



## ESTUDIOS SOBRE AGROECOSISTEMAS [AGROECOSYSTEMS STUDIES]

### OFERTA Y CONSUMO DE FORRAJE Y PRODUCCIÓN DE LECHE EN GANADO DE DOBLE PROPÓSITO MANEJADO EN SISTEMAS SILVOPASTORILES EN TEPALCATEPEC, MICHOACÁN

#### [FORAGE OFFER AND INTAKE AND MILK PRODUCTION IN DUAL PURPOSE CATTLE MANAGED UNDER SILVOPASTORAL SYSTEMS IN TEPALCATEPEC, MICHOACAN]

Héctor Manuel Bacab-Pérez y Francisco Javier Solorio-Sánchez

Universidad Autónoma de Yucatán, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Km. 15.5 Carretera Mérida-Xmatkuil, C.P. 97100. Mérida, Yucatán, México.

\*Autor para correspondencia: hbacabperez@yahoo.com.mx

#### RESUMEN

El estudio se realizó en época de secas (marzo a mayo) en tres ranchos de bovinos de doble propósito ubicados en Tepalcatepec, Michoacán, México, para evaluar la oferta y consumo de forraje, y la producción de leche en vacas Suizo Americano. Dos ranchos tuvieron sistemas silvopastoriles de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham asociada con *Panicum maximum* cv. Tanzania, y uno tuvo además árboles de mango (*Mangifera indica*); el tercer rancho contó con sistema tradicional de *Cynodon plectostachyus* en monocultivo. En el sistema tradicional las vacas recibieron 8 kg animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> de alimento concentrado durante la lactancia, y sólo 1.5 kg animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> en los sistemas silvopastoriles. La oferta de forraje comestible en los ranchos silvopastoriles fue 2470 y 2693 kg MS ha<sup>-1</sup> pastoreo<sup>-1</sup>, y en el tradicional fue 948 kg MS ha<sup>-1</sup> pastoreo<sup>-1</sup>. El consumo de forraje en los ranchos silvopastoriles fue 8.25 y 11.81 kg MS animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>, y en el tradicional fue 3.63 kg MS animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>. La producción de leche en los ranchos silvopastoriles fue 9.0 y 9.2 kg animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>, y en el tradicional 10.4 kg animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>. Los sistemas silvopastoriles de *L. leucocephala* cv. Cunningham asociada con *P. maximum* cv. Tanzania produjeron alta oferta de forraje comestible y permitieron obtener producciones de leche similares a la del sistema tradicional con *C. plectostachyus* en monocultivo, pero con menor consumo de alimento concentrado.

**Palabras clave:** *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham; *Panicum maximum* cv. Tanzania; *Cynodon plectostachyus*; bovino de doble propósito.

#### SUMMARY

The study was carried out during the dry season (March to May) in three dual-purpose cattle farms located in Tepalcatepec, Michoacan, Mexico, in order to evaluate the forage offer and intake, and milk production in Brown Swiss cows. Two farms had silvopastoral systems with *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham associated with *Panicum maximum* cv. Tanzania, and one of them also included mango trees (*Mangifera indica*); the third farm had a traditional system with *Cynodon plectostachyus* in monoculture. In the traditional system, cows were offered 8 kg animal<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup> of concentrate feed during the milking period, and only 1.5 kg animal<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup> in the silvopastoral systems. Edible forage offer in the silvopastoral farms was 2470 and 2693 kg DM ha<sup>-1</sup> grazing<sup>-1</sup>, and in the traditional system it was 948 kg DM ha<sup>-1</sup> grazing<sup>-1</sup>. Forage intake in the silvopastoral systems was 8.25 and 11.81 kg DM animal<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>, whereas in the traditional system it was 3.63 kg DM animal<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>. Milk production in the silvopastoral system was 9.0 and 9.2 kg animal<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>, while in the traditional system it was 10.4 kg animal<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>. The silvopastoral systems with *L. leucocephala* cv. Cunningham associated with *P. maximum* cv. Tanzania produced high edible forage offer and allowed to obtain milk yield similar to that of the traditional system with *C. plectostachyus* in monoculture, but on a lower concentrate feed intake.

**Key words:** *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham, *Panicum maximum* cv. Tanzania, *Cynodon plectostachyus*, dual-purpose cattle.

## INTRODUCCIÓN

En el estado de Michoacán, México, la ganadería es la principal actividad económica, y ocupa el 14 % del territorio estatal. El valle de Tepalcatepec concentra 65 % del hato ganadero bovino del estado, por lo que la ganadería es una de las principales actividades productivas y fuente de ingreso para las familias de la región (Sánchez y Sánchez, 2005; SAGARPA, 2008). Sin embargo, en este valle y en muchas zonas del trópico, la producción ganadera se basa principalmente en sistemas tradicionales de pastoreo con monocultivo de gramíneas, y se ve seriamente afectada por la escasez y mala calidad del forraje durante la estación seca, lo que provoca bajo consumo de materia seca y disminución en la producción de carne y leche. Para hacer frente a ello, los ganaderos recurren a la compra de alimentos concentrados, lo que incrementa los costos de producción (Solorio y Solorio, 2002; Alavalapati *et al.*, 2004). Ante esto, se reconoce la necesidad de incorporar elementos en los sistemas ganaderos que aumenten el volumen de forraje en la época de sequía y mejoren la productividad de los animales con una reducción de la dependencia de insumos para su alimentación (Palma, 2005).

Una alternativa para mejorar los sistemas ganaderos es el establecimiento de sistemas silvopastoriles, los cuales se caracterizan por tener mayor producción y calidad forrajera destinada a la alimentación animal (Yamamoto *et al.*, 2007; Murgueitio e Ibrahim, 2008). Las combinaciones dentro de este sistema incluyen árboles de leguminosas y otras especies forrajeras, pasto de corte y árboles maderables (Krishnamurthy *et al.*, 2003; Bautista *et al.*, 2011).

Dentro de los sistemas silvopastoriles destaca la asociación de *Leucaena leucocephala* con otras especies forrajeras, principalmente gramíneas, debido a que esta leguminosa tiene altos rendimientos y un elevado valor nutritivo; además, puede ser utilizada eficazmente bajo corte o pastoreo en la alimentación de diferentes especies animales de importancia para el hombre (Faría, 1996; Richardson, 2009).

En el presente trabajo se evaluó la oferta y consumo de forraje y la producción de leche en vacas Suizo Americano manejadas en dos ranchos con sistema silvopastoril de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham asociada con *Panicum maximum* cv. Tanzania, y en un rancho con sistema tradicional de *Cynodon plectostachyus* en monocultivo, ubicados en el trópico seco del valle de Tepalcatepec, Michoacán, México.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización y características del área

El municipio de Tepalcatepec se localiza al oeste del estado de Michoacán, México (19° 11' Lat. N y 102° 51' Long. O, a una altitud de 370 m). Su clima es tropical con lluvias en verano, con precipitación media anual de 822 mm y temperatura media anual de 27.5 °C. Los suelos son principalmente del tipo litosol y vertisol crómico, de acuerdo a la clasificación de la FAO-UNESCO (GEM, 2005).

### Caracterización de los ranchos en estudio

Se incluyeron tres ranchos de ganado bovino de doble propósito.

*Rancho Los Huarinches*: se ubica a 3 km al suroeste de la cabecera municipal (municipio de Tepalcatepec). Cuenta con suelo vertisol crómico con clase textural media en los primeros 30 cm superficiales al suelo y fase física gravosa. La vegetación nativa circundante corresponde a selva baja caducifolia. El rancho tiene establecidas 16.7 ha con sistema silvopastoril de *L. leucocephala* cv. Cunningham (34500 plantas ha<sup>-1</sup>), asociada con *P. maximum* cv. Tanzania. El área se encuentra dividida con cerco eléctrico en varios potreros de aproximadamente 1 ha. La siembra de ambas especies fue realizada al chorillo con un distanciamiento entre hileras para *L. leucocephala* de 1.6 m, con la gramínea establecida en hileras a ambos lados de la fila de la leguminosa, con una orientación este-oeste. En este rancho el manejo de los potreros consiste en un periodo de ocupación de 4 días con 40 de descanso en la época de lluvias, y 3 días de ocupación con 45 de descanso en la época seca. Se proporciona riego por gravedad cada 15 días en la época seca y se suspende en las lluvias. No se realiza aplicación de fertilizantes ni control de arvenses.

*Rancho El Aviador*: se ubica a 1.5 km al suroeste de la cabecera municipal sobre la carretera Tepalcatepec-Coalcomán. La unidad de suelo corresponde al vertisol (subunidad crómico), con clase textural fina en los primeros 30 cm superficiales al suelo. La vegetación nativa circundante corresponde a selva baja caducifolia. El rancho cuenta con 20 ha de sistema silvopastoril de *L. leucocephala* cv. Cunningham (53000 plantas ha<sup>-1</sup>) asociada con pasto Tanzania (*P. maximum* cv. Tanzania), establecidas dentro de una plantación de mango (*Mangifera indica*) con edad aproximada de 15 años y distanciamiento entre plantas de 10 x 10 m. El establecimiento del sistema

silvopastoril fue realizado al chorrillo con un distanciamiento entre hileras para la leguminosa de 1.6 m con presencia de *P. maximum* a ambos lados, con una orientación este-oeste. En este rancho el manejo de los potreros (aproximadamente 3800 m<sup>2</sup>) consiste en un periodo de ocupación de 1 día con 40 de descanso en época de lluvias, y 1 día de ocupación con 45 de descanso en la época seca. El riego es por gravedad y se realiza cada 15 días únicamente en la época seca. No se realiza aplicación de fertilizantes ni control de arvenses.

*Rancho Tradicional*: se ubica a 2.5 km al suroeste de la cabecera municipal. El suelo es vertisol crómico con clase textural media en los primeros 30 cm superficiales y fase gravosa. La vegetación nativa circundante corresponde a selva baja caducifolia. El rancho es manejado con un sistema tradicional de pastoreo con pasto estrella de África (*C. plectostachyus*) en monocultivo, con una superficie de 16 ha divididas con cerco eléctrico en varios potreros de aproximadamente 4 ha. El manejo consiste en un periodo de ocupación de 5 días con 40 de descanso durante todo el año. Se realizan aplicaciones de riego por gravedad cada 15 días en la época seca, y se suspenden en las lluvias. Se aplica abono orgánico (bovinaza) cada 6 meses y no se realiza control de arvenses.

### Evaluación de los sistemas

El trabajo se realizó en la época seca del año (marzo-mayo) en las 16.7 y 20 ha para los ranchos con sistema silvopastoril, y en las 16 ha para el tradicional, en donde pastorean vacas Suizo Americano. Para la toma de muestras se seleccionaron al azar cuatro potreros por rancho y se realizaron evaluaciones en dos periodos de rotación. Para los muestreos dentro de cada potrero se utilizó el método del transecto rectangular para los ranchos con sistema silvopastoril, y el método del cuadro para el tradicional (FAO, 1996). Para el sistema silvopastoril, por cada potrero se delimitaron al azar 10 transectos rectangulares de 1.6 m de ancho x 5 m de largo, considerando como la línea media del transecto las hileras de *L. leucocephala*; la distribución de los transectos dentro del potrero se realizó de manera aleatoria. En el caso del sistema tradicional, se distribuyeron al azar por potrero 10 cuadrantes de 0.5 x 0.5 m.

### Variables evaluadas

Tanto en los ranchos con sistema silvopastoril como en el tradicional se evaluó la oferta de forraje, la

utilización de las pasturas, el consumo de forraje y la producción de leche.

La oferta de forraje (kg MS ha<sup>-1</sup> pastoreo<sup>-1</sup>) tanto de *L. leucocephala* como de *P. maximum* y *C. plectostachyus* se estimó por medio de la cosecha del forraje en cada transecto o cuadrante. Para ello, las plantas de *L. leucocephala* se cortaron a una altura de 40 cm sobre el nivel del suelo y se pesó la biomasa cosechada; de ésta se tomó una submuestra de la cual se separó el follaje de los tallos leñosos, se obtuvo el peso fresco de cada componente y se secó en una estufa a 60°C durante dos días hasta obtener peso constante para la determinación de materia seca (% MS). Los pastos se cortaron a 5 cm sobre el nivel del suelo en cada transecto o cuadrante, que es la altura de consumo del animal (Holmes y Wilson, 1989); se registró su peso en fresco y seco, y también se estimó el porcentaje de MS y la proporción hoja/tallo en *P. maximum*. Se realizaron evaluaciones adicionales después del pastoreo para estimar la utilización y el consumo de las especies forrajeras.

El porcentaje de utilización de las especies forrajeras se determinó con los datos obtenidos de la oferta de forraje (antes del pastoreo) y del residuo (después del pastoreo).

El consumo de MS del forraje se determinó mediante la diferencia del forraje disponible antes del pastoreo y la cantidad de forraje después del pastoreo, esta cantidad dividida entre el número de animales en pastoreo entre el tiempo de pastoreo de cada potrero. En cada rancho se utilizaron 50 vacas Suizo Americano de aproximadamente 450 kg de peso vivo y se ajustó la presión de pastoreo por el método de “poner y quitar animales” (Crowder y Chheda, 1982); para ello, se consideraron los datos de la oferta total de forraje y la estimación del consumo diario de forraje seco de un animal que es de aproximadamente 3 % de su peso vivo, con una pérdida de 20 % por pisoteo (Gutiérrez *et al.*, 2007). El tiempo de pastoreo fue de 20 h diarias para los tres ranchos, ya que los animales únicamente fueron retirados del potrero durante la ordeña, de 6:00 a 10:00 a.m. La superficie de cada potrero fue de 1 ha para Los Huarinches, 3800 m<sup>2</sup> para el Aviador y 4 ha para el Tradicional. Los días de ocupación fueron tres días para Los Huarinches, un día para El Aviador y cinco días para el Tradicional. Se respetó el manejo que el productor realiza en su sistema.

En el sistema tradicional las vacas recibieron 8 kg animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> de alimento concentrado (40 % sorgo, 40 % maíz molido y 20 % pasta de coco) durante la

lactancia, y en los sistemas silvopastoriles recibieron únicamente 1.5 kg animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>.

La producción de leche (kg animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>) de las vacas en el sistema silvopastoril y en el tradicional se determinó semanalmente con la ayuda de una báscula digital. Las mediciones se realizaron por la mañana durante la ordeña mecánica de los animales.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el rancho Los Huarinches, la oferta de forraje comestible para *L. leucocephala* fue de 1198 kg MS ha<sup>-1</sup> pastoreo<sup>-1</sup>, y para *P. maximum* 1272 kg MS ha<sup>-1</sup> pastoreo<sup>-1</sup>, con un total de 2470 kg MS ha<sup>-1</sup> pastoreo<sup>-1</sup> de forraje. Después del pastoreo, se encontró un residuo total de forraje comestible de 783 kg MS ha<sup>-1</sup> pastoreo<sup>-1</sup>, de los cuales 118 kg MS ha<sup>-1</sup> pastoreo<sup>-1</sup> correspondieron a *L. leucocephala* y 665 kg MS ha<sup>-1</sup> pastoreo<sup>-1</sup> a *P. maximum*. Para el porcentaje de utilización, los datos obtenidos indicaron 91 y 48 % para *L. leucocephala* y *P. maximum*, respectivamente.

En el rancho El Aviador se obtuvo una oferta de forraje comestible de 1308 y 1385 kg MS ha<sup>-1</sup> pastoreo<sup>-1</sup> para *L. leucocephala* y *P. maximum*, respectivamente. Con relación al residuo, se encontró un total de 624 kg MS ha<sup>-1</sup> pastoreo<sup>-1</sup>, de los cuales 118 kg MS ha<sup>-1</sup> pastoreo<sup>-1</sup> correspondieron a la leguminosa y 506 kg MS ha<sup>-1</sup> pastoreo<sup>-1</sup> a la gramínea. El porcentaje de utilización fue de 91 y 63 % para *L. leucocephala* y *P. maximum*, respectivamente.

En el rancho con sistema tradicional se encontró una baja oferta de forraje comestible, con 968 kg MS ha<sup>-1</sup> pastoreo<sup>-1</sup> y un residuo de 380 kg MS ha<sup>-1</sup> pastoreo<sup>-1</sup>, con una utilización del 60 % (Tabla 1).

De manera general para los sistemas silvopastoriles evaluados, en el rancho El Aviador la oferta de forraje

comestible fue alta, atribuible a la alta densidad de *L. leucocephala* presente (53,000 plantas ha<sup>-1</sup>), la cual además de aportar una importante producción de forraje al sistema, mejora las condiciones del suelo por su capacidad de asociarse con bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico, con lo cual se beneficia al pasto asociado, lo que se sabe que incrementa su productividad (CATIE, 1991; Rojas *et al.*, 2005; Pantiu *et al.*, 2010). Sin embargo, los efectos positivos de la asociación de árboles con pasturas están determinados por las condiciones agroecológicas locales: las densidades, la distribución, las especies, la estructura y el manejo de la cobertura arbórea (Benavides, 1994, Mahecha 2003). Por lo tanto, no es posible establecer comparaciones de productividad o potencial biótico objetivas.

Algunos estudios han demostrado que el uso de árboles en potreros, sobre todo leguminosas, permite aumentar la cantidad y calidad del pasto asociado, además de obtenerse mayor cantidad de biomasa total en potreros asociados con árboles, comparado con pasturas en monocultivo (Benavides, 1994; Camero, 1996; Giraldo, 1996; Mahecha, 2003). Ibrahim *et al.* (2007) y Osechas *et al.* (2008) mencionan que se ha utilizado *L. leucocephala* asociada con gramíneas como el pasto buffel (*Cenchrus ciliaris*), lo que ha resultado altamente productivo y es una excelente estrategia para la suplementación animal en época de sequía; la asociación presenta un rendimiento seis veces superior a las pasturas nativas y el doble de una pastura con monocultivo de pasto buffel en buenas condiciones.

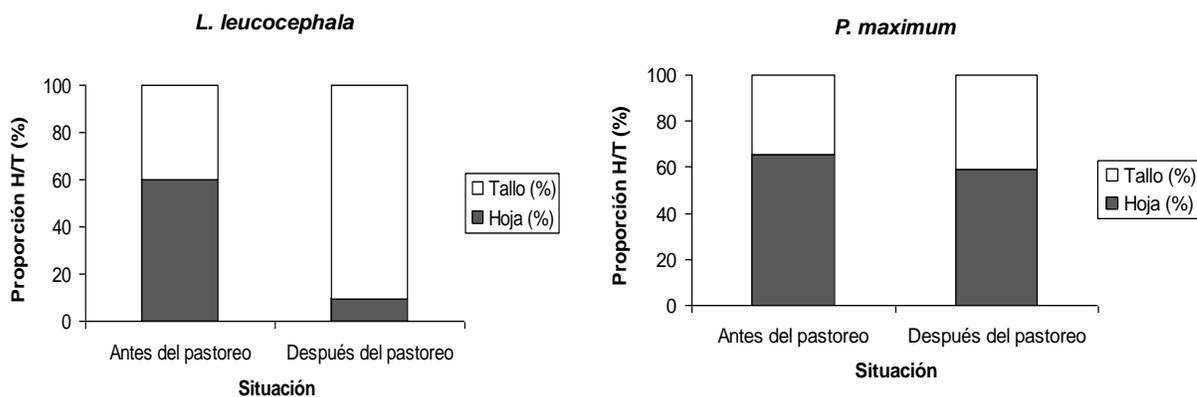
Con relación al comportamiento de la producción de biomasa para *L. leucocephala*, Del Pozo *et al.* (2000) y Ayala *et al.* (2006) mencionan que es una de las leguminosas tropicales de mayor rendimiento, con producción en época de secas que fluctúa entre 3 y 5 ton ha<sup>-1</sup>, sin embargo, ésta depende de la variedad.

**Tabla 1.** Parámetros forrajeros en dos ranchos con sistema silvopastoril (*Leucaena leucocephala* cv. Cunningham asociada con *Panicum maximum* cv. Tanzania) y uno con sistema tradicional (*Cynodon plectostachyus* en monocultivo) en Michoacán, México, pastoreados por vacas Suizo Americano.

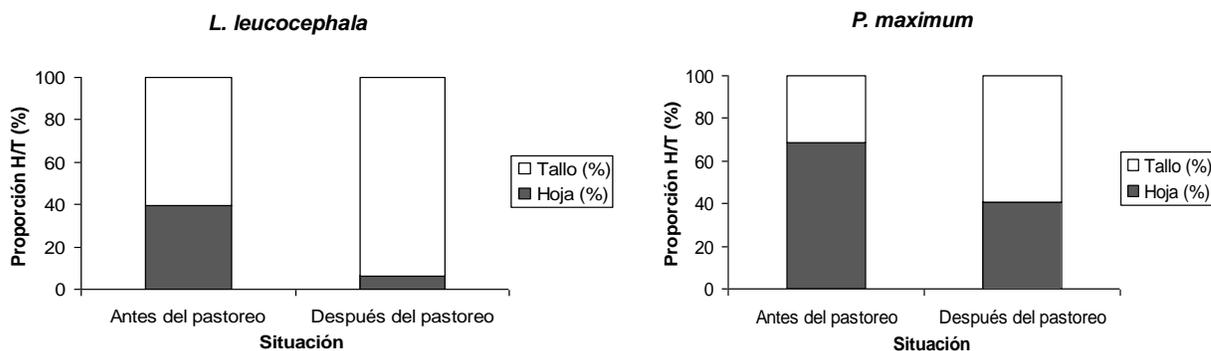
Parámetro	Los Huarinches			El Aviador			Tradicional
	<i>Leucaena</i>	<i>Panicum</i>	Total	<i>Leucaena</i>	<i>Panicum</i>	Total	<i>Cynodon</i>
Oferta porción comestible (kg MS ha <sup>-1</sup> pastoreo <sup>-1</sup> )	1198	1272	2470	1308	1385	2693	948
Residuo porción comestible (kg MS ha <sup>-1</sup> pastoreo <sup>-1</sup> )	118	665	783	118	506	624	380
Utilización (kg MS ha <sup>-1</sup> pastoreo <sup>-1</sup> )	1080	607	1687	1190	879	2069	568
Utilización (%)	91	48	68	91	63	77	60

Para la proporción hoja/tallo, en el rancho Los Huarinches se encontró que en *L. leucocephala* antes del pastoreo existía mayor proporción de hoja (60 %) en comparación con el tallo (40 %); sin embargo, después del pastoreo la proporción se invirtió, ya que el porcentaje de hoja fue de 9 % en comparación con el de tallo, que fue de 91 %. Con referencia a los datos obtenidos para *P. maximum*, antes del pastoreo se encontró una proporción de 66 y 34 % para hoja y tallo, respectivamente; después del pastoreo la proporción de hoja fue 59 % y de tallo 61 % (Figura 1).

En el rancho El Aviador, para *L. leucocephala* antes del pastoreo se encontró una proporción de hoja de 39 % y de tallo de 61 %; después del pastoreo el comportamiento fue inverso, ya que se obtuvo mayor proporción de tallo (94 %) con respecto a la hoja (6 %). Para *P. maximum*, antes del pastoreo se encontró una proporción de 69 y 31 % para hoja y tallo, respectivamente; sin embargo, después del pastoreo la proporción se invirtió al obtenerse 41 % para hoja y 59 % para tallo (Figura 2).



**Figura 1.** Proporción hoja/tallo antes y después del pastoreo de bovinos en el sistema silvopastoril del rancho Los Huarinches en Michoacán, México.



**Figura 2.** Proporción hoja/tallo antes y después del pastoreo de bovinos en el sistema silvopastoril del rancho El Aviador en Michoacán, México.

En el caso de *L. leucocephala* en el rancho Los Huarinches, antes del pastoreo se encontró una proporción de hoja de 60 %, mientras que en el rancho El Aviador fue de 39 %; este resultado pudo estar influenciado por la mayor densidad presente en el último rancho, ya que las plantas compitieron más por

alcanzar la luz solar produciéndose una etiolación (alargamiento) de los tallos con una consecuente disminución en la producción de hojas; aunado a ello, los árboles de mango también proporcionaron sombra a la leguminosa presente en el sistema. El hecho de que en *P. maximum* no se observó efecto alguno de la

densidad de la leguminosa ni de los árboles de mango, ya que el comportamiento antes del pastoreo fue similar para ambos ranchos (66 y 69 %), podría sugerir cierta tolerancia de esta especie al sombreado producido por la asociación con otras especies.

Para explicar el comportamiento obtenido para la proporción hoja/tallo antes y después del pastoreo en los sistemas silvopastoriles, se puede decir que después del pastoreo el animal ha realizado un aprovechamiento de la biomasa, la cual puede consumirse con facilidad y que habitualmente está representada por hojas y tallos tiernos de la planta, por lo que después del pastoreo, generalmente debería

encontrarse una mayor proporción de tallos con respecto a hojas (Ojeda *et al.*, 2003; Diannelis *et al.*, 2006).

En cuanto al consumo de forraje, en los ranchos con sistema silvopastoril se encontraron los más altos valores, en comparación con el sistema tradicional de pastura en monocultivo. Sin embargo, la producción de leche fue más alta en el sistema tradicional, posiblemente explicada por los 8 kg animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> de alimento concentrado que se les ofreció como suplemento, a diferencia de los 1.5 kg animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> ofrecido a las vacas en los ranchos con sistema silvopastoril (Tabla 2).

**Tabla 2.** Consumo de forraje y concentrado y producción de leche en vacas Suizo Americano mantenidas en pastoreo en dos ranchos con sistema silvopastoril (*Leucaena leucocephala* cv. Cunningham asociada con *Panicum maximum* cv. Tanzania) y uno con sistema tradicional (*Cynodon plectostachyus* en monocultivo) en Michoacán, México.

Parámetro	Los Huarinches			El Aviador			Tradicional
	<i>Leucaena</i>	<i>Panicum</i>	Total	<i>Leucaena</i>	<i>Panicum</i>	Total	<i>Cynodon</i>
Consumo (kg MS animal <sup>-1</sup> día <sup>-1</sup> )	2.96	5.29	8.25	4.97	6.48	11.81	3.63
Consumo (% MS animal <sup>-1</sup> día <sup>-1</sup> )	36	64	100	42	58	100	-
Consumo concentrado (kg animal <sup>-1</sup> día <sup>-1</sup> )	-	-	1.5	-	-	1.5	8.0
Producción de leche (kg animal <sup>-1</sup> día <sup>-1</sup> )	-	-	9.0	-	-	9.2	10.4

En el rancho Los Huarinches, el consumo fue de 8.25 kg MS animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>, de los cuales 2.96 correspondieron a *L. leucocephala* (36 %) y 5.29 kg MS animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> a *P. maximum* (64 %), con una producción de leche de 9.0 kg vaca<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>.

En el rancho El Aviador, la cantidad de forraje consumido fue de 4.97 kg MS animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> de *L. leucocephala* (42 %) y 6.48 kg MS animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> de *P. maximum* (58 %), mientras que la producción de leche fue de 9.2 kg vaca<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>.

Para el rancho con sistema tradicional, el consumo de forraje fue bajo, 3.63 kg MS animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>, resultado de una baja oferta forrajera. No obstante, posiblemente por la mayor cantidad de suplemento alimenticio recibido, la producción de leche en este sistema fue de 10.4 kg vaca<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>.

Los resultados indicaron que existe un alto consumo de forraje en el rancho El Aviador, lo cual pudo deberse a la existencia de una mayor cantidad de

forraje ofertada para la alimentación animal. El alto consumo obtenido en El Aviador (con árboles de mango) pudo deberse a que los árboles dentro del potrero generan un microclima más confortable que promovería un consumo animal favorable (Yamamoto *et al.*, 2007).

En un estudio realizado por Urbano *et al.* (2006), la oferta y consumo del pasto *C. plectostachyus* asociado con *L. leucocephala* bajo pastoreo de bovino Criollo Limonero y sus cruces con Holstein, fue ligeramente superior a la de la gramínea pura; sin embargo, el residuo fue similar en ambos sistemas. El consumo total de MS por pastoreo fue 26 % más alto en la asociación; el consumo estimado para la asociación fue 15,511 kg MS ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> y para *C. plectostachyus* fue 12,291 kg MS ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>.

En el caso de la producción de leche, Sánchez *et al.* (2006) señalan que con el establecimiento de sistemas silvopastoriles se pueden producir de 8 a 10 kg vaca<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> a menor costo, como resultado de una baja

utilización de insumos externos, tales como fertilizantes y alimentos concentrados comerciales.

### CONCLUSIÓN

Los sistemas silvopastoriles de *L. leucocephala* cv. Cunningham asociada con *P. maximum* cv. Tanzania constituyen una opción para el mejoramiento de los sistemas ganaderos debido a los múltiples beneficios que brindan, tales como una alta oferta de forraje comestible para la alimentación animal; además, permiten obtener producciones aceptables de leche (aproximadamente 9 kg animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>) y contribuyen a la reducción del uso de alimento concentrado, ampliamente utilizado en sistemas de pasturas en monocultivo.

### AGRADECIMIENTOS

A Fundación Produce Michoacán, al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, al personal y a los productores del Valle de Tepalcatepec, Michoacán por el apoyo brindado.

### REFERENCIAS

- Alavalapati, J. R. R., Shrestha, R. K., Stainback, G. A., Matta, J. R. 2004. Agroforestry development: An environmental economic perspective. *Agroforestry Systems*. 61: 299-310.
- Ayala, B. A., Capetillo, L. C., Cetina, G. R., Sandoval, C. C., Zapata, C. C. 2006. Composición Química-Nutricional de Árboles Forrajeros. Universidad Autónoma de Yucatán. México.
- Bautista, T. M., López, O. S., Pérez, H. P., Vargas, M. M., Gallardo, L. F., Gómez, M. F. C. 2011. Sistemas agro y silvopastoriles en la comunidad el Limón, municipio de Paso de Ovejas, Veracruz, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 14: 63-76.
- Benavides, J. E. 1994. Árboles y Arbustos Forrajeros en América Central. Informe Técnico No. 236. CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- Camero, A. 1996. Desarrollo de sistemas silvopastoriles y sus perspectivas en la producción de carne y leche en el trópico. In: Uribe, C. A. (ed.). *Memorias de Dos Seminarios Internacionales sobre Sistemas Silvopastoriles 1995-1996: Alternativas para una Ganadería Moderna y Competitiva*. CORPOICA-FEDEGAN-COLCIENCIAS-
- Ministerio de Agricultura y desarrollo rural de Colombia. Cali, Colombia. pp. 13-32.
- CATIE. 1991. Madreado (Madero negro, madrecaao) (*Gliricidia sepium*): especie de árbol de uso múltiple en América Central. Colección de guías silvopastoriles. Informe Técnico No. 180. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica.
- Crowder, L. V., Chheda, H. R. 1982. *Tropical Grassland Husbandry*. Editorial Longman Group. USA. pp. 225-278.
- Del Pozo, P. P., Jeréz, I., Fernández, L., Padilla, P., Ginoria, J. 2000. Análisis del crecimiento y desarrollo morfológico de la *Leucaena leucocephala* en un agroecosistema silvopastoril. IV Taller Internacional Silvopastoril “Los árboles y arbustos en la ganadería tropical” Tomo I. Varadero, Cuba. pp. 24-26.
- Diannelis, U., Dávila, C., Cañas, H., Castro, F., Moreno, P. 2006. Comparación del sistema silvopastoril y gramínea sobre la producción y calidad de leche en vacas criollo limonero. Simposio - Taller: Experiencias en Agroforestería ejecutadas o en proceso por el INIA. Venezuela. pp. 58-67.
- FAO. 1996. Principios de Manejo de Praderas Naturales. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. pp. 12-32.
- Faría, M. J. 1996. Evaluación de accesiones de *Leucaena leucocephala* a pastoreo en el bosque seco tropical II. Valor nutritivo. *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)*. 13: 179-190.
- GEM. Gobierno del Estado de Michoacán. 2005. Enciclopedia de los Municipios de México, Michoacán, Tepalcatepec. México. pp. 1-5.
- Giraldo, V. A. 1996. El Potencial de los Sistemas Silvopastoriles para la Ganadería Sostenible. *Memorias del Curso sobre Pasturas Tropicales*. CORPOICA. Cali, Colombia. pp. 141-172.
- Gutiérrez, L. R., Medina, G. G., Amador, R. M. 2007. Carga Animal del Pastizal Mediano Abierto

- en Zacatecas. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Centro-Norte, Campo Experimental Zacatecas. México.
- Holmes, C. W., Wilson, G. F. 1989. Producción de Leche en Praderas. Editorial Acribia. España.
- Ibrahim, M., Villanueva, C. P., Casasola, F. 2007. Sistemas silvopastoriles como una herramienta para el mejoramiento de la productividad y rehabilitación ecológica de paisajes ganaderos en Centro América. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal. 15: 73-87.
- Krishnamurthy, L., Rajagopal, I., Arroyo, G. A. 2003. Alternativas Productivas: Introducción a la Agroforestería para el Desarrollo Rural. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.
- Mahecha, L. 2003. Importancia de los sistemas silvopastoriles y principales limitantes para su implementación en la ganadería colombiana. Conciencias Pecuarias. 16: 11-18.
- Murgueitio, E., Ibrahim, M. 2008. Ganadería y medio ambiente en América Latina. En: Murgueitio, E., Cuartas, C., Naranjo, J. (eds.). Ganadería del Futuro: Investigación para el Desarrollo. Fundación CIPAV, Cali-Colombia. pp. 19-40.
- Ojeda, P. P. A., Restrepo, M. J. M., Villada, Z. D. E., Gallego, J. C. 2003. Sistemas Silvopastoriles, una Opción para el Manejo Sustentable de la Ganadería. PRONATTA-CIAT. Santiago de Cali, Valle del Cauca, Colombia.
- Osechas, D., Becerra, L., Rodríguez, I. 2008. Uso de *Leucaena leucocephala* como recurso forrajero en fincas doble propósito del estado Trujillo, Venezuela. Mundo Pecuário. 4: 38-45.
- Palma, J. 2005. Los sistemas silvopastoriles en el trópico seco mexicano. XIX Reunión de ALPA y XXXIII Reunión de la Asociación Mexicana de Producción Animal-AMPA. Tampico, México, 26-20 de octubre 2005. pp. 95-104.
- Pantiu, A. J., Capellari, A., Kurtz, V. D. 2010. Sistemas silvopastoriles del centro y norte de la Provincia de Misiones, Argentina. Revista Veterinaria. 21: 69-75.
- Richardson, A. 2009. Leucaena and rotational grazing at Ten Mile. Tropical Grasslands. 43: 225-226.
- Rojas, H. S., Olivares, P. J., Jiménez, G. R., Hernández, C. E. 2005. Manejo de praderas asociadas de gramíneas y leguminosas para pastoreo en el trópico. Revista Electrónica de Veterinaria. 6: 1-19.
- SAGARPA. 2008. Síntesis del Sector Agropecuario del Estado de Michoacán. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Dirección General de Estudios Agropecuarios y Pesqueros. México.
- Sánchez, R. G., Sánchez, V. A. 2005. La Ganadería Bovina del Estado de Michoacán. Fundación Produce Michoacán. México.
- Sánchez, T., Simón, L., Lamela, L., López, O. 2006. Potential of silvopastoral systems for milk production in Cuba. Pastos y Forrajes. 29: 295-298.
- Solorio, S. F. J., Solorio, S. B. 2002. Integrating fodder trees in to animal production systems in the tropics. Tropical and Subtropical Agroecosystems. 1: 1-11.
- Urbano, D., Dávila, C., Cañas, H., Castro, F., Moreno, P. 2006. Comparación del sistema silvopastoril y gramínea sobre la producción y calidad de leche en vacas criollo limonero. Simposio-Taller: Experiencias en Agroforestería Ejecutadas o en Proceso por el INIA. Venezuela. pp. 58-67.
- Yamamoto, W., Dewi, I. A., Ibrahim, M. 2007. Effects of silvopastoral areas on milk production at dual-purpose cattle farms at the semi-humid old agricultural frontier in central Nicaragua. Agricultural Systems. 94: 368-375.