



## A4-534 Producción de ovinos en un sistema silvopastoril en la Sierra de Huautla, Morelos, México

Enrique Cortés-Díaz y Laura Karen Trejo-Arista.

Centro Regional Universitario del Anáhuac, Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México-Texcoco, km 38.5, Chapingo, Estado de México, México. C.P. 56230.

Correo-e: [ecodia@yahoo.com.mx](mailto:ecodia@yahoo.com.mx) ; [laurakaren00@hotmail.com](mailto:laurakaren00@hotmail.com)

### Resumen

Se evaluó la carga animal y densidad de plantación de *Leucaena leucocephala* y *Panicum máximum* var. Massai en un sistema silvopastoril, a través de cantidad y calidad de forraje ofrecido y ganancia diaria de peso de ovinos en tres ciclos de pastoreo, con 6250, 3928 y 2050 plantas de leucaena ha<sup>-1</sup> con 375, 268 y 150 ovinos ha<sup>-1</sup> respectivamente, con tres repeticiones. El forraje ofrecido de leucaena fue mayor ( $p < 0.05$ ) en el primer ciclo con 6250 plantas ha<sup>-1</sup>, el forraje ofrecido y rechazado del massai fue semejante entre ciclos y densidades ( $p > 0.05$ ). El grado de cosecha fue semejante ( $p > 0.05$ ) entre densidades y ciclos. La digestibilidad de leucaena fue semejante entre ciclos y densidades ( $p > 0.05$ ), la del massai fue semejante entre densidades ( $p > 0.05$ ) y la menor en el primer ciclo ( $p < 0.05$ ). La ganancia diaria de peso fue semejante entre ciclos y cargas animales ( $p > 0.05$ ).

**Palabras clave:** densidad; forraje; carga animal; ganancia de peso.

### Abstract

Stocking rate and planting density of *Leucaena leucocephala* and *Panicum maximum* var. Massai in a silvopastoral system, through quantity and quality of forage offered and daily gain of sheep in three grazing cycles, with 6250, 3928 and 2050 gourd plants ha<sup>-1</sup> with 375, 268 and 150 sheep ha<sup>-1</sup> respectively with three replications. The leucaena forage offered was higher ( $p < 0.05$ ) in the first cycle with 6250 plants ha<sup>-1</sup>, the forage offered and refused the massai was similar between cycles and densities ( $p > 0.05$ ). The level of harvest was similar ( $p > 0.05$ ) between densities and cycles. The digestibility of leucaena was similar between cycles and densities ( $p > 0.05$ ), the massai was similar between the densities ( $p > 0.05$ ) and lowest in the first cycle ( $p < 0.05$ ). The daily gain was similar between cycles and stocking rates ( $p > 0.05$ ).

**Keywords:** density; forage; stocking rate; weight gain.

### Introducción

Los sistemas ganaderos tradicionales han tenido un impacto negativo al medio ambiente: suelo, agua, flora y fauna (Krishnamurthy, 2004), debido a ello, existe la necesidad de desarrollar tecnologías ecológicamente sostenibles y que sean económicamente competitivas y atractivas para el productor, para prevenir el acelerado ritmo de la deforestación y para buscar disminuir las extensas áreas de pasturas degradadas, especialmente en las zonas tropicales de México (Giraldo, 1996).

Una propuesta que se considera viable es el establecimiento de sistemas silvopastoriles, que permita tener una mejor producción de carne en menos espacio y que a su vez represente una alternativa de solución a la carencia de forraje que existe en la Sierra de Huautla, Morelos, México en las épocas de estiaje, debido a la baja precipitación. El objetivo de éste trabajo fue evaluar la densidad de plantación de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit asociada a *Panicum maximum* var. Massai (zacate massai) a tres cargas animal, en función de la cantidad y calidad de forraje ofrecido y su efecto en la ganancia diaria de peso.

## Metodología

El trabajo se realizó de julio a noviembre de 2012, en El Limón, Tepalcingo, Morelos, México, con clima  $Aw_0(w')(i)g$  (García, 1984). Se evaluaron densidades de plantación: 6,250, 3,928 y 2,050 plantas  $ha^{-1}$  de *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit asociadas a *Panicum maximum* var. Massai que se asignaron completamente al azar con tres repeticiones cada una, con dimensiones de 80,112 y 200  $m^2$  y carga animal de 375, 268 y 150 ovinos  $ha^{-1}$  respectivamente. La unidad experimental fue el área de cada sistema silvopastoril en evaluación (80,112 y 200  $m^2$ ) y tres ovinos en pastoreo. En marzo de 2009 se realizó la siembra de leucaena en vivero y en julio del mismo año se trasplantaron al terreno una vez que se estableció la pradera de *Panicum maximum* var. Massai a una densidad de 8 kg semilla  $ha^{-1}$ .

Previo a la introducción de los ovinos, se determinó la cantidad de forraje ofrecido, mediante el método de rendimiento comparativo (Haydock y Shaw, 1975), se tomaron 20 muestras visuales y 3 muestras cosechadas por unidad experimental. Para las muestras cosechadas del zacate se usó un cuadrante (50x50 cm; 0.25  $m^2$ ) ubicados al azar, además se colectó el forraje de un árbol de leucaena que representara el promedio de los árboles de leucaena de cada unidad experimental. El forraje del zacate massai enraizado dentro del cuadrante se cosechó a ras del suelo y se guardó en bolsas de polietileno identificadas; las muestras se secaron en bolsas de papel en una estufa de aire forzado a 55°C durante 48 horas y se pesaron posteriormente. Al término de cada periodo de ocupación, se realizó el mismo procedimiento para determinar forraje rechazado, para el caso de las leucaenas no se colectó nada de rechazo pues fue consumida totalmente.

Se realizaron tres ciclos de pastoreo de manera rotacional, el primero en el mes de julio con 8 días de ocupación en promedio y 22 días de descanso, el segundo de agosto a septiembre con 10 días de ocupación y 41 días de descanso en promedio y el tercero de octubre a noviembre con 9 días de ocupación. Con los valores de las muestras colectadas en campo y las estimaciones visuales se hizo una regresión. Se calculó el grado de cosecha con la ecuación de Solano y Coronado (1979), digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) con la técnica de Tilley y Terry, modificada por Barnes (1969) y ganancia de peso por diferencia entre dos pesadas consecutivas. Se analizó con un diseño completamente al azar en arreglo de parcelas divididas, la parcela mayor fue el tratamiento y la menor el ciclo de pastoreo.

## Resultados y discusiones

La mayor cantidad de forraje ofrecido de leucaena fue en el primer ciclo ( $p < 0.05$ ; 301.4 kg MS  $ha^{-1}$ ) respecto al segundo y tercer ciclo ( $p > 0.05$ ; Tabla 1), la disminución del forraje ofrecido en cada ciclo de pastoreo pudo deberse a que las condiciones climáticas de precipitación y temperatura no fueron las óptimas durante los últimos dos ciclos, afectando directamente la producción como lo mencionaron Pound y Martínez (1985).

La mayor densidad de leucaena (6,250 plantas  $ha^{-1}$ ) en el primer ciclo presentó la mayor ( $p = 0.29$ ) cantidad de forraje ofrecido (417.63 kg MS  $ha^{-1}$ ), lo que es posible por una mayor cantidad de plantas  $ha^{-1}$ , coincidiendo con lo encontrado por Amador (2009) y Benítez *et al.* (2010), en el mismo lugar. Al respecto Ella (1988) encontró que las densidades de plantación más altas, resultaron con mayor producción de biomasa total por unidad de área. La cantidad de forraje ofrecido fue menor a la encontrada por Guevara *et al.* (1978) con 45, 66 y 133 mil plantas  $ha^{-1}$ , encontraron producciones de 15, 16.6 y 18 t MS  $ha^{-1} año^{-1}$ , respectivamente y Shih y Ho (1981) con densidades de 50, 100, 150 y 200 mil plantas  $ha^{-1}$  obtuvieron producciones de forraje de 170, 186, 187 y 218 t  $ha^{-1}$ , respectivamente. Anguiano

*et al.* (2013) usaron una densidad entre 60 y 80 mil plantas ha<sup>-1</sup> con 0.33 kg MS planta<sup>-1</sup>, realizando el cálculo, para una densidad de 6,250 plantas ha<sup>-1</sup> del presente trabajo se tendrían 2,062 kg MS ha<sup>-1</sup>. Los mismos autores mencionaron que la mayor acumulación de biomasa a mayor densidad de leucaena implicó un mayor secuestro de carbono. De ahí que los sistemas silvopastoriles presentan un panorama de posibilidades para generar servicios ambientales, entre los que destacan secuestro de carbono, purificación del aire, conservación de la biodiversidad, control de plagas, mejoramiento de suelos degradados, conservación de agua y paisajístico-cultural (Alonso, 2011).

La cantidad de forraje ofrecido de zacate massai no presentó diferencias ( $p > 0.05$ ) entre densidades y ciclos de pastoreo. No obstante, presentó un aumento conforme avanzaron los ciclos de pastoreo, contrario a lo encontrado por Méndez y Villegas (2000) quienes mencionaron que la cantidad de forraje ofrecido disminuyó conforme avanzaron los ciclos de pastoreo, por lo que se infiere que el aumento del periodo de descanso en el último ciclo (20 días más con respecto al segundo), favoreció la producción de forraje ofrecido de zacate massai, coincidiendo con Amador (2009) y Becerril (2002), que a mayor periodo de descanso, hay una mayor producción de forraje por la acumulación de forraje existente. Aunque en sistemas silvopastoriles a medida que avanzó el tiempo de explotación del sistema silvopastoril, la penetración de luz disminuyó al aumentar la densidad de árboles, así la producción de forraje de la gramínea fue menor donde hubo mayor cantidad de árboles (Acciaresi *et al.*, 1994).

En cuanto al forraje rechazado no hubo diferencias ( $p > 0.05$ ) entre las densidades y ciclos de pastoreo, numéricamente el mayor rechazo se dió con la densidad de 2,050 plantas ha<sup>-1</sup> y en el tercer ciclo de pastoreo.

**TABLA 1.** Producción de forraje ofrecido (kg MS ha<sup>-1</sup>) de *Leucaena leucocephala* a ovinos en pastoreo en El Limón, Morelos, México de julio a noviembre de 2012.

| Ciclo de pastoreo | Densidad de leucaena (plantas ha <sup>-1</sup> ) – carga animal (ovinos ha <sup>-1</sup> ) |                  |                  | Promedio        |
|-------------------|--|------------------|------------------|-----------------|
|                   | 2,050 – 150  | 3,928 – 268      | 6,250 – 375      |                 |
|                   | Media ± EEM  | Media ± EEM      | Media ± EEM      |                 |
| 1° Jul            | 167.23 ± 6.7 ab  | 319.54 ± 72.3 ab | 417.64 ± 135.4 a | 301.47 ± 57.4 A |
| 2° Ago-Sept       | 83.21 ± 28.9 b   | 119.28 ± 25.8 b  | 267.51 ± 92.1 ab | 156.66 ± 40.3 B |
| 3° Oct-Nov        | 72.56 ± 44.3 b   | 135.50 ± 26.5 b  | 117.01 ± 9.6 b   | 108.36 ± 17.8 B |
| Promedio          | 107.67 ± 21.5 A  | 191.44 ± 39.8 A  | 267.39 ± 64.2 A  |                 |

EEM, error estándar de la media

Medias con la misma letra mayúscula por hilera no son diferentes ( $P > 0.05$ )

Medias con la misma letra mayúscula por columna no son diferentes ( $P > 0.05$ )

Medias con la misma letra minúscula no son diferentes ( $P > 0.05$ )

El grado de cosecha entre los ciclos de pastoreo y densidades-carga animal no presentó diferencias ( $p > 0.05$ ). No obstante, el mayor grado de cosecha ocurrió en 6,250 plantas ha<sup>-1</sup> y 375 ovinos ha<sup>-1</sup> con 85.1% y el menor con 2,050 plantas ha<sup>-1</sup> y 150 ovinos ha<sup>-1</sup> con 79.1%, la mayor carga animal provocó mayor grado de cosecha por la mayor presión de pastoreo, coincidiendo con Méndez y Villegas (2000), Amador (2009) y Benítez *et al.* (2010). Con alta presión de pastoreo, la variedad Massai puede presentar hasta 80% de grado de cosecha, con la variedad Mombaza un 76% y con Colonião hasta 83% (Reina, 2007). Los resultados obtenidos se encuentran dentro de éstos rangos.

La DIVMS de leucaena no fue diferente en los ciclos de pastoreo y en las diferentes densidades de ésta ( $p > 0.05$ ). La mayor DIVMS fue de 57.08% en el primer ciclo de pastoreo y de 56.8% con 6,250 plantas  $\text{ha}^{-1}$  y 375 ovinos  $\text{ha}^{-1}$ , estos valores son ligeramente más bajos a los que mencionan Saavedra *et al.* (1987) que son entre 60 y 70% de digestibilidad.

La DIVMS del zacate massai fue mayor ( $p < 0.05$ ) en el forraje ofrecido del tercer ciclo de pastoreo (60.6%) y menor en el primero (48.7%). La DIVMS no fue afectada ( $p > 0.05$ ) por la densidad-carga animal, semejante a lo enunciado por Reina (2007). Aunque Fassbender (1993) enunció que la fibra bruta del zacate guinea (*Panicum maximum*) disminuyó cuando se asoció con árboles en periodo lluvioso, lo cual incrementaría los contenidos de DIVMS, al respecto Crespo (2008) revisó estudios que indican la mejora en la fertilidad de suelos, eficiente reciclaje de nutrientes e incremento en la producción de biomasa del zacate base y total, con la consiguiente mejora en la calidad nutricional de la pastura asociada.

La ganancia de peso vivo no fue afectada ( $p > 0.05$ ) por los ciclos de pastoreo y densidades-carga animal. Aunque en el primer ciclo hubo la mayor ganancia con 163 g  $\text{animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$  y la menor en el último ciclo con 24.8 g  $\text{animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$ . En cuanto a la densidad-carga animal, la mayor ganancia de peso se presentó en 375 ovinos  $\text{ha}^{-1}$  con 108.4 g  $\text{animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$  y la menor en 268 ovinos  $\text{ha}^{-1}$  con 75.7 g  $\text{animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$ , resultando contradictorio a lo encontrado por Méndez y Villegas (2000) quienes encontraron que la ganancia diaria de peso por animal aumentó conforme la carga animal disminuyó.

En este estudio, a medida que aumentó la carga animal, aumentó la ganancia de peso, encontrándose mayor ganancia con mayor densidad de leucaena, lo cual puede deberse a que tiene buena calidad (Palma *et al.*, 1995; 32.23% proteína cruda), al respecto Alonso (2011) concluyó que las bondades de la integración de especies de gramíneas mejoradas con árboles leguminosos en sistemas silvopastoriles es que incrementa el contenido de proteína en la gramínea con el tiempo de explotación del sistema y aumenta la concentración de nitrógeno y consecuentemente la proteína del zacate.

Considerando lo anterior, el comportamiento observado en este estudio se puede deber al contenido del forraje de leucaena. La tendencia fue que la ganancia de peso disminuyó conforme avanzaron los ciclos de pastoreo, pudiendo estar asociado a una disminución de la cantidad de forraje ofrecido de leucaena (Tabla 1), conforme avanzaron los ciclos de pastoreo y al disminuir la oferta del forraje de mejor calidad respecto al zacate massai (Reina, 2007: 12-16% proteína cruda) que se reflejó en la disminución de la ganancia de peso.

## Conclusiones

La densidad de 6,250 plantas  $\text{ha}^{-1}$  y carga animal de 375 ovinos  $\text{ha}^{-1}$  presentó mayor cantidad de forraje ofrecido de leucaena. El grado de cosecha se relacionó directamente con la carga animal. En las densidades de plantas y cargas animales evaluadas el sistema silvopastoril no mostró diferencias significativas en las digestibilidades *in vitro*, así como en las ganancias diarias de peso de los ovinos. Por lo anterior, se recomendaría la siembra con mayor densidad de plantas de leucaena para soportar la mayor carga animal y que el sistema sea sustentable para obtener mayor ingreso y mejorar la calidad de vida de los productores.

## Referencias bibliográficas

- Acciaresi H, OE Ansin & RM Marlats (1994) Sistemas silvopastoriles: efecto de la densidad arbórea en la penetración solar y producción de forraje en rodales de álamo (*Populus deltoides* Marsh). *Agroforestería en las Américas*, 1(4): 6-9.
- Alonso J (2011) Los sistemas silvopastoriles y su contribución al medio ambiente. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas*, 45(2): 107-115.
- Amador SF (2009) Producción de ovinos en un sistema silvopastoril de guaje y zacate libertad. Departamento de Agroecología. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México: 12-103.
- Anguiano JM, J Aguirre & JM Palma (2013) Secuestro de carbono en la biomasa aérea de un sistema agrosilvopastoril de *Cocos nucifera*, *Leucaena leucocephala* Var. Cunningham y *Pennisetum purpureum* Cuba CT-115. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 17(1): 149-160.
- Barnes RF (1969) Collaborative research with the two stage *in vitro* rumen fermentation technique. In: Proceedings of the national conference of forage quality evaluation and utilization. Nebraska center for continuing education. Lincoln, Nebraska, USA: 2-20.
- Becerril MM (2002) Producción de forraje en cuatro especies arbóreas tropicales en la zona henequenera de Yucatán. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México: 8-54.
- Benítez BY, HA Bernal, E Cortés, G Vera & AF Carrillo (2010) Producción de forraje de guaje (*Leucaena* spp.) asociado con zacate (*Brachiaria brizantha*) para ovejas en pastoreo. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 1(3): 397-411.
- Crespo G (2008) Importancia de los sistemas silvopastoriles para mantener y restaurar la fertilidad del suelo en las regiones tropicales. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas*, 42(4): 329-335.
- Ella A (1988) Effect of plant density and cutting frequency on the productivity of four tree legumes. *Tropical Grasslands*, 23: 28-34.
- Fassbender HW (1993) Modelos edafológicos de sistemas agroforestales. Proyecto agroforestal CATIE/GTZ. Serie de materiales de enseñanza. No. 29. CATIE, Turrialba, Costa Rica: 491.
- García E (1984) Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 3ª. Edición. Instituto de Geografía, UNAM, México: 246.
- Guevara AB, S Whinther & JR Tompson (1978) Influence of interrow spacing and cutting regimes on the grow and yield of *Leucaena*. *Agronomy Journal*, 7(6): 1022-1037.
- Giraldo LA (1996) Potencial de la arborea guácimo (*Guazuma ulmifolia*), como componente forrajero en sistemas silvopastoriles. *Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica*. Medellín, Colombia: 201-215.
- Haydock KP & NH Shaw (1975) The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*, 15: 663-670.
- Krishnamurthy JA (2004) Agroforestería en desarrollo: el campo y el potencial de las leguminosas arbóreas en la agroforestería. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México: 17-21.
- Méndez LR & OA Villegas (2000) Comportamiento productivo de ovinos y de una pradera de *Dactylis glomerata* a tres cargas animales. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México: 6-76.
- Palma JM, C Delgado, A Rodríguez & MA Aguirre (1995) Composición química y digestibilidad de tres leguminosas arbóreas. 1er. Simposio Estatal de Ciencia y Tecnología. Universidad de Colima. Colima, México: 6-7.
- Pound, B & CL Martínez (1985) *Leucaena*: su cultivo y utilización. Overseas Development Administration. Londres, Inglaterra: 289.
- Reina MY (2007) Nuevas especies de gramíneas para la producción de carne y leche. 1er Simposio de Tecnologías apropiadas para la ganadería de los llanos de Venezuela. *Recursos Agroalimentarios*, 1: 71-78.
- Robles AC (1990) *Leucaena*: árbol de uso múltiple. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México: 47 – 72.
- Saavedra CE, NM Rodríguez & NM Sousa (1987) Producción de forraje, valor nutritivo y consumo de *Leucaena leucocephala*. *Pasturas tropicales*, 9(2): 6-10.
- Shih W & T Hu (1981) The yield of forage of *Leucaena leucocephala* in Taiwan. *Leucaena*. Taiwan. *Research Reports*, 2: 5-56.
- Solano VJ & CE Coronado (1979) Efecto de la asignación de forraje sobre la producción, utilización y selectividad en una pradera permanente bajo riego en Chapingo, México. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México: 10-132.