo del Instituto Tecnológico de Tizimín, Yucatán, México; se ubica en los paralelos 21° 09' 29" de latitud norte; los meridianos 88° 10' 21" W de longitud oeste; a 20 msnm, presenta clima cálido subhúmedo con lluvias en verano (Aw_0), según la clasificación de Köppen y precipitación promedio anual de 1167 mm con temperatura media anual de 27 °C, y humedad relativa de 68.5 a 86.3 % (García, 1973). El suelo predominante de esta zona es Litosol con una fertilidad media con 1.5-1.9 % de carbono orgánico y un pH de 6.7 a 7.3, poco profundo con áreas rocosas y relativamente poco fértil (Bautista, 2005). Se utilizó un sistema silvopastoral conformado por *L. leucocephala* y *C. plectostachyus*; *L. leucocephala* se estableció en una pradera de *C. plectostachyus* con un marco de siembra de 0.50 m entre planta y planta; y de 3 m entre hileras (6,666 pl ha⁻¹); previo al inicio experimento, *L. leucocephala* recibió un corte de uniformización a 0.50 m de altura.

Periodos de medición

El sistema silvopastoral se evaluó en la época de lluvias (junio a septiembre de 2014) y en la época de seca (diciembre de 2014 a febrero de 2015). El periodo experimental tuvo una duración total de 105 días, divididos en 15 días de adaptación y 90 días de medición experimental, en cada época de evaluación. La ocupación de potreros fue de 15 días y 75 días descanso.

Manejo animal

Se utilizaron 6 ovinos hembra Pelibuey con un peso vivo promedio de 22.66 ± 2 kg y 5 meses de edad al inicio del experimento. Previamente al período experimental, los animales fueron desparasitados con Closantel + Sulfoxido de albendazol a 10 mg/kg PV⁻¹. Los animales pastorearon en 6 potreros de 2,036.7 m² cada uno; el periodo de pastoreo en cada potrero fue de 15 días de las 7:00 a las 17:00 horas diariamente; luego del pastoreo los ovinos regresaban a los corrales, donde se proporcionaba un alimento comercial con 13 % de PC (1 % PV animal⁻¹).

Mediciones experimentales

El registro de la conducta alimenticia de los ovinos en pastoreo se realizó por observación directa de 8 a 17 horas, con tres horas intermedias (11:00 a 14:00 h) de descanso de los observadores (Martín y Bateson, 1993; Goestch *et al.*, 2010) y fue realizado por seis técnicos de campo, uno por animal, durante los 90 días del experimento en cada época de evaluación. Los animales fueron pintados en los flancos con figuras geométricas para su identificación. Durante el estudio, se determinó el tiempo dedicado a pastoreo de *C. plectostachyus* (min/día),

(min/day), forage of *L. leucocephala* (min/day), rumination (min/day), rumination in decubitus (min/day) and water consumption (min/day) was determined.

The productive behavior was obtained through the weighing of animals every fourteen days, with previous fasting of 12 h, in a platform scale adapted with a metal cage; to calculate the daily weight gain (DWG), the difference between the final and the initial weight, divided into the corresponding days of the period, was calculated (Canul *et al.*, 2009).

Statistical analysis

A randomized design with factorial arrangement of 2 x 2 was used. Evaluated factors were time of year (rainy and dry) and hours of the day (morning and late) with six repetitions per treatment, considering each sheep in grazing in the silvopastoral system as experimental unit. The feeding behavior (grazing of *C. plectostachyus*, weed grazing, forage of *L. leucocephala*, rumination paratus, rumination in decubitus and water consumption) was analyzed through a variance analysis of repeated measures with the statistical package RStudio ver. 1.0.4.4 (2009-2016). When significant differences were observed ($p < 0.05$), a measure comparison Tukey test was applied.

Results

Feeding behavior of sheep in a silvopastoral system

The grazing behavior of hairy sheep under silvopastoral systems conformed by *L. leucocephala* and *C. plectostachyus* was not affected by the time of year, nor by the hour of the day ($p > 0.05$). Similar behavior ($p > 0.05$) was observed in the consumption of *C. plectostachyus*, *L. leucocephala*, weed and rumination in decubitus. Similarly, time of day (morning or afternoon) did not affect the feeding behavior of sheep (Table 1; $p > 0.05$). Nevertheless, most of the time in grazing was dedicated to the consumption of *C. plectostachyus*, weed, rumination in decubitus, rest and water consumption at any time of day during both evaluated seasons (dry and rainy). Regarding rumination, dedicated time by sheep on this activity was 21.58 and 11.68 % from permanence time in the paddocks of the silvopastoral system in the rainy and dry season, respectively. While by comparing rumination time between hours of the day, in both study times, sheep remained ruminating most of the time in the afternoon hours ($p < 0.05$).

pastoreo de maleza (min/día), ramoneo de *L. leucocephala* (min/día), rumia parado (min/día), rumia en decúbito (min/día) y consumo de agua (min/día).

El comportamiento productivo se obtuvo a través del pesaje de los animales cada 14 días, con ayuno previo de 12 h, en una báscula de plataforma con la adaptación de una jaula metálica; para calcular la ganancia diaria de peso (GDP), se calculó la diferencia entre el peso final y el inicial, dividido entre los días correspondientes al período (Canul *et al.*, 2009).

Análisis estadístico

Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial de 2 x 2. Los factores evaluados fueron épocas del año (lluvias y seca) y horas del día (mañana y tarde) con seis repeticiones por tratamiento, considerando cada ovino en pastoreo en el sistema silvopastoril como unidad experimental. La conducta alimenticia (pastoreo de *C. plectostachyus*, pastoreo de maleza, ramoneo de *L. leucocephala*, rumia parado, rumia en decúbito y consumo de agua) se analizó a través de un análisis de varianza de medidas repetidas con el paquete estadístico RStudio ver 1.0.4.4 (2009-2016). Cuando se observó diferencias significativas ($p < 0.05$), se aplicó la prueba de comparación de medias de Tukey.

Resultados

Comportamiento alimenticio de ovinos en un sistema silvopastoril

El comportamiento de pastoreo de ovinos de pelo bajo sistemas silvopastoriles conformado por *L. leucocephala* y *C. plectostachyus* no fue afectado por la época del año, ni por la hora del día ($p > 0.05$). Se observó similar comportamiento ($p > 0.05$) en el consumo de *C. plectostachyus*, *L. leucocephala*, maleza y rumia en decúbito. Similarmente, la hora del día (mañana o tarde) no afectó el comportamiento alimenticio de los ovinos (Tabla 1; $p > 0.05$). Sin embargo, la mayor parte del tiempo en pastoreo fue dedicado al consumo de *C. plectostachyus*, maleza, rumia en decúbito, descanso y consumo de agua a cualquier hora del día en las dos épocas evaluadas (seca y lluvias). Con respecto a la rumia, el tiempo dedicado por los ovinos a esta actividad fue del 21.58 y del 11.68 % del tiempo de permanencia en los potreros del sistema silvopastoril en la época de lluvias y seca, respectivamente. Mientras que, al comparar el tiempo de rumia entre las horas del día, en ambas épocas de estudio los ovinos permanecieron rumiando mayor tiempo en las horas de la tarde ($p < 0.05$).

Table 1.
Effect the season and the time of day on behavior in grazing of hair sheep in silvopastoral systems with *Leucaena leucocephala* and *Cynodon plectostachyus*.

Tabla 1
Efecto de las estaciones y sección del día sobre comportamiento alimenticio en ovinos en un sistema silvopastoril con *Leucaena leucocephala* y *Cynodon plectostachyus*.

Variable	Rainy season		Dry season		SEM
	Morning	Afternoon	Morning	Afternoon	
TA (min/día)	0.620 ^a	0.551 ^{ac}	1.500 ^{bd}	1.000 ^{ab}	0.109
TL (min/día)	34.240	35.790	38.200	35.000	0.429
TM (min/día)	32.790 ^a	23.960 ^{ab}	49.400 ^{ac}	40.000 ^a	2.699
TP (min/día)	74.930	59.680	61.200	66.400	1.721
TRD (min/día)	4.550 ^a	11.750 ^b	2.300 ^a	16.200 ^{bc}	1.606
TRP (min/día)	12.620 ^a	43.370 ^b	6.900 ^{ac}	14.100 ^{ac}	4.095
TD (min/día)	0.000 ^a	0.000 ^a	2.600 ^b	3.200 ^{bc}	0.423

Means within the same row with different literal were significantly different ($p < 0.05$).

Medias dentro de la misma fila con diferente literal fueron significativamente diferentes ($p < 0.05$).

TA- Time devoted to water consumption; TL- Time devoted to grazing of *Leucaena leucocephala*; TM- Time dedicated to the consumption of weeds; TP- Time devoted to grazing *Cynodon plectostachyus*; TRD- Time dedicated to ruminating in the supine position; TRP- Time dedicated to ruminating; TD- Time dedicated to rest.

TA- Tiempo dedicado al consumo de agua; TL- Tiempo dedicado al ramoneo de *Leucaena leucocephala*; TM- Tiempo dedicado al consumo de maleza; TP- Tiempo dedicado al pastoreo de *Cynodon plectostachyus*; TRD- Tiempo dedicado a rumiar en decúbito; TRP- Tiempo dedicado a rumiar de pie; TD- Tiempo dedicado al descanso.

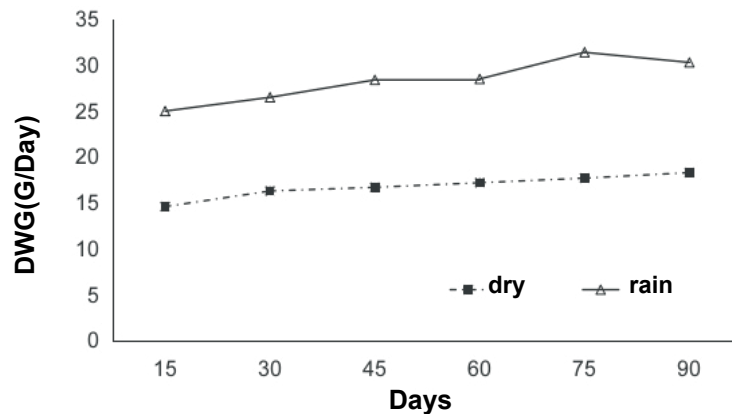


Figure 1. Gain weight of sheep in grazing on silvopastoral systems with *Leucaena leucocephala* and *Cynodon plectostachyus*.

Figura 1. Ganancia de peso de los ovinos en el sistema silvopastoril con *Leucaena leucocephala* y *Cynodon plectostachyus*.

Weight gain in sheep under a silvopastoral system

Weight gain was affected by the time of year ($p \leq 0.05$), observing a higher daily gain of average weight in the rainy season of 28.35 g in comparison to dry season with 16.80 g/day. It was found that during the evaluation period, daily weight gain of grazing sheep was kept constant, fluctuating from 14.6 to 18.3 g/day in the dry season, and 25-31 g/day in the rainy season (Figure 1).

Discussion**Feeding behavior of sheep in a silvopastoral system****Grass grazing**

In this study it was observed that the highest proportion of time of the activity of sheep was for grazing of grass (130.5 min/day), which represents 38.7 % of the total permanence in paddocks. This behavior is similar to the reported by Sousa *et al.*, (2015) where it was found that sheep dedicate 40 % of time for grazing of grass in the paddocks under silvopastoral systems. This can be explained by the less temperature in the silvopastoral systems; as mentioned by Blackshaw and Blackshaw (1994) can be reduced to 30 % the temperature in a silvopastoral system, which can avoid the stress of the animal and dedicate more time to consumption activity (Sousa *et al.*, 2015; Ashutosh *et al.*, 2002) and it does not take time in the search of shadow in the hours of higher solar intensity (Forbes, 1995). Cuartas *et al.*, (2013) report a higher consumption in bovine, between 350 and 450 kg of PV, under silvopastoral system formed by *Leucaena leucocephala* compared to monoculture (8.0 vs. 6.5 kg MS day⁻¹, respectively); this is directly related to the highest grazing time, as observed in this study. Similarly, Sousa *et al.*, (2015) report that under grazing conditions of silvopastoral systems, 572 min/day of the sheep activity is occupied to grass grazing compared to 288 min/day in monoculture. No differences in time dedicated to grazing of grass between times and hours of the day ($p > 0.05$) were found. These data are similar to those observed by Pinto *et al.*, (2014), where no differences between rainy and dry season were found when evaluating the silvopastoral system with *C. plectostachyus*, *L. leucocephala* and *Guazuma ulmifolia* in the dry tropic of Villaflores, Chiapas.

Ganancia de peso en ovinos bajo un sistema silvopastoril

La ganancia de peso fue afectada por la época del año ($p \leq 0.05$), observando una mayor ganancia diaria de peso promedio en la época de lluvias de 28.35 g en comparación de la época de seca con 16.80 g/día. Se encontró que durante el periodo de evaluación la ganancia diaria de peso de los ovinos en pastoreo se mantuvo constante, fluctuando de 14.6 a 18.3 g/día en la época de seca y de 25-31.4 g/día en la época de lluvias (Figura 1).

Discusión**Comportamiento alimenticio de ovinos en un sistema silvopastoril****Pastoreo de gramínea**

En el presente estudio se observó que la mayor proporción de tiempo de la actividad de los ovinos fue para pastoreo de gramínea (130.5 min/día), lo cual representa el 38.7 % del total de permanencia en los potreros. Este comportamiento es similar a lo reportado por Sousa *et al.*, (2015) donde encontraron que los ovinos dedican el 40 % del tiempo para el pastoreo de gramíneas en los potreros bajo sistemas silvopastoriles. Esto se puede explicar por la menor temperatura en los sistemas silvopastoriles; como menciona Blackshaw y Blackshaw (1994) se puede reducir hasta un 30 % la temperatura en un sistema silvopastoril, lo cual evita el estrés del animal y dedican mayor tiempo a la actividad de consumo (Sousa *et al.*, 2015; Ashutosh *et al.*, 2002) y no ocupa el tiempo en búsqueda de sombra en las horas de mayor intensidad solar (Forbes, 1995). Cuartas *et al.*, (2013) reportan un mayor consumo en bovinos, entre 350 y 450 kg de PV, bajo sistema silvopastoril conformado por *Leucaena leucocephala* comparado al monocultivo (8.0 vs. 6.5 kg MS día⁻¹, respectivamente); esto se relaciona directamente al mayor tiempo de pastoreo, como lo observado en el presente estudio. Similarmente, Sousa *et al.*, (2015) reportan que bajo condiciones de pastoreo en sistemas silvopastoriles 572 min/día de la actividad de ovinos es dedicado al pastoreo de gramíneas comparado a 288 min/día en monocultivo. No se encontró diferencias en el tiempo dedicado a pastoreo de la gramínea entre épocas y horas del día ($p > 0.05$). Estos datos son similares a lo observado por Pinto *et al.*, (2014), en donde no encontraron diferencias entre época de lluvias y seca al evaluar el sistema silvopastoril con *C. plectostachyus*, *L. leucocephala* y *Guazuma ulmifolia* en el trópico seco de Villaflores, Chiapas.

*Grazing of weed and forage of *Leucaena leucocephala**

In respect to the time dedicated to consumption of weed in this work, it took second place of preference by sheep; nevertheless, no effect on the time of weed consumption ($p>0.05$) was observed. This agrees with the results found by Sanginés *et al.*, (2014), who did not find significant differences in the consumption of arvense in dry and rainy seasons. In this study, higher consumption of weed ($p<0.05$) was found during morning hours in both times of year. This behavior of ruminants, also observed by González-Pech *et al.*, (2015) when evaluating the grazing behavior of sheep and goat in the tropic, finding that sheep and goat diet is mainly based in the forage of tree foliage and foliage bushes. On the other hand, in this study, forage of *L. leucocephala* was similar between times of the year ($p>0.05$), taking the third place of preference of consumption by sheep. This behavior can be due to the nutritional quality that this tree presents through time (Clavero and Razz, 2003); nevertheless, Mahecha *et al.*, (2001) describe that, with grazing cows of *C. plectostachyus* and *L. leucocephala*, the consumption of this tree was influenced by the time of year, the consumption higher in the beginning of raining season were the best nutritional quality of the plant is obtained.

Rumin, rest and water consumption

Based in the data obtained in this paper, dedicated time by sheep to rumin was 21.58 and 11.68 % of permanence in the silvopastoral paddock systems during rainy and dry seasons, respectively. These data are similar to those found by Sousa *et al.*, (2015) where they report that sheep in grazing under silvopastoral systems foraging the 20.83 % of time in the system. While when grazing is made in native grass, 13 % of permanence time in the area is for rumin, which can be explained by the highest time that the animal occupies for grazing (52 %) (Fierro and Bryant, 1990).

Regarding rest and water consumption, in this study those were the activities in which sheep dedicated less percentage of time. This is different to what was reported in the evaluations under grazing of woods, where 9.23 % of time is reported to rest, this possibly due to the better micro-climate conditions existing in the forest, since there is less difficulty in finding feed and less energetic waste of transport (Espinoza *et al.*, 2008); in this sense,

*Pastoreo de maleza y ramoneo de *Leucaena leucocephala**

Con respecto al tiempo dedicado al consumo de maleza en el presente trabajo, este ocupó el segundo lugar de preferencia por los ovinos; sin embargo, no se observó efecto de la época sobre el consumo de la maleza ($p>0.05$). Esto concuerda con los resultados encontrados por Sanginés *et al.*, (2014) quienes no encontraron diferencias significativas en el consumo de arvenses en época de seca y de lluvias. En el presente estudio, se encontró mayor ($p<0.05$) consumo de maleza en las horas de la mañana en ambas épocas del año. Este comportamiento de los rumiantes, también fue observado por González-Pech *et al.*, (2015) al evaluar en el trópico el comportamiento en pastoreo de ovinos y cabras, encontrando que la dieta de ovinos y cabras se basa principalmente en el ramoneo de follaje de árboles y arbustos forrajeras. Por otro lado, en el presente estudio el ramoneo de *L. leucocephala* fue similar entre épocas del año ($p>0.05$), ocupando el tercer lugar de preferencia de consumo por los ovinos. Este comportamiento se puede deber a la calidad nutritiva que esta arbórea presenta a través del tiempo (Clavero y Razz, 2003), sin embargo, Mahecha *et al.*, (2001) describen que, con vacas en pastoreo de *C. plectostachyus* y *L. leucocephala*, que el consumo de esta arbórea estuvo influenciado por la época del año, siendo mayor el consumo en el inicio de la época de lluvias donde se obtiene la mejor calidad nutritiva de la planta.

Rumia, descanso y consumo de agua

Con base a los datos obtenidos en este trabajo, el tiempo dedicado por los ovinos a la rumia fue del 21.58 y de 11.68 % del tiempo de permanencia en los potreros del sistema silvopastoril en la época de lluvias y seca, respectivamente. Estos datos son similares a lo encontrado por Sousa *et al.*, (2015) donde reportan que los ovinos en pastoreo bajo sistemas silvopastoriles permanecen rumiando el 20.83 % del tiempo en el sistema. Mientras que, cuando el pastoreo se realiza en pastizales nativos el 13 % de tiempo de permanencia en el área es para la rumia, lo cual puede explicarse por el mayor tiempo que ocupa el animal para el pastoreo (52 %) (Fierro y Bryant, 1990).

Con respecto al descanso y consumo de agua, en este estudio, fueron las actividades en las cuales los ovinos dedicaron menor porcentaje del tiempo. Esto es diferente a lo reportado, en evaluaciones bajo pastoreo de bosque, donde se reporta 9.23 % del tiempo dedicado al descanso, esto posiblemente se debe a las mejores condiciones microclimáticas existentes en el área de bosque, ya que tienen menos dificultad en encontrar alimento y menor gasto energético de traslado (Espinoza

these results can be explained by the decrease in the temperature (33.5 to 28 °C) in the systems conformed by different aerial stratum, as the case of forests or silvopastoral systems (Sousa *et al.*, 2015). In addition, the time dedicated to the water consumption in the silvopastoral systems is less in comparison to the meadows in monoculture (13.39 vs 3.68 % of grazing time; Sousa *et al.*, 2015). Nevertheless, this value can be affected by the climate conditions. When evaluating the effect of including artificial shade, the stabilization in the homeostasis of corporal temperature of Santa Inés sheep was observed, denoting less effort for thermoregulation (Silva-Andrade *et al.*, 2007), which would explain the less water consumption in the silvopastoral systems, which bring shade to the animals grazing in the system.

Daily weight gain

In this study, weight gain presented significant difference in different times of study; similar results to those found under grazing conditions of Pelibuey sheep (González *et al.*, 2002) the low weight gains obtained under these conditions are mainly by the low quality of the diet they are fed with in grazing (PC ≤ 7 % and digestibility of 40 %), this is due to the high content of FDN, FDA and Lignina present in the tropical grass (Minson, 2000). Similarly, Paciullo *et al.*, (2009) in a study in silvopastoral systems with steers, respectively. This low weight gain reduce the rentability of the sheep production systems; nevertheless, the intensive SSP can improve the input of foliage and PC of diet, due to the incorporation in the paddock of *L. leucocephala* with a PC content superior to the 20 %, the nitrogen input to ruminant could improve the quality of the diet through the consumption as part of the ration, it has been observed that in SSP, daily gain can reach 110 g/day (Barros-Rodríguez *et al.*, 2012) unlike grazing conditions of monoculture of grass introduced and native grass, which are found between 30 and 60 g/animal/day (Avilés-Nova *et al.*, 2008; Piñeiro-Vázquez *et al.*, 2009).

Conclusions

Based in the results of this study, the behavior of grazing of hairy sheep under silvopastoral systems conformed by *L. leucocephala* y *C. plectostachyus* was not affected by the time of year, nor by the hour of the day. The

et al., 2008), en este sentido, estos resultados se pueden explicar por el descenso de la temperatura (33.5 a 28 °C) en los sistemas conformados por diferentes estratos aéreos, como es el caso de los bosques o sistemas silvopastoriles (Sousa *et al.*, 2015). Aunado a esto el tiempo dedicado al consumo de agua en los sistemas silvopastoriles es menor en comparación a las praderas en monocultivo (13.39 vs 3.68 % del tiempo en pastoreo; Sousa *et al.*, 2015). Sin embargo, este valor puede ser afectado por las condiciones climáticas. Al evaluar el efecto de incluir sombra artificial, se observó estabilización en la homeostasis de la temperatura corporal de ovinos Santa Inés, denotando menor esfuerzo para la termoregulación (Silva-Andrade *et al.*, 2007), lo cual explicaría el menor consumo de agua en los sistemas silvopastoriles los cuales brindan sombra a los animales pastoreando en el sistema.

Ganancia diaria de peso

En este estudio la ganancia de peso presentó diferencia significativa en las diferentes épocas de estudio, resultados similares a los encontrados bajo condiciones de pastoreo en ovejas Pelibuey (González *et al.*, 2002) las bajas ganancias de peso obtenidas bajo estas condiciones son principalmente por la baja calidad de la dieta con la cual son alimentados en pastoreo (PC ≤ 7 % y digestibilidad de 40 %), esto es debido al alto contenido de FDN, FDA y Lignina presentes en los pastos tropicales (Minson, 2000). Similarmente Paciullo *et al.*, (2009) en un estudio en sistemas silvopastoriles con novillonas reportan bajas ganancias de peso por efecto de reducción en el consumo de MS de 2.3 % a 1.6 % del peso vivo, en época de lluvias y seca, respectivamente. Estas bajas ganancias de peso reducen la rentabilidad de los sistemas de producción ovina; sin embargo, los SSP intensivos pueden mejorar el aporte de forraje y de PC en la dieta, debido a la incorporación en el potrero de la *L. leucocephala* con un contenido de PC superior a los 20 %, el aporte de nitrógeno al rumen podría mejorar la calidad de la dieta a través de su consumo como parte de la ración, se ha observado que en SSP la ganancia diaria puede llegar hasta 110 g/día (Barros-Rodríguez *et al.*, 2012) a diferencia de condiciones de pastoreo de monocultivo de gramíneas introducidas y pastizales nativos se encuentra entre 30 y 61 g/animal/día (Avilés-Nova *et al.*, 2008; Piñeiro-Vázquez *et al.*, 2009).

Conclusiones

Con base a los resultados de este estudio, el comportamiento de pastoreo de ovinos de pelo, bajo sistemas silvopastoriles conformado por *L. leucocephala* y *C. plectostachyus* no fue afectado por la época del año, ni por la

grazing in the morning or in the afternoon did not affect the feeding behavior of sheep. Most of the time in grazing was dedicated to the consumption of *C. plectostachyus*, weed, rumin in decubitus, rest and water consumption at any time of day in dry and rainy season. Daily weight gains of sheep in grazing in the silvopastoral system is kept in dry and rainy season.

hora del día. El pastoreo en la mañana o en la tarde tampoco afectó el comportamiento alimenticio de los ovinos; la mayor parte del tiempo en pastoreo fue dedicado al consumo de *C. plectostachyus*, maleza, rumia en decúbito, descanso y consumo de agua a cualquier hora del día en la época de seca y lluvias. Las ganancias diarias de peso de los ovinos en pastoreo en el sistema silvopastoril, se mantiene en la época de seca y lluvias.

Acknowledgements

Authors wish to thank the financing granted by the General Direction of Superior Technological Education with the project coded: 4618.12- P- DGEST.

Agradecimientos

Los autores agradecen el financiamiento otorgado por la Dirección General de Educación Superior Tecnológica con el proyecto con clave: 4618.12- P- DGEST.

References

- Agreil, C. and Meuret, M. (2004). An improved method for quantifying intake rate and ingestive behaviour of ruminants in diverse and variable habitats using direct observation. *Small Ruminant Research*. 54: 99–113. DOI: [10.1016/j.smallrumres.2003.10.013](https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2003.10.013)
- Andrade, I. S., De Souza, B. B., Pereira Filho, J. M. and Silva, A. M. (2007). Parâmetros fisiológicos e desempenho de ovinos Santa Inês submetidos a diferentes tipos de sombreamento e a suplementação em pastejo. *Ciência e Agrotecnologia*. 31: 540–547. DOI: [10.1590/S1413-70542007000200039](https://doi.org/10.1590/S1413-70542007000200039).
- Asthutosh, F., Dhanoa, O. P. and Singh, G. (2002). Changes in grazing behaviour of native and crossbred sheep in different seasons under semi-arid conditions. *Tropical Animal Health and Production*. 34: 399–404. DOI: [10.1023/A:1020044226250](https://doi.org/10.1023/A:1020044226250)
- Avilés-Nova, F., Espinoza-Ortega, A., Castelán-Ortega, O. A. and Arriaga-Jordán, C. M. (2008). Sheep performance under intensive continuous grazing of native grasslands of *Paspalum notatum* and *Axonopus compressus* in the subtropical region of the Highlands of Central Mexico. *Tropical Animal Health and Production*. 40: 509–515. DOI: [10.1007/s11250-008-9127-4](https://doi.org/10.1007/s11250-008-9127-4)
- Barros-Rodríguez, M., Solorio-Sánchez, J., Ku-Vera, J., Ayala-Burgos, A., Sandoval-Castro, C. and Solís-Pérez, G. (2012). Productive performance and urinary excretion of mimosine metabolites by hair sheep grazing in a silvopastoral system with high densities of *Leucaena leucocephala*. *Trop. Anim Health Prod*. DOI: [10.1007/s11250-012-0150-0](https://doi.org/10.1007/s11250-012-0150-0)
- Blackshaw, J. K. and Blackshaw, A. W. (1994). Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behaviour: a review. *Aust. J. Exp. Agric*. 34: 285–295. DOI: [10.1071/EA9940285](https://doi.org/10.1071/EA9940285)
- Bautista, F. and Palacio, G. (2005). Caracterización y manejo de los suelos de la península de Yucatán: implicaciones agropecuarias, forestales y ambientales. Campeche, México: Universidad Autónoma de Campeche, Mérida, Yucatán: Universidad Autónoma de Yucatán. Instituto de Ecología. http://www.academia.edu/4250104/Caracterizaci%C3%B3n_y_manejo_de_suelos_en_la_Pen%C3%ADnsula_de_Yucat%C3%A1n_implicaciones_agropecuarias_forestales_y_ambientales
- Canul, J., Pelcastre, A. and Duarte, F. (2009). Efecto de Zeranól en solución oleosa sobre el comportamiento de corderos Pelibuey en engorda. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*. 4: 485-488. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=119012569019>
- Clavero, T. and Razz, R. (2003). The performance of goats browsing *Leucaena leucocephala* in the semi arid areas of Northwest Venezuela. *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad del Zulia*. 13: 460–463. https://www.researchgate.net/publication/286993256_The_performance_of_goats_browsing_Leucaena_leucocephala_in_the_semi_arid_areas_of_Northwest_Venezuela

- Córdoba-Escobar, C. P., Muñoz-Betancour, J. A., and Barahona-Rosales, R. (2009). Comportamiento en pastoreo de machos cebú comercial bajo sistema silvopastoril intensivo (SSPI) y potreros remanentes del cultivo de arroz. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 22 supp 3: 514.
- Cuartas, C., Naranjo, J., Tarazona, A. and Barahona, R. (2013). Uso de la energía en bovinos pastoreando sistemas silvopastoriles intensivos con *Leucaena leucocephala* y su relación con el desempeño animal. *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*. 8: 70-81. <http://revistas.ces.edu.co/index.php/mvz/article/view/2858>
- Crawley, M. J. (2013). The R book. 2° edition. Wiley. 977 pag. <https://www.cs.upc.edu/~robert/teaching/estadistica/TheR-Book.pdf>
- Forbes, J. (2007). Voluntary food intake and diet selection in farm animals. CABI Publishing, Wallingford, UK; 453. DOI: [10.1079/9781845932794.0000](https://doi.org/10.1079/9781845932794.0000)
- García, E. (1973). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México. 33. http://www.igeograf.unam.mx/sigg/utilidades/docs/pdfs/publicaciones/geo_sigo21/serie_lib/modific_al_sis.pdf
- Goetsch, A., Gipson, T., Askar, A., Puchala, R. (2010). Invited review: Feeding behavior of goats. *Journal of Animal Science*. 88: 361–373. DOI: [10.2527/jas.2009-2332](https://doi.org/10.2527/jas.2009-2332)
- González-Pech, P. G., De Jesús Torres-Acosta, J. F., Sandoval-Castro, C. A. and Tun-Garrido, J. (2015). Feeding behavior of sheep and goats in a deciduous tropical forest during the dry season: The same menu consumed differently. *Small Ruminant Research*. Elsevier B.V. 133:128–34. DOI: [10.1016/j.smallrumres.2015.08.020](https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2015.08.020)
- Martín, P. and Batenson, P. (1993). Measuring behavior: An introductory guide. 2nd ed. UK Cambridge University Press. 223. <https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=XFocGI3cgG4C&oi=fnd&pg=PR11&dq=Measuring+behaviour&ots=5Wd4qcfZaQ&sig=YyVdAzkqebekKdJOEvhULsN1RBA#v=onepage&q=Measuring%20behaviour&f=false>
- Maurício, R. (2012). Comment to “Pasture shade and farm management effects on cow productivity in the tropics” by Justin A.W. Ainsworth, Stein R. Moe, C. Skarpe (*Agriculture, Ecosystems and Environment* 155:105–110). *Agriculture, Ecosystems and Environment* 2012; 161: 78–79. https://www.researchgate.net/publication/257015477_Comment_to_Pasture_shade_and_farm_management_effects_on_cow_productivity_in_the_tropics_by_Justin_AW_Ainsworth_Stein_R_Moe_C_Skarpe_Agric_Ecosyst_Environ_155_2012_105-110
- Mahecha, L., Rosales, M., and Molina, C. (2001). Grazing, browsing time milk production oh *Leucaena* cows in a silvopastoral system in different season of de years. International symposium silvopastoral system. Secon congress on agroforestry and livestock production in Latin America. Theme: Silvopastoril system for restoration of degraded tropical pasture ecosystem. Compilador Ibraim Mohamed, San José Costa Rica 2-9 de abril 2001. 360-365.
- Meuret, M. and Dumont, B. (1999). Advances in modelling animal vegetation interaction and their use in guiding grazing management. Gagnaux D, Poffet J, Eds. Proceedings of the Fifth International Symposium on Livestock Farming System, Posieux, Switzerland 1999; 57–72. https://www.researchgate.net/profile/Michel_Meuret/publication/262730966_Advances_in_modelling_animal_-_vegetation_interactions_and_their_use_in_guiding_grazing_management/links/0a85e538b69ca16721000000/Advances-in-modelling-animal-vegetation-interactions-and-their-use-in-guiding-grazing-management.pdf
- Minson, J. (1990). Forage in Ruminant Nutrition [Internet]. Forage Rumin. Nutr. San Diego, California: Academic Press, INC. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780124983106500079>
- Paciullo, D. S. C., López, F. C. F., Malaquias Jr., J. D., Viana Filho, A., Rodríguez, N. M., Morenz, M. J. F., and Aroeira, L. J. M. (2009). Características do pastoe desempenho de novilhas em sistema silvipastoril e pastagem de braquiária em monocultivo. *Pesq. Agropec. Bras.* 44:1528–1535. <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/662186/1/44n11a22.pdf>
- Pinto, R., Ortega, L., Gómez, H., Hernández, F. and Sánchez, D. (2014). Comportamiento animal y características de la dieta de bovinos pastoreando estrella africana sola y asociada con árboles. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*. 5 (3): 365-374. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242014000300009
- Piñeiro, T., Oliva, J. and Hinojosa, J. (2009). Uso de suplementación mineral con monensina sódica en corderas Pelibuey durante el crecimiento postdestete. *Archivos de Medicina Veterinaria*. 41: 35–41. <http://www.scielo.cl/scielo>

- [php?script=sci_arttext&pid=S0301-732X2009000100005](http://www.scielo.org.mx/pdf/era/v1n3/v1n3a5.pdf)
- Rivera, J., Cuartas, C., Naranjo, J. and Rosales, R. (2009). Comparación del comportamiento productivo y calidad de la leche en vacas bajo un sistema silvopastoril intensivo y un sistema de producción convencional en el valle del Río Cesar. *Rev Colomb Cienc Pecu.* 22 (3): 514.
- Sanginés, L., Dávila, P., Solano, L. and Pérez, F. (2014). Arvenses de cafetal: identificación, evaluación química y comportamiento etológico de ovinos en pastoreo. *Revista Ecosistemas y recursos agropecuarios.* 1(3): 249-260. <http://www.scielo.org.mx/pdf/era/v1n3/v1n3a5.pdf>
- Soares, C., Ferreira, V., Costa, J. and Alexandre, F. (2004). Crescimento de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais sob sombreamento. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 2004; 39 (3): 263-270. <http://www.scielo.br/pdf/pab/v39n3/a09v39n3.pdf>
- Sousa, L., Mauricio, R., Paciullo, D., Silveria, S., Riberio, R., Calsavara, L. and Moreira G. R. (2015). Forage intake, feeding behavior and bio-climatological indices of pasture grass, under the influence of trees, in a silvopastoral system. *Tropical Grasslands - Forrajes Tropicales.* 3:129. DOI: [10.17138/TGFT\(3\)129-141](https://doi.org/10.17138/TGFT(3)129-141)

Cite this paper/Como citar este artículo: Alvarado-Canché, A. del R., Candelaria-Martínez, B., Castillo-Sánchez, L. E., Piñeiro-Vázquez, A. T., Canul-Solis, J. R. (2017). Production and feeding behavior of sheep in grazing under silvopastoral systems conformed for *Leucaena leucocephala* and *Cynodon plectostachyus*. *Revista Bio Ciencias* 4(6), 11 pages, Article ID: 04.06.06. <http://dx.doi.org/10.15741/revbio.04.06.06>

