



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

## FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

### COMPORTAMIENTO EN PASTOREO Y PRODUCTIVO DE OVINOS EN PRADERAS DE *Cenchrus ciliaris* Y *Gliricidia sepium*

#### TESIS QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA

PRESENTA:

**Lorenzana Moreno Angelica Valeria**

Asesores:

MVZ, M en C. Francisco Castrejón Pineda  
IAZ MPA Dr José Luis Valle Cerdán



PROYECTO FINANCIADO POR UNAM-DGAPA-PAPIIT IN215310

México, D. F.

2011



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# CONTENIDO

	PAGINA
Resumen.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1 Situación actual de la ovinocultura en México.....	5
2.1.1 Situación actual de la ovinocultura en el trópico seco.....	8
2.2 Sistemas agroforestales.....	12
2.3 Silvopastoreo.....	13
2.3.1 Interacciones entre los componentes del sistema silvopastoril.....	14
2.3.2 Servicios ambientales generados por los sistemas silvopastoriles.....	14
2.3.3 Establecimiento.....	15
2.4 Asociación leguminosa arbórea – gramínea.....	17
2.4.1 Ventajas.....	17
2.4.2 Desventajas.....	20
2.5 Leguminosas arbóreas forrajeras.....	21
2.6 <i>Cenchrus ciliaris</i> (Buffel).....	25
2.7 <i>Gliricidia sepium</i> .....	28
2.8 Fisiología digestiva del ovino.....	32
2.9 Etología.....	34
3. JUSTIFICACIÓN.....	38
4. HIPOTESIS.....	40
5. OBJETIVOS.....	41
6. MATERIALES Y MÉTODOS.....	42
6.1 Metodología.....	42
6.2 Ubicación.....	42
6.3 Primera fase. Etapa de campo.....	43
6.3.1 Desarrollo de la prueba y descripción de tratamientos.....	43

6.3.2 Comportamiento etológico en pastoreo.....	44
6.3.2.1 Diseño experimental.....	44
6.3.2.2 Variables de respuesta.....	45
6.3.2.3 Análisis estadístico.....	45
6.3.3 Comportamiento productivo en pastoreo.....	46
6.3.3.1 Diseño experimental.....	47
6.3.3.2 Variables de respuesta.....	47
6.3.3.2.1 Estimación del consumo de materia seca.....	48
6.3.3.2.2 Ganancia de peso.....	49
6.3.3.3 Análisis estadístico.....	49
6.4 Segunda fase. Estabulación.....	50
6.4.1 Desarrollo de la prueba y descripción de tratamientos.....	51
6.4.2 Diseño experimental.....	52
6.4.3 Variables de respuesta.....	53
6.4.3.1 Estimación del consumo de materia seca.....	53
6.4.3.2 Ganancia de peso.....	53
6.4.4 Análisis estadístico.....	54
6.5 Fase de laboratorio.....	54
6.5.1 Composición química nutrimental del forraje.....	55
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	56
7.1 Primera fase. Pastoreo.....	56
7.1.1 Composición nutrimental.....	56
7.1.2 Consumo de MS, ganancia diaria de peso y comportamiento etológico.....	59
7.2 Segunda fase. Estabulación.....	64
7.2.1 Composición nutrimental de los concentrados.....	64
7.2.2 Consumo de MS, ganancia diaria de peso y conversión alimenticia.....	66
8. CONCLUSIONES.....	69
9. LITERATURA CITADA.....	70

## RESUMEN

LORENZANA MORENO ANGELICA VALERIA. Comportamiento en pastoreo y productivo de ovinos de pelo en praderas de *Cenchrus ciliaris* y *Gliricidia sepium*. Bajo la asesoría de MVZ, M en C. Francisco Alejandro Castrejón Pineda e IAZ. MPA. Dr José Luis Valle Cerdán.

La utilización de follajes de leguminosas arbóreas, es de gran potencial como fuente proteínica de alta calidad y de manera permanente. En este sentido, *Gliricidia sepium* (Gs) ofrece buenas perspectivas para no depender de insumos externos en la producción. Los objetivos del presente estudio fueron **1ª fase**: evaluar el comportamiento productivo y etológico de ovinos Santa Cruz en pastoreo de *Cenchrus ciliaris* (Cc) y la asociación Cc-Gs; se utilizaron 8 corderos Santa Cruz con un peso promedio inicial de  $22 \pm 1.11$  kg que se mantuvieron en potreros ( $20m^2$ ) pertenecientes al CBTA No. 194, ubicado en Miacatlán, Morelos, se colocaron 2 ovinos por potrero, en un diseño de reanudación para dos tratamientos, con dos repeticiones por periodo. T1= potrero que contiene Cc, T2 = potrero mixto de Cc-Gs. La prueba duró 30 días divididos en 3 periodos. Se tomó muestra del forraje presente antes y después de la ocupación. Se estimó el consumo de materia seca (CMS) y la ganancia diaria de peso (GDP). El CMS diario fue similar ( $p>0.05$ )  $2.49 \pm 0.37$  Kg MS/Unidad Experimental (UE) y  $2.36 \pm 0.71$  Kg MS/UE; la GDP ( $p>0.05$ ) fue  $87 \pm 156$  g MS/UE y  $135 \pm 146$  g MS/UE para T1 y T2, respectivamente. En forma paralela se evaluó la conducta de los ovinos utilizando la técnica de Néelson y Furr's, como variables de estudio se registraron: Consumo (C), rumia (R), parado (P), echado (E) y consumo de agua (A). Tres días consecutivos de cada semana se registró cada 10 minutos la actividad del animal, siguiendo el mismo orden. La frecuencia de observaciones se analizó utilizando la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. La frecuencia de C fue mayor ( $p<0.05$ ) en T2  $129.32 \pm 8.05$  que en T1  $107.02 \pm 26.99$ ; R fue mayor ( $p<0.05$ ) en T1:  $33.56 \pm 10.19$ , que en T2  $25.50 \pm 9.78$ . En las otras variables de conducta no hubo diferencia ( $p>0.05$ ) entre tratamientos. La **2ª fase**: tuvo como objetivo analizar el comportamiento productivo de ovinos finalizados con dietas isoproteicas, a base de pasta de soya (PS) y Gs como fuentes proteínicas, los animales se mantuvieron en corrales individuales. Se consideró como unidad experimental cada ovino asignado al tratamiento en forma aleatoria. Se utilizó un diseño experimental cruzado de 2 tratamientos X 2 periodos. T1 = concentrado a base de PS como fuente proteínica, T2 = concentrado a base de heno de Gs en sustitución parcial de PS. Los animales se adaptaron 7 días al concentrado. La prueba duró 4 semanas, divididas en dos periodos. Como variables de estudio se estimó el consumo de materia seca (CMS) por diferencia de lo ofrecido menos el residual; se pesó a los animales cada 7 días para poder obtener la ganancia diaria de peso (GDP) y la conversión alimenticia (CA). No hubo diferencia entre tratamientos ( $P>0.05$ ). El CMS fue:  $0.923 \pm 0.179$  Kg  $d^{-1}$  y  $0.961 \pm 0.173$  Kg  $d^{-1}$ . La GDP:  $0.234 \pm 0.060$  Kg  $d^{-1}$  y  $0.228 \pm 0.057$  Kg  $d^{-1}$ . La CA:  $4.142 \pm 0.960$  y  $4.347 \pm 0.942$ , para T1 y T2 respectivamente. El costo de los concentrados fue de \$2.02 en T1 y \$1.81 en T2. Es posible la sustitución parcial de PS por heno de hojas de Gs, sin que se afecte el comportamiento productivo.

# 1. INTRODUCCIÓN

La destrucción de selvas y bosques para la implantación de praderas artificiales, con la consecuente drástica reducción o pérdida de especies de plantas y animales, ha sido una verdadera tragedia para el medio ambiente del trópico mexicano<sup>1,2</sup>. Además, los niveles de productividad en las praderas tropicales son bajos y una de las principales limitantes que presentan es su reducción en el contenido de proteína y el aumento en la lignificación de la pared celular a medida que el forraje madura. El bajo valor nutritivo de las gramíneas nativas del trópico, generalmente, requiere la suplementación convencional con concentrados proteínicos, que resultan caros y poco accesibles a muchas unidades de producción pecuaria. Esto ha motivado el estudio y utilización de leguminosas arbóreas forrajeras con bajos requerimientos de insumos y alto potencial nutritivo. La utilización de leguminosas arbóreas en sistemas de producción pecuaria basados en pastoreo es un área de estudio de la agroforestería<sup>1,2,3,4</sup>.

Los sistemas agroforestales ofrecen una alternativa sostenible para aumentar la biodiversidad animal y vegetal, y para aumentar los niveles de producción animal, con reducida dependencia en los insumos externos<sup>1</sup>. Un sistema silvopastoril es un tipo de sistema agroforestal, que involucra la presencia del árbol interactuando con los componentes tradicionales, que son el pasto y el animal<sup>5,6</sup>. Algunas ventajas de los sistemas silvopastoriles, dirigidos específicamente a intensificar la producción animal en comparación con los sistemas basados en monocultivo de pastos, son:

mayor cantidad y calidad de alimento, micro-ambiente favorable para los animales, potencial de fijación de carbono, protección del suelo contra la erosión principalmente en áreas de alta pendiente, producción de postes, estacas, madera y barreras naturales para protección del viento<sup>1</sup>.

El uso de árboles y arbustos multipropósito para la alimentación de pequeños rumiantes ha cobrado importancia desde hace varios años, por ser fuente económicamente accesible de nutrientes, debido a su alto contenido de proteína, minerales y digestibilidad. Además, las especies arbustivas y arbóreas lignifican principalmente en los tallos y no tanto en las hojas, como ocurre en la mayoría de las gramíneas tropicales utilizadas para el pastoreo; por lo que presentan mayor estabilidad en la calidad nutrimental del follaje de las especies leñosas a través del tiempo. Todo esto les da un alto valor competitivo frente a fuentes proteínicas de alimentación tradicionales<sup>2,3,4,7</sup>.

El establecimiento de especies arbóreas tiene, además, importancia ecológica por considerarse una vía para la reforestación de áreas agrícolas y recuperación de áreas degradadas<sup>7</sup>.

En las zonas tropicales de México existe una gran diversidad de leguminosas nativas arbustivas o arbóreas, que pueden ser una alternativa para la alimentación de pequeños rumiantes. Entre ellas se encuentra la leguminosa *Gliricidia sepium* como una fuente suplementaria de proteína, especialmente en los días calurosos de la

época seca cuando esta leguminosa rebrota (es caducifolia) y produce follaje cuando los forrajes son escasos y de mala calidad<sup>3,8</sup>.

La *G. sepium* es un árbol tropical utilizado como forraje, árbol de sombra, cercos vivos, madera verde, leña y mejorador del suelo en numerosos países de los trópicos. Su contenido de compuestos antinutricionales, como taninos condensados y fenoles totales, se encuentra dentro de los rangos más bajos, en comparación con otras leguminosas<sup>3</sup>.

Dada la diversidad de árboles y arbustos forrajeros, existe la necesidad de estudiar y recomendar especies prometedoras para entornos agro-ecológicos específicos y sistemas de producción pecuaria, tanto en función de su productividad de biomasa como de su valor nutritivo<sup>8</sup>.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Situación actual de la ovinocultura en México

La ovinocultura es una actividad que se ha desarrollado en México desde hace varios siglos. En los inicios del siglo XIX, cuando se fraccionaron las grandes superficies de pastoreo, transformándolas en áreas de cultivo, se afectó en gran medida a la producción y productividad nacional, marginándola a los sectores más pobres de la población, caracterizados por estar en manos de pequeños productores, con escaso acceso a insumos y tecnologías modernas y orientados básicamente a la subsistencia. Sin embargo, en la actualidad la producción ovina se efectúa poniendo mayor atención en el flujo de capital financiero, dando origen a una producción pecuaria empresarial muy promisoriosa<sup>9</sup>.

De acuerdo con cifras preliminares del 2008, actualmente existen en México 7,757,267 cabezas de ovinos<sup>10</sup>. Las entidades de la República con mayor inventario ovino son Estado de México e Hidalgo, los cuales, en conjunto, mantienen tres de cada diez cabezas existentes en el país, mientras que Oaxaca, San Luis Potosí y Veracruz concentran 21 de cada cien cabezas de ganado ovino<sup>10</sup>. En cuanto a razas la parte norte está dominada por razas cara blanca, básicamente Rambouillet; el centro del país, por cruza cara negra Suffolk-Hampshire, y en las áreas tropicales y subtropicales, por ganado de pelo, como Pelibuey o Black Belly. Los borregos de pelo actualmente representan 23% del inventario ovino nacional y manifiestan una tendencia permanente de crecimiento<sup>11</sup>. Las grandes ventajas que observan los

ovinocultores con esas razas de pelo son, entre otras: amplia estacionalidad, rusticidad para el pastoreo, alta prolificidad y evitarse la trasquila de los animales<sup>9</sup>.

En cuanto a volúmenes de producción, las cifras preliminares consideradas por el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) con información de las Delegaciones de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), indican que durante el 2009 se produjeron en el país 53,462 toneladas de carne de ovino, presentando el mayor crecimiento entre las especies animales cárnicas. Los estados con mayor volumen de producción fueron el Estado de México, Hidalgo, Veracruz, Puebla y Jalisco, los cuales produjeron uno de cada dos kilos de carne<sup>10</sup>. La demanda de productos de origen animal en México es cada vez mayor en virtud del crecimiento de la población, lo que hace necesario incrementar la cantidad de alimentos para satisfacer las necesidades internas. Aunque el inventario ovino en México ha manifestado crecimiento, sigue existiendo un déficit de oferta, por lo que la demanda nacional de carne ha sido complementada con importaciones, tanto de ganado en pie para sacrificio como de carne congelada. Del 2008 al 2009 hubo un decremento en importaciones. Los principales países exportadores de ovinos y su carne con destino a México en los últimos años son: Estados Unidos, Australia y Nueva Zelanda<sup>10,12</sup>.

En cuanto a las exportaciones en el periodo 2000-2008, las salidas de carne de ovino fuera del país fueron poco significativas, pero en 2009 el valor de las exportaciones ascendió a 49 mil dólares<sup>10</sup>.

La ovinocultura es reconocida como una actividad importante dentro del subsector ganadero, por el alto valor que representa al constituir un componente beneficioso para la economía del campesino de escasos recursos, y por tener sus productos una gran demanda, especialmente entre la población urbana<sup>9</sup>.

La orientación de la ovinocultura mexicana es primordialmente hacia la producción de carne, obteniéndose altos precios en pie y en canal en comparación a otras especies pecuarias. Ésta es la actividad productiva más diseminada en el medio rural, pues se realiza, sin excepción, en todas las regiones ecológicas del país y aún en condiciones adversas de clima que no permiten la práctica de otras actividades productivas<sup>9,13</sup>.

Los índices productivos registrados en los sistemas ovinos de México muestran un incremento en los últimos años, resultado de un mayor interés de los inversionistas y de los apoyos gubernamentales para esta actividad. No obstante lo anterior, la producción ovina, en muchos casos, es una actividad secundaria o complementaria, pues difícilmente un ovinocultor puede subsistir íntegramente de los ingresos que le genere esta actividad. En la actualidad es factible vislumbrar dos tipos de productor de ovinos. Por un lado, el pequeño, con un reducido número de cabezas de ovinos, orientado al autoabastecimiento, lo que constituye la ovinocultura social; por otro lado, el ovinocultor empresarial altamente tecnificado e integrado, dedicado a la producción de animales para el abasto y generador de pie de cría de buena calidad

genética, con grandes rebaños y que pretende una utilidad financiera sobre la inversión<sup>9,13</sup>.

### **2.1.1 Situación actual de la ovinocultura en el trópico seco**

Por variadas razones, principalmente ligadas al legado colonial y a la formación académica tradicional, la producción animal en la mayor parte de las zonas tropicales de Latinoamérica, tanto para no rumiantes como para rumiantes, se ha basado en la adaptación incompleta de modelos desarrollados en climas templados<sup>1</sup>.

La producción ovina en las regiones tropicales se desarrolla básicamente en pastoreo, con una alta dependencia de los pastos como fuente de nutrimentos. Éstos tienen un potencial extraordinario para la producción de biomasa, pero, en forma general, su valor nutritivo es deficiente con relación a las necesidades de mayor producción y únicamente llegan a cubrir esas necesidades en forma estacional: los forrajes tropicales presentan menor contenido de proteína cruda, mayor concentración de fracciones fibrosas y menor digestibilidad<sup>14,15,16</sup>.

El trópico seco mexicano, aún con áreas de gran potencial para la producción animal, tiene limitada productividad debido a la estacionalidad en la producción de forrajes y el uso inadecuado de sistemas de producción extensivos, además del empleo de fuertes dosis de agroquímicos. La productividad decae porque no hay una biointegración de especies forrajeras que permitan la autogeneración de la fertilidad del suelo, porque los forrajes que se cultivan sólo incluyen especies de reducido

enraizamiento y cobertura del suelo o porque los pastizales se establecen en terrenos supuestamente en descanso, lo que se traduce en bajos rendimientos y en un mayor agotamiento del suelo<sup>17,18</sup>.

En las regiones tropicales de América Latina se presenta una marcada época de sequía, que puede durar entre tres y siete meses, período durante el cual la disponibilidad de forraje es muy limitada, tanto en cantidad como en calidad<sup>19</sup>. Esto se debe a que durante la estación seca es imposible la renovación de las praderas y los remanentes pierden rápidamente su valor nutricional, debido al proceso fisiológico de lignificación, lo que causa una disminución en el consumo de forraje y una pérdida de peso en los animales<sup>20</sup>. Los meses de sequía son críticos debido a que muchos productores no utilizan prácticas de conservación y almacenamiento de forrajes, ya sea ensilado o henificado, presentándose en los animales deficiencias nutricias graves durante esta época<sup>17,18</sup>.

En diversas regiones tropicales de México, la cría de ovinos es una actividad complementaria a la producción de bovinos o al cultivo de árboles frutales. Por esa razón, con algunas excepciones, presenta pobres niveles productivos, que significan en más de 60 % de los ranchos, 40 a 70 g de ganancia diaria de peso (GDP), al manejarse exclusivamente en pastoreo<sup>21</sup>.

El potencial forrajero de México en los ecosistemas tropicales es cuantitativamente muy importante; sin embargo, la calidad del forraje producido es bastante baja. Salvo

algunas excepciones, la composición bromatológica oscila entre 6 y 8% de proteína cruda (PC) y 2.1 Mcal de energía digestible (ED) /kg de materia seca (MS). Para la ganancia de peso en los corderos existe un requerimiento de 14% de PC y 3.4 Mcal ED/kg de MS, por lo que tales forrajes son incapaces de satisfacer las necesidades para crecimiento, engorda e inclusive para mantenimiento (8% de PC y 2.4 Mcal ED/kg de MS)<sup>9</sup>.

Por otra parte, en los sistemas de producción ovina basados en el pastoreo extensivo de gramíneas nativas y/o introducidas, la elevada concentración de fibra detergente neutro (FDN) y el pobre aporte de PC afectan negativamente su valor nutritivo y, en consecuencia, disminuye el consumo voluntario. Ello ocasiona una reducción en la productividad de los animales, por lo que es necesario usar algún tipo de suplemento, ya sea energético o proteínico, para mejorar su respuesta productiva<sup>19</sup>.

En México, una gran parte del área nacional muestra daños por el mal uso de los recursos naturales. Ante esa situación es imperativo reducir el deterioro ambiental producido por el auge expansionista de la ganadería tradicional extensiva. El sobrepastoreo, sequías, tala inmoderada, fuegos accidentales y desmontes intensivos para siembras de especies de temporal son consideradas las principales causas de deterioro de agostaderos, los cuales presentan un alto potencial de erosión debido a la escasa protección del suelo<sup>22,23</sup>. El deterioro progresivo de la capacidad productiva del suelo se debe, en gran parte, a la deforestación y al uso inapropiado de los recursos. Esos problemas surgen por el aumento de la demanda

por el uso del terreno, el crecimiento demográfico, la agricultura intensiva y las prácticas de manejo ganadero perjudiciales, tales como sobrepastoreo y quema del pastizal para renovación del recurso. Además, los suelos tropicales tienen una muy baja fertilidad natural, lo cual limita la producción y calidad de las pasturas<sup>24,25</sup>. Por todo lo anterior, se crea la necesidad de desarrollar alternativas tecnológicas con el objetivo de contrarrestar los problemas nutrimentales en el trópico mexicano, incrementar la producción y aprovechar las grandes extensiones de pastoreo en esas regiones, con la finalidad de disminuir la dependencia de adquisición de insumos fuera del rancho para cubrir las necesidades de producción<sup>9,15</sup>. En la actualidad la principal forma de contrarrestar la falta de calidad de las gramíneas es la suplementación con base en alimentos (a veces mal llamados “concentrados”) elaborados con granos y sus subproductos, los que hoy en día tienen un costo elevado, particularmente aquéllos que poseen alto contenido proteínico. Además, fisiológicamente no es justificable su utilización en animales con capacidad para realizar un uso eficiente de los forrajes, haciéndose necesario establecer alternativas que permitan el aporte de nutrientes a bajo costo<sup>20</sup>.

Entre las alternativas viables se tiene la implementación de prácticas de tipo agroforestal (ej. silvopastoreo), que impulsan la integración de árboles y arbustos con la producción animal, los cuales podrían introducir elementos de sostenibilidad en los sistemas ganaderos actuales, al hacerlos menos dependientes de insumos externos, mejorando el comportamiento animal (ganancia de peso) sin que atenten contra el frágil equilibrio ecológico del trópico mexicano<sup>1,23</sup>.

Una propuesta que aún no ha sido completamente evaluada es la utilización de leguminosas arbustivas, por la diversidad de funciones que pueden desempeñar dentro de los sistemas productivos del trópico. Entre ellas destaca su papel fundamental en la alimentación de rumiantes, debido a que presentan un alto contenido proteínico, aumentan la calidad y productividad de las pasturas, disminuyen la dependencia externa de nitrógeno mediante la fijación biológica y juegan un papel importante en la conservación de los ecosistemas agrícolas<sup>15,16,20</sup>.

En México existe una gran variedad de especies de árboles y arbustivas que tienen potencial para ser incorporadas en los sistemas de producción de rumiantes en el trópico. Pueden ser empleadas como cerco vivo (ej. *Gliricidia sepium*, *Jatropha curcas*), como sombra (ej. *Enterolobium cyclocarpum*, *Brosimum alicastrum*, etc.), en la alimentación animal (*Leucaena leucocephala*), leña y otros propósitos ornamentales, etc<sup>23</sup>.

## **2.2 Sistemas agroforestales**

Los sistemas agroforestales son formas de uso y manejo de los recursos naturales en los cuales especies leñosas (árboles, arbustos, palmas) se mezclan en asociaciones deliberadas con cultivos agrícolas o con animales en el mismo terreno, de manera simultánea o en una secuencia temporal. En regiones con suelos fértiles los sistemas agroforestales pueden ser muy productivos y sostenibles; igualmente, estas prácticas tienen un alto potencial para mantener y mejorar la productividad en áreas que presentan problemas de baja fertilidad y exceso o escasez de humedad en

los suelos<sup>25</sup>. La contribución de los sistemas agroforestales a la productividad está basada en las funciones biofísicas y socioeconómicas que pueden cumplir con las interacciones positivas entre el suelo, los árboles, los cultivos y los animales, tales como la protección y enriquecimiento del suelo, el aporte de nutrientes captados por los árboles, el estímulo a la abundancia de microorganismos en el suelo, la diversidad de especies vegetales y sus productos, la mejor productividad de la pradera y condiciones ambientales para el ganado, que representan menor riesgo económico para el productor<sup>26</sup>.

### **2.3 Silvopastoreo**

Por definición, los sistemas silvopastoriles son una modalidad de los sistemas agroforestales, caracterizados por la combinación natural o una asociación dirigida de uno o varios componentes leñosos (arbustivos y/o arbóreos) dentro de potreros con especies de gramíneas y/o leguminosas herbáceas nativas o cultivadas, y su utilización con rumiantes y herbívoros en pastoreo<sup>15,27</sup>.

La interacción entre árboles, forraje y ganado se maneja para obtener productos (madera, forraje de alta calidad, ganado) de manera simultánea, intensiva y eficiente<sup>28</sup>.

En general, los sistemas silvopastoriles pueden proveer ingresos económicos, a la vez que crean un sistema sostenible con muchos beneficios ambientales. Cuando

estos sistemas son bien administrados, ofrecen una variedad de oportunidades para mercadeo que pueden ayudar a estimular el desarrollo de la economía rural<sup>28</sup>.

Los componentes biológicos de un sistema silvopastoril son: árboles o arbustos, pasto, animales, suelo y subsuelo. Las entradas al sistema serían la lluvia, la radiación solar, el bióxido de carbono y el nitrógeno atmosférico, incluyendo, así, los insumos agropecuarios como plaguicidas y fertilizantes. Las salidas son los productos cosechados (carne, leche, lana, madera, leña, frutos, miel y otros)<sup>15,29</sup>.

### **2.3.1 Interacciones entre los componentes del sistema silvopastoril**

- La presencia del componente animal cambia y puede acelerar algunos aspectos del reciclaje de nutrimentos.
- Si la carga animal es alta, la compactación de los suelos puede afectar el crecimiento de los árboles y otras plantas asociadas.
- Los árboles proporcionan un microclima favorable para los animales.
- Los animales participan en la diseminación de las semillas, lo cual favorece la germinación<sup>25</sup>.

### **2.3.2 Servicios ambientales de los sistemas silvopastoriles**

- Restauración de suelos degradados y conservación del agua. La investigación actual hace énfasis en que el estudio de procesos simbióticos entre bacterias u hongos fijadores de nitrógeno y las especies leñosas y no leñosas presentes en

sistemas silvopastoriles ayude a la restauración de la fertilidad y de las propiedades físicas de suelos ácidos, compactados y lixiviados<sup>30</sup>.

- Secuestro de carbono: como en el resto de América Latina, el cambio en el uso de la tierra generó una liberación elevada de carbono (30 Pg C). Esta emisión se relacionó sobre todo con el incremento del área de pastos. En los diferentes sistemas silvopastoriles la producción y extracción de madera para construcción, leña, carbón, postes etc., puede reducir la presión sobre los recursos naturales de los bosques y los combustibles fósiles, de manera que hay un impacto indirecto positivo sobre la conservación del carbono en otros ecosistemas. Además, los sistemas silvopastoriles con árboles dispersos no permiten la quema de los pastos, otra fuente de emisión de CO<sub>2</sub>, que todavía se usa en la regeneración de las pasturas<sup>30</sup>.

- Conservación de la biodiversidad: el impacto sobre la biodiversidad de los bosques podría ser menor si los productores mantuvieran especies forestales, porque éstas sirven como productoras de semillas y alimento de animales<sup>30</sup>.

### **2.3.3 Establecimiento**

En las opciones para el establecimiento de silvopasturas existe la posibilidad de sembrar simultáneamente gramíneas con plantas leñosas (arbustos o árboles) o de introducirlos en potreros ya establecidos. La principal limitante es el largo periodo de tiempo requerido para poder pastorear las silvopasturas así establecidas, sin comprometer la sobrevivencia de las leñosas. En este caso se deben trasplantar árboles provenientes de semilla directamente del vivero y esperar a que alcancen una altura y desarrollo que evite su daño por el ramoneo de los animales. Mientras

los árboles alcanzan tal desarrollo, el forraje de la cobertura inferior se debe y puede cosechar en forma manual o mecanizada<sup>27</sup>.

Si bien muchos de los productores son conscientes del deterioro progresivo de los suelos, existen algunos factores sociales, económicos, culturales y ambientales que limitan o posibilitan la adopción de sistemas silvopastoriles. Entre los factores más importantes están:

- La tradición ganadera del productor. El manejo extensivo de la ganadería es la práctica que más conocen y mejor saben hacer; por lo tanto, la adopción de técnicas silvopastoriles para el ganadero es más difícil, debido en gran parte a su desconocimiento.

- La satisfacción de necesidades básicas de subsistencia y salud de la familia. Los productores que tienen resueltas estas necesidades son los que tienen mayor opción de incorporar técnicas silvopastoriles en sus fincas. Sin embargo, esto se cumple generalmente más en pequeños que en grandes productores.

- Generación de resultados e ingresos a corto plazo. La mayoría de los productores procura obtener resultados inmediatos, debido a que su mayor interés está en la generación de productos que den sustento a la familia y produzcan ingresos en el corto tiempo.

- Disponibilidad de mano de obra. La mayoría de las técnicas silvopastoriles requieren de un manejo diferente para cada uno de los componentes establecidos.

- Plan de ordenamiento del uso de suelo. No toda la finca es susceptible de ser utilizada en arreglos silvopastoriles debido a los costos que implica y a las diferencias naturales que componen los micro paisajes.

- Estímulos. Una condición fundamental para el éxito en el proceso de utilización de arreglos silvopastoriles es el acompañamiento con un plan de estímulos, capacitación, asistencia técnica y créditos adecuados<sup>26</sup>.

## **2.4 Asociación leguminosa arbórea – gramínea**

La asociación de árboles leguminosos con gramíneas es una práctica que puede enfocarse de dos maneras. En la primera se aprovecha, tanto la producción de la gramínea como la producción del árbol asociado como forraje. También se ha encontrado un aumento en la cantidad de biomasa y una mejoría en el valor nutritivo de la gramínea debido a la fijación de nitrógeno, que eleva significativamente la productividad por unidad de superficie<sup>24,31</sup>.

### **2.4.1 Ventajas**

Uno de los principales beneficios de la asociación leguminosa arbórea – gramínea es el aumento del rendimiento. En algunas investigaciones se ha obtenido aumento en la cantidad de biomasa, que puede incrementar el rendimiento de nutrientes por unidad de área (no necesariamente) hasta triplicar el obtenido con el pasto en monocultivo (Cuadro 1)<sup>31</sup>.

Los casos experimentales han mostrado resultados promisorios en silvopasturas de *Erythrina poeppigiana* con cobertura de las gramíneas forrajeras estrella africana (*Cynodon plectostachyus*) y con King grass (*P. purpureum* x *P. typhoides*). En el primer caso, durante cinco años, el forraje cosechado de *C. plectostachyus* asociado con *E. poeppigiana* produjo 60% mayor rendimiento que la misma gramínea asociada con laurel o nogal (*Cordia alliodora*), un árbol maderable que no fija nitrógeno. El King grass produjo 14% más forraje asociado con *E. poeppigiana*, comparado con la producción obtenida de la gramínea pura<sup>31</sup>.

**Cuadro 1.** Producción de materia seca y proteína cruda de Poró (*Erythrina spp.*) y pasto King-grass (*Pennisetum purpureum*) sembrados en asociación y del pasto en monocultivo.

Parámetros	Año 1	Año 2	Promedio
<b>Pasto y Poró en asociación</b>			
Materia seca, tm/ha/año	35.0	26.8	30.9
Proteína cruda, tm/ha/año	2.87	2.74	2.81
<b>Pasto en monocultivo</b>			
Materia seca, tm/ha/año	25.8	19.8	22.8
Proteína cruda, tm/ha/año	1.18	0.94	1.03

Tm = tonelada

Fuente: Benavides *et al.*, 1989. Citado por Benavides (2006)

Otro gran beneficio es la fijación simbiótica de nitrógeno, que cubre las necesidades de las gramíneas. Las especies con las mejores características forrajeras son grandes extractoras de nutrientes del suelo y no tienen la capacidad, como las leguminosas, de fijar nitrógeno, necesitando de la aplicación de altos niveles de fertilizante químico, lo cual, no solo aumenta considerablemente los costos de producción, sino que también puede causar problemas de contaminación ambiental.

La presencia de una leguminosa permite eliminar la fertilización nitrogenada, con lo que se reducen sensiblemente los costos de producción<sup>24,31,32</sup>.

Las leguminosas arbóreas incrementan el nivel de nitrógeno en el suelo debido a su capacidad de fijarlo de la atmósfera, a través de la simbiosis con bacterias de la familia *Rhizobiaceae* en sus raíces, y por medio del aporte de materia orgánica al suelo a través de la caída periódica o estacional, natural o provocada (cosecha), de hojas, flores, frutos, ramas y raíces muertas. Por esta razón es de suponer que la leguminosa está siendo determinante en la asociación y que la fijación y transferencia de nitrógeno a la gramínea acompañante es considerable<sup>24,27,32</sup>.

Otros efectos benéficos sobre el suelo permiten que arbustos y árboles leguminosos mejoren las condiciones físicas del suelo (porosidad y densidad aparente). Su efecto de des-compactación es positivo y relevante en áreas degradadas. Sus raíces pueden absorber nutrientes de capas profundas del suelo y traerlos a la superficie, haciéndolos disponibles para la pastura o para el cultivo agrícola asociado. En algunos casos, pueden incrementar la disponibilidad de fósforo (simbiosis con micorrizas), calcio, potasio y magnesio<sup>27</sup>. Se acelera el reciclaje de nutrimentos en el suelo, hecho a través de los residuos de los cultivos agrícolas, de los forrajes o de las heces y orina depositadas por los animales durante el pastoreo<sup>27</sup>.

Otro efecto benéfico se obtiene por la modificación del proceso de lignificación. Las especies arbustivas y arbóreas lignifican principalmente en los tallos y no tanto en las

hojas, como lo hacen la gran mayoría de las gramíneas utilizadas para el pastoreo. Por lo tanto, hay una mayor estabilidad en la calidad nutrimental del forraje de las especies leñosas a través del tiempo<sup>27</sup>.

Además, se presenta el efecto benéfico sobre el medio ambiente en el cual se desenvuelve el animal, ya que los arbustos y árboles crean un microclima favorable para los animales en pastoreo (sombra, menor radiación y menor temperatura). La intensidad de su sombra depende de la densidad y orientación de los surcos de árboles y del diámetro y estructura de sus copas. Para evitar la sombra refleja, que reduce la eficiencia fotosintética de las forrajeras herbáceas o cultivos de cobertura, las líneas o surcos de especies leñosas deben plantarse en dirección al recorrido del sol (de oriente a occidente). La sombra protege a los animales del calor excesivo causado por la radiación solar directa y les permite mantener su temperatura corporal en un rango confortable, lo cual ayuda a que exista un mayor consumo de alimento<sup>27</sup>.

#### **2.4.2 Desventajas**

También se manifiestan desventajas de la asociación de gramíneas forrajeras con las leguminosas arbóreas, ya que estas últimas pueden competir con la pastura y con los cultivos agrícolas por agua, nutrimentos, luz y espacio. Los efectos de la competencia pueden ser mayores si los requerimientos de ambos componentes son similares<sup>27</sup>.

Un alto número de animales o la disposición de los árboles en bloques pueden obligar a los animales a concentrarse en áreas reducidas para sombrear. El exceso de pisoteo puede afectar la cobertura de la pastura localizada bajo la sombra y causar erosión y compactación localizada del suelo. Además, la sombra favorece la presencia de insectos picadores y parásitos que afectan a los animales<sup>27</sup>.

## **2.5 Leguminosas arbóreas forrajeras.**

El trópico americano contiene muchas especies con potencial forrajero, entre las que destacan las integrantes de la familia *Leguminosae* por su excelente producción de biomasa en el periodo seco y naturaleza multipropósito<sup>33,34</sup>. A pesar de que la lista de árboles y arbustos con uso potencial como forraje abarca más de 300 especies, el énfasis se ha dado a muy pocas de éstas<sup>8</sup>.

Las leguminosas forrajeras desempeñan un papel importante en la alimentación del ganado, ya que son más ricas en proteína, que las gramíneas y otras especies comestibles<sup>35</sup>. Para que un árbol o arbusto pueda ser calificado como forrajero debe reunir ventajas, tanto en términos nutrimentales como de producción, sobre otros forrajes utilizados tradicionalmente. Los requisitos para tal calificación son: 1) que su consumo por los animales sea adecuado como para esperar cambios en sus variables de respuesta; 2) que el contenido de nutrimentos sea atractivo para la producción animal; 3) que sea tolerante a la poda y 4) que su rebrote sea lo suficientemente vigoroso como para obtener niveles significativos de producción de biomasa comestible por unidad de área<sup>31</sup>.

Las investigaciones realizadas hasta ahora por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) sobre árboles forrajeros muestra que el forraje de numerosas especies de árboles y arbustos puede mejorar la calidad de las dietas tradicionalmente usadas para la alimentación de los animales. El contenido en proteína cruda de este forraje generalmente duplica o triplica al de los pastos y, en varios casos, el contenido energético es también muy superior. La presencia de estos forrajes en las dietas incrementa significativamente la producción de leche y las ganancias de peso de los animales. Numerosas especies de árboles producen abundantes niveles de biomasa comestible por unidad de área, son tolerantes a la poda y fácilmente manejables desde el punto de vista agronómico. En asociación con pasturas, algunas especies de árboles no afectan o pueden incrementar significativamente la producción de las gramíneas<sup>31</sup>.

El uso de forraje de árboles y arbustos para alimentar rumiantes es una práctica conocida por los productores en América Central desde hace siglos, de tal manera que el conocimiento local de los productores ha sido de mucha importancia para la sistematización de la investigación de las leñosas forrajeras. Especies como ramón (*Brosimum alicastrum*), madero negro (*Gliricidia sepium*), poro (*Erythrina* spp), Leucaena (*Leucaena leucocephala*) y guácimo (*Guazuma ulmifolia*), son generalmente utilizadas durante la época seca como suplemento para los animales en los sistemas de producción extensivos y semi-intensivos<sup>28,30</sup>.

En ovinos se han obtenido buenas respuestas productivas y reproductivas cuando se suministra *Leucaena* o *Gliricidia* en forma fresca como suplemento a corderos estabulados, o cuando han sido pastoreadas por ovejas en asociaciones con gramíneas. Pero en este último caso, el crecimiento y el tiempo de recuperación de las leguminosas y de la gramínea es distinto, por lo que es difícil mantener una adecuada disponibilidad de material vegetativo de buena calidad en ambas especies<sup>36</sup>.

En el Cuadro 2 se indican las principales leguminosas arbóreas y sus usos actuales y potenciales en sistemas de producción agropecuaria en suelos tropicales<sup>27</sup>. Algunos de los principales usos son: cercas vivas, bancos de proteína y /o energía, pasturas en callejones, arboles maderables o frutales dispersos en potreros, plantaciones forestales y cortinas rompe vientos<sup>30</sup>.

La utilización de arbustos y árboles forrajeros ha recibido considerable atención, destacándose las siguientes ventajas: disponibilidad en las granjas; variedad en la dieta; reducción de los costos de alimentación; efecto marcado en la tasa de crecimiento de las gramíneas tropicales; sombra y fuente de nitrógeno, energía, minerales y vitaminas<sup>28</sup>.

**Cuadro 2.** Principales leguminosas arbóreas de trópico y sus principales usos.

<b>Especies</b>	<b>Silvopasturas</b>	<b>Cercas vivas</b>	<b>Bancos forrajeros</b>
<i>Acacia farnesiana</i>		X	X
<i>Acacia mangium</i>	X	X	
<i>Aeschynomene spp.</i>			X
<i>Albizia lebbek</i>	X	X	
<i>Albizia guachapele</i>	X	X	
<i>Albizia acuminata</i>	X		
<i>Cajanus cajan</i>			X
<i>Calliandra arbórea</i>	X		
<i>Calliandra calothyrsus</i>		X	X
<i>Casuarina cunninghamiana</i>	X	X	
<i>Clitoria fairchildiana</i>	X	X	X
<i>Codariocalyx gyroides</i>			X
<i>Cratylia argétea</i>			X
<i>Dalbergia retusa</i>		X	
<i>Dendrolobium spp.</i>			X
<i>Desmodium velutinum</i>			X
<i>Diphysa robinoides</i>		X	
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	X	X	
<i>Erythrina cochleata</i>	X	X	X
<i>Erythrina fusca</i>	X	X	X
<i>Erythrina lanceolata</i>	X	X	X
<i>Erythrina poeppigiana</i>	X	X	X
<i>Erythrina variegata</i>	X	X	X
<i>Flemingia macrophylla</i>			X
<i>Gliricidia sepium</i>	X	X	X
<i>Inga spp.</i>	X	X	
<i>Mimosa scabrella</i>	X	X	
<i>Pentaclethra macroloba</i>	X	X	
<i>Pithecellobium dulce</i>	X	X	
<i>Pithecellobium longifolium</i>	X	X	
<i>Pterocarpus hayesii</i>	X	X	
<i>Sesbania sesban</i>			X
<i>Stryphnodendron excelsum</i>	X	X	
<i>Tadehagi spp.</i>			X

Fuentes: Argel y Mass, 1995; Benavides, 1994; Botero, 1992; Russo y Botero, 1996. Citado por (Botero)

Debido a las perspectivas y bondades de estas plantas para la ganadería tropical se precisa conocer, de manera integrada, las características fundamentales de su composición química, estableciendo las principales ventajas y limitación en el uso de cada fuente de alimento<sup>33,34</sup>.

## 2.6 *Cenchrus ciliaris* (Buffel)



Figura 1. *Cenchrus ciliaris*.

Es una gramínea perenne, amacollada, de crecimiento durante casi todo el año, de raíces fibrosas y profundas, hojas alargadas de color verde claro a verde azulado, con tallos a menudo ramificados, que presentan altura variable que fluctúa de 15 a 120 cm. Bien adaptada a condiciones secas, que prevalece con precipitaciones entre 300 y 890 mm; no soporta inundaciones. Se le ha encontrado en altitudes hasta 2500 msnm; su distribución es amplia en áreas con temperaturas medias anuales entre 12 y 28°C<sup>32,37,38</sup>. Sus semillas se encuentran cubiertas por estructuras florales, formando en conjunto la típica cabeza de semilla llamada "cola de zorro". Las semillas tienen latencia por períodos de 9 a 12 meses después de la cosecha<sup>37</sup>.

El Buffel es un pasto que ha sido evaluado en diferentes regiones y recomendado para zonas del trópico y subtropico de escasa precipitación<sup>39</sup>. Se siembra al voleo o en surcos. En ambos casos se debe cubrir la semilla con una delgada capa de suelo,

evitando colocarla demasiado profundo. El momento conveniente de hacerlo es al comienzo de la época de lluvias<sup>37,38</sup>. Muy lento en su establecimiento, puede llegar a requerir de 4 meses hasta 1 año entre siembra y primer pastoreo. Muy tolerante al pastoreo, se le debe dar descansos máximos de 8 semanas (por la pérdida de calidad) y dejar el forraje residual con 7 cm de altura<sup>32</sup>. La gustocidad es muy buena, así como su valor forrajero, cuando se mantiene verde. A medida que avanza hacia la madurez en su estadio fenológico, su valor forrajero disminuye, pero la cantidad de materia seca es mayor<sup>37</sup>.

**Origen.** Es originario del sur de África; fue introducido de los E.U a México en los años 50. Es de gran aceptación en las explotaciones ganaderas del Noreste de México debido a su fácil establecimiento, resistencia a sequías prolongadas y hábito de crecimiento agresivo; además, es resistente al pastoreo, produce forraje de buen valor nutritivo y es muy apetecido por el ganado<sup>37,38,40</sup>.

**Variedades.** Hay gran cantidad de variedades de esta especie, las cuales se distinguen por los diferentes hábitos de cada planta. Se clasifican de acuerdo con el desarrollo de su rizoma (tallo subterráneo) y altura a la que crecen. Variedades: Común o Americana, Nueces, Formidable, Biloela, Molopo, Boorara, Lawes, Nunbank, Tarewinnabar, Gayndah, Australiana occidental<sup>37</sup>.

**Requerimientos edáficos.** Se adapta a un amplio rango de tipos de suelos, pero los ideales para su establecimiento son los suelos livianos y de textura ligera (de buen

drenaje). Prefiere suelos neutros a alcalinos, pero crece en suelo de hasta pH 5.5. También crece aceptablemente en suelos de lomerío con o sin afloramientos rocosos (pedregosos). Responde bien al uso de fertilizantes<sup>32,37,38</sup>.

**Limitantes para su uso.** El pasto Buffel se ve afectado por heladas severas cuando la temperatura desciende a 5-7 grados bajo cero. Otra de las limitantes para esta pastura es la salinidad del suelo<sup>37,40</sup>.

**Producción de forraje.** Su rendimiento de forraje, una vez establecida la pradera, depende de la variedad sembrada y de la precipitación pluvial que se registre en cada región. Esta producción puede variar desde 3.9 hasta 13.6 ton/ha de forraje seco al año<sup>38</sup>. De todas las bondades que ofrece se destacan las siguientes: tolerancia a la sequía, crecimiento rápido con la precipitación mínima, amplia adaptabilidad a diversos suelos y respuesta rápida a la fertilización o a la renovación<sup>37</sup>.

## 2.7 *Gliricidia sepium*

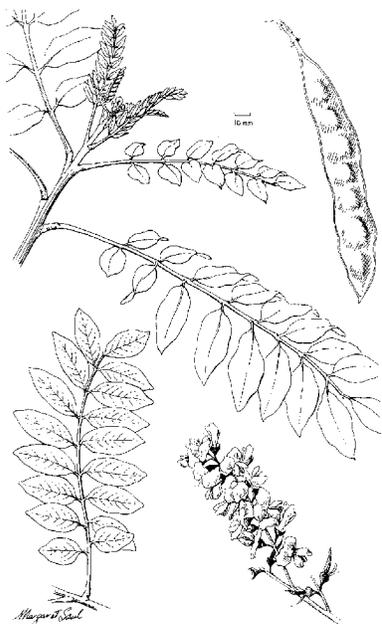


Figura 2. *Gliricidia sepium*

Es uno de los árboles más comunes y mejor conocidos en América, y verdaderamente de uso múltiple<sup>41</sup>.

**Nombres comunes.** En América Latina se le conoce también como: madero, madero negro, madreado, matarratón, palo de hierro, sangre de drago, etc. En México se identifica también por: cocuite, cacahuiananche, cocoite, chanté, mata ratón, yaité, guie-niiza, yaga-le, mata rata, flor de San José, palo de corral, palo de sol, etc<sup>41,42,43</sup>.

**Descripción.** Es una leguminosa arbórea perenne caducifolia, de 2 a 15 m (hasta 20m) de altura. A menudo presenta múltiples tallos originados cerca de la base. La corteza externa es escamosa, ligeramente fisurada, pardo amarillenta a pardo grisácea, con un grosor de 8 a 10 mm. Tiene hojas alternas, pinnadas, de 15-35 cm de largo, compuestas por 6-24 hojuelas elípticas opuestas, acabadas en punta y de 4-8 cm de largo. Las flores son rosadas y se agrupan en racimos cortos de hasta 15 cm de largo. En plantas provenientes de semillas, el sistema radical es fuerte y profundo, pero en las plantas provenientes de estacas, las raíces son superficiales<sup>41,42,43</sup>.

**Distribución.** Se extiende naturalmente desde el sur de México, por toda América Central hasta Colombia, Venezuela y las Guayanas. En México, con la intervención del hombre, se encuentra distribuida en la vertiente del Golfo, desde Tamaulipas, San Luís Potosí, norte de Puebla y Veracruz, hasta la Península de Yucatán, incluyendo Campeche y Tabasco; en la vertiente del Pacífico, desde Sinaloa hasta Chiapas, se le encuentra comúnmente en los siguientes estados: Colima, Guerrero, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nayarit y Sinaloa<sup>42</sup>.

Tolera una gran variedad de suelos, menos aquéllos que tengan deficiencias de drenaje. Se adapta tanto a suelos húmedos como a secos. Se desarrolla en suelos que van desde arenas puras, regosoles pedregosos, hasta vertisoles negros profundos en su rango natural, y ha sido cultivada en suelos desde arcillosos hasta franco-arenosos. Tolera un pH entre 5.5 y 7<sup>42</sup>.

**Producción de forraje.** El rendimiento de biomasa de *G. sepium* depende de múltiples factores interactuantes, entre los que sobresalen: densidad de siembra, altura y frecuencia de corte, pastoreo y factores ambientales. La producción de biomasa forrajera de *Gliricidia sepium* se incrementa con la mayor densidad de siembra, lo cual debe ser la base para los cultivos de esta especie<sup>44</sup>. Los rendimientos máximos de biomasa de *G. sepium* se han obtenido con altas densidades y alturas de corte por encima de 0.60 m<sup>16</sup>.

**Implantación.** Presenta facilidad para su establecimiento y manejo. No se requiere tratamiento pre germinativo, aunque a la semilla almacenada por más de un año se recomienda a veces remojarla. La germinación comienza a los 3 - 4 días y se completa a los 12 - 15 días. Se pueden usar plántulas o estacas para plantar, ya que ambas dan buenos resultados<sup>41,42</sup>. Si se usan estacas, deben tener al menos 6 meses de edad, 3-6 cm de diámetro y 0.5-2.0 m de largo, pelando la corteza que se va a enterrar para promover el enraizamiento. Normalmente enraízan en menos de 6 semanas<sup>41</sup>.

**Valor nutritivo.** Estudios llevados a cabo con el uso de *G. sepium* en la alimentación de rumiantes han demostrado un alto potencial de esta leguminosa como fuente proteínica. Las hojas tienen alto valor nutritivo (18-30% proteína), tan solo 13-30% de fibra y digestibilidad entre 48-77%, además de un bajo contenido en taninos. Tiene sin embargo un problema con la gustocidad, pero una vez que los animales se han acostumbrado al sabor, la comen bien. Las hojas tienen mayor gustocidad si se ensilan primero, y las hojas maduras son más apetecidas que las tiernas. Idealmente, debería usarse como suplemento (20-40% de la dieta). Si se excede de ese nivel máximo puede mostrar problemas de toxicidad debido a su contenido de taninos, aunque este problema es más serio para no rumiantes, por lo que es mejor usar esta especie como forraje para ganado vacuno, cabras y ovejas<sup>41,45</sup>.

*G. sepium* tiene atributos que destacan su versatilidad, como son la producción de follaje de alta calidad y digestibilidad, que, al asociarse con gramíneas, aumenta la

producción de materia seca de los pastos asociados, logrando mayor capacidad de carga. También mejora la fertilidad del suelo, a través de la fijación del N atmosférico y como abono verde. Así mismo para utilizarla para madera y leña y para suministrar sombra para cultivos y animales<sup>16</sup>.

Un efecto benéfico sobresaliente de esta leguminosa es su contribución para la restauración del suelo. Su capacidad para tolerar y mejorar suelos muy pobres y degradados también la hace apta para la restauración de terrenos industriales contaminados y altamente perturbados. Es una de las especie multipropósito más populares en el área centroamericana, con amplio potencial para la reforestación<sup>41,42</sup>. Parte importante de ese efecto se debe a la asociación de nódulos fijadores de nitrógeno en las raíces, que contienen simbiontes del género *Rhizobium* y *Bradyrhizobium*. Sin embargo, el establecimiento y la formación de nódulos en estacas recién plantadas se inician entre el segundo y tercer año de plantadas<sup>42</sup>.

Otra característica importante de esta leguminosa es su capacidad notable de regeneración después de la acción perturbadora de un agente externo (heladas, ramoneo, corte o poda). En su ámbito natural es común encontrar rodales (grupos de árboles de esta especie) regenerados naturalmente, debido principalmente a su alta producción de semillas, a su capacidad para soportar períodos prolongados de sequía y a su capacidad para germinar en suelos desnudos y pobres<sup>42</sup>. Esta especie forrajera presenta grandes expectativas de uso en sistemas silvopastoriles por su

notable desarrollo anual y abundante producción de follaje (biomasa) por ramas primarias de origen vegetativo<sup>42</sup>.

*G. sepium* ha sido señalada como una especie forestal de máxima prioridad en cuanto a exploración y evaluación genética. Su facilidad de propagación, múltiples usos y potencial en la recuperación de suelos degradados, le ha justificado la atención prestada a esta especie. Después de *Leucaena leucocephala*, *G. sepium* es quizás el árbol tropical más ampliamente cultivado e investigado agronómicamente<sup>42</sup>. En cambio, su preferencia por los animales, especialmente el ovino, aún requiere de investigación, ya que al parecer tarda en adaptarse a su ingestión por características propias de su sentido del gusto.

## **2.8 Fisiología digestiva del ovino**

Los mamíferos que se clasifican como rumiantes tienen ciertas características de morfología y fisiología digestivas que los diferencian de los demás animales de granja<sup>46</sup>. La boca de los rumiantes difiere de la de otros mamíferos en que no presenta dientes incisivos superiores, por lo que dependen para la prensión de los alimentos de una almohadilla dental superior y de los incisivos inferiores trabajando junto con los labios y lengua. Debido a la forma de sus molares el animal puede masticar de un solo lado de la mandíbula a la vez, por lo que los movimientos de este acto son laterales, ayudando a desmenuzar las fibras vegetales correosas. La producción de saliva es muy abundante, posee una gran capacidad amortiguadora y

ayuda a mantener un pH apropiado en el rumen, además de otras funciones que comparte con la saliva de los no rumiantes<sup>46,47</sup>.

El estómago de los rumiantes está dividido en cuatro compartimentos: retículo, rumen, omaso y abomaso. El retículo mueve el alimento ingerido hacia el rumen o hacia el omaso y desde ahí se lleva a cabo la regurgitación del alimento durante la rumia. El rumen es como una cámara de fermentación y contiene una población muy alta de microorganismos distintos capaces de digerir la celulosa. Al parecer, el omaso ayuda a reducir el tamaño de las partículas del alimento ingerido y ahí se lleva a cabo algo de absorción. El abomaso tiene una función similar a la del estómago glandular de los no rumiantes<sup>47,48</sup>.

La microbiota ruminal es lo que confiere al animal sus características digestivas diferenciales, como la posibilidad de desdoblamiento de los glúcidos estructurales o complejos (celulosa, hemicelulosa, pectina), aprovechamiento de nitrógeno no proteínico para su conversión en aminoácidos y proteínas microbianas, producción y utilización de ácidos grasos de cadena corta como fuentes de energía metabólica, etc<sup>46</sup>.

La rumia (que se conoce como masticación del bolo alimenticio o re- masticación) es una parte trascendental del proceso digestivo de los rumiantes. La rumia consiste en la regurgitación del bolo alimenticio, parcialmente digerido, a través del esófago y hacia la boca, donde se vuelve a masticar antes de ser deglutido de nuevo. Esta re-

masticación adicional ayuda a digerir, junto con la acción microbiana, la celulosa de las plantas. Los rumiantes pueden pasar rumiando hasta 8 horas o más, lo que depende de la naturaleza del alimento<sup>47,48</sup>.

## **2.9 Etología**

El término pastoreo se define como la defoliación de las plantas enraizadas en el campo por parte de los animales. Generalmente se aplica a la defoliación del estrato herbáceo para distinguirlo del ramoneo de árboles y arbustos. Desde el punto de vista del animal, el proceso de pastoreo está compuesto por la prensión del alimento, la masticación, la preparación del bolo para ser deglutido y también se presentan componentes de caminado a un nuevo sitio, búsqueda y selección de alimento<sup>49,50</sup>.

Los ovinos presentan en forma general un tiempo de pastoreo entre 6:00 y 11:00 horas, con picos de pastoreo en los horarios de las temperaturas más comfortable. El resto del tiempo permanecen en rumia, descanso y otras actividades como estrategia para el menor gasto energético<sup>51</sup>.

Según Van Soest, el tiempo de rumia se ve influido por la naturaleza de la dieta y parece ser proporcional al contenido de la pared celular de los forrajes<sup>52</sup>. La forma física de la dieta influye en los tiempos de masticación y rumia<sup>51,52</sup>. Los alimentos concentrados y el heno finamente molido tienden a reducir el tiempo de rumia, mientras que los alimentos voluminosos, con alto contenido de paredes celulares, tienden a aumentarlo<sup>51</sup>.

El comportamiento de los ovinos en pastoreo está influido por factores externos, tales como disponibilidad del alimento, topografía, clima, época del año, disponibilidad de agua y factores de la planta, pero también por respuestas sociales de los animales y factores propios del animal, como etapa fisiológica, condición corporal y gustosidad<sup>50,53</sup>.

La interacción social en ovinos es tan fuerte que es uno de los principales factores que determinan la localización y elección del alimento. En grupos de corderos la atracción social es más fuerte que la atracción por la preferencia de alimento. Se ha observado que cuando los corderos están entre familiares permanecen menos vigilantes y ocupan un área mayor que aquéllos que pastorean con animales ajenos a la familia<sup>54,55</sup>.

La selección de la dieta es una tarea compleja para los ovinos, debido a que deben seleccionar de un conjunto de alimentos que difieren en valor nutrimental y toxicidad en tiempo y espacio<sup>56</sup>. Los ovinos aprenden cómo seleccionar sus forrajes para alimentarse a través de dos sistemas interrelacionados: el afectivo y el cognitivo. El sistema afectivo integra el sabor del alimento con una respuesta que condiciona a aceptar o rechazar el alimento. El sistema cognitivo integra las experiencias acumuladas que provienen tanto del aprendizaje de la madre como de los otros individuos de su misma especie a través de la prueba de ensayo y error<sup>18</sup>.

Los rumiantes tiene la capacidad de modificar uno o más componentes de su comportamiento ingestivo, como tiempo de pastoreo, cantidad de bocados, tiempo de rumia, tiempos de caminata y descanso, etc., para superar las condiciones limitantes de consumo y obtener la cantidad de nutrientes necesaria para mantenimiento y producción<sup>51,53</sup>.

El ovino es capaz de consumir en pastoreo una amplia gama de especies vegetales; sin embargo, en su conducta al pastorear, gusta de ramonear las especies a su alcance, teniendo, además, especial preferencia para los sabores ácidos<sup>57,58</sup>.

Una característica importante en relación con los hábitos alimenticios, es la preferencia de los ovinos de lana por especies de tamaño pequeño, mientras que los ovinos de pelo tienden a tener un patrón opuesto, mostrando un mayor consumo de especies arbustivas, incluyendo leguminosas, probablemente debido a la composición botánica del medio ambiente en el que se alimentan<sup>51</sup>.

Los ovinos pastorean preferencialmente, si es posible escoger, en áreas libres de contaminación con heces; se plantea que esta preferencia puede producirse para evitar la infestación por parásitos<sup>18</sup>.

El estudio de la conducta alimentaria es una herramienta que ayuda a resolver problemas relacionados con la disminución del consumo; por lo tanto, los estudios de etología son cada vez más utilizados para desarrollar modelos de interés

zotécnico<sup>51</sup>. Además una buena comprensión de los patrones de comportamiento natural facilitará el trabajo con los animales<sup>18</sup>.

### 3. JUSTIFICACIÓN

México presenta grandes extensiones con baja o nula productividad debido a numerosas prácticas tradicionales de uso de la tierra, que conllevan a deterioros del equilibrio ecológico y de la capacidad productiva de los suelos<sup>23,31</sup>. Además, la alimentación de los rumiantes en regiones tropicales se basa en el uso de los recursos forrajeros, que se caracterizan por marcadas fluctuaciones estacionales en cantidad y calidad, por la madurez y disponibilidad de agua<sup>20</sup>.

Los sistemas agroforestales, particularmente el silvopastoreo, ofrecen una alternativa sostenible para aumentar los niveles de producción animal con reducida dependencia de los insumos externos<sup>1</sup>. Una opción considerada recientemente para mejorar la alimentación de los ovinos en condiciones tropicales es el empleo de la leguminosa arbórea nativa *G. sepium*, por su aporte de proteína en dietas para rumiantes, además del papel importante que tiene en la conservación de los ecosistemas agrícolas<sup>36,59</sup>. Sin embargo, la información sobre la variación en el valor nutritivo y comportamiento productivo propio del ecotipo nativo de esta leguminosa presente en la selva baja caducifolia del trópico seco de Morelos es limitada. Por lo tanto, se realizó este estudio, en el que se evaluó el comportamiento etológico y productivo de ovinos de pelo, primero pastando un potrero de *Cenchrus ciliaris* solo y luego otro potrero de *Cenchrus ciliaris* asociado con *Gliricidia sepium* mantenida a 1.20 m de altura (aproximadamente 2000 árboles/ha). Además, se evaluó el comportamiento productivo de ovinos en finalización bajo condiciones de

confinamiento, cuando se les suministraron hojas henificadas de *Gliricidia sepium* en sustitución parcial de pasta de soya como fuente de proteína en su dieta.

#### 4. HIPOTESIS.

- La asociación *Cenchrus ciliaris* – *Gliricidia sepium* aumentará la ganancia de peso en pastoreo comparada con *Cenchrus ciliaris* solo.
- La asociación *Cenchrus ciliaris* – *Gliricidia sepium* incrementará el consumo de pasto, consumo de leguminosa y tiempo de rumia en la conducta de pastoreo de ovinos, comparada con la de ovinos que solamente pasten en potreros de *Cenchrus ciliaris*.
- La ganancia diaria de peso, consumo de materia seca y conversión alimenticia será similar entre ovinos finalizados con una dieta a base de heno de hojas de *Gliricidia sepium* en sustitución parcial de pasta de soya como fuente principal de proteína y ovinos finalizados con una dieta a base de pasta de soya como única fuente de proteína.

## 5. OBJETIVOS

### 5.1 Objetivo general

Evaluar la conducta de ovinos que pastorean potreros con *Cenchrus ciliaris* y la asociación *Cenchrus ciliaris* – *Gliricidia sepium* así como su comportamiento productivo. Además evaluar el comportamiento productivo de ovinos finalizados en corral para comparar la sustitución parcial de pasta de soya por heno de hojas de *Gliricidia sepium*.

### 5.2 Objetivos específicos

- Evaluar la ganancia de peso, el consumo de alimento y la conversión alimenticia de ovinos en pastoreo de *Cenchrus ciliaris* solo y en asociación con *Gliricidia sepium*.
- Comparar la conducta de pastoreo de ovinos en praderas de *Cenchrus ciliaris* solo y en asociación con *Gliricidia sepium*.
- Comparar la ganancia diaria de peso, el consumo de materia seca y la conversión alimenticia de ovinos finalizados en corral con dietas a base de pasta de soya y heno de hojas de *Gliricidia sepium* en sustitución parcial de pasta de soya como fuentes principales de proteína.

## **6. MATERIALES Y MÉTODOS.**

### **6.1 Metodología**

El presente estudio se realizó en dos fases. La primera con dos etapas de campo y la segunda con una etapa de campo. Finalmente hubo una fase de laboratorio, para completar los datos obtenidos en campo.

### **6.2 Ubicación**

El estudio en sus etapas de campo tanto pastoreo como estabulación se desarrolló en potreros e instalaciones pertenecientes al Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario (CBTA) No. 194, ubicado en Miacatlán, Morelos. El lugar se encuentra localizado entre los paralelos 18° 45' latitud norte y 99° 21' longitud oeste del meridiano de Greenwich, a una altura de 1,054 msnm. Miacatlán limita al norte con el Estado de México y el municipio de Temixco, Mor.; al sur, con los municipios de Puente de Ixtla, Mazatepec y Tetecala, Mor.; al este, con Xochitepec, Mor., y al oeste con Coatlán del Río, Mor. y el Estado de México. Generalmente manifiesta una precipitación media anual de 800 mm y un clima Aw1, que corresponde al cálido subhúmedo con lluvias en verano; la temperatura media anual varía de 22 °C a 26 °C y la del mes más frío es superior a los 18 °C. Posee suelos poco profundos, de color café claro, correspondiente a phosem haplico y litosol, con un alto porcentaje de pedregosidad<sup>35,60,61</sup>.

### **6.3 Primera fase. Etapa de campo**

Corresponde a la evaluación de la conducta y el comportamiento productivo de ovinos de pelo pastando en un potrero basado en *Cenchrus ciliaris* solo comparado con un potrero establecido con *Cenchrus ciliaris* en asociación con *Gliricidia sepium*.

#### **6.3.1 Desarrollo de la prueba y descripción de tratamientos**

La prueba de comportamiento productivo en pastoreo duró 30 días, que abarcaron los meses de agosto y septiembre de 2009. Se utilizaron 8 corderos machos de la raza Santa Cruz, con pesos iniciales de 22 kg ( $\pm 1.11$ ), que se distribuyeron en los potreros con diferente tipo de forraje. El primer grupo, T1, se pastoreó en el potrero establecido únicamente con pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris*) maduro (completa floración) que se consideró el grupo testigo; el segundo grupo, T2, se pastoreó en el potrero establecido con *Cenchrus ciliaris* maduro (completa floración) de aproximadamente 2 meses de edad más aproximadamente 2000 plantas/ha de *Gliricidia sepium*.

Previamente a la etapa experimental los animales tuvieron un periodo de 15 días para adaptarse al manejo en pastoreo. Se utilizó pastoreo rotacional, caracterizado por 3 – 4 días de ocupación del potrero, de acuerdo con la disponibilidad de forraje, y 27 a 26 días de tiempo de recuperación. Se establecieron divisiones de aproximadamente 20 m<sup>2</sup> con malla borreguera; en cada división se colocaron dos corderos. Los animales se sacaron a pastoreo a las 7:00 hrs y se regresaron al corral a las 18:00 hrs, para encierro nocturno en corral con piso de tierra, pared y techo de

lámina galvanizada. Antes de la introducción de los animales a los potreros, se desparasitaron contra parásitos gastrointestinales con Closantel al 5% en dosis de 1ml/5Kg de peso y se aplicó un complejo polivitamínico B+ADE en dosis de 3ml por animal<sup>62</sup>.

### **6.3.2 Comportamiento etológico en pastoreo**

Después del periodo de adaptación, se realizaron observaciones de los hábitos de pastoreo, utilizando la técnica de Nelson y Furr (1966)<sup>63</sup>, consistente en observar el número de veces en que los animales consumían leguminosa, pasto o agua, rumiaban o descansaban, semanalmente durante tres días consecutivos cada 10 minutos, en un periodo de cuatro horas por la mañana (7:00 – 11:00 hrs) y tres por la tarde (15:00 – 18:00 hrs), para registrar en total 12 días y hacer un total de 42 observaciones por día por animal. Los animales se distribuyeron al azar en cada potrero y se les identificó con número en los costados, utilizando pintura de aceite, para observarlos a una distancia aproximada de 5 metros, se utilizó overol azul oscuro y se hizo en silencio para evitar alterar lo menos posible la conducta de los ovinos.

#### **6.3.2.1 Diseño experimental**

Los animales utilizados se asignaron aleatoriamente a uno de los dos tratamientos. De esta forma se obtuvo un “diseño experimental” completamente aleatorizado con 2 tratamientos y seis repeticiones cada uno.

### 6.3.2.2 Variables de respuesta

Como variables de estudio se registró el número de observaciones de: consumo de forraje (C); rumia (R); parado (P); echado (E) y consumo de agua (CA). Con base en el siguiente etograma.

**Cuadro 3.** Etograma

<b>Actividad</b>	<b>Definición</b>
<b>Consumo de forraje</b>	El cordero permanece con el hocico en contacto con el forraje
<b>Rumia</b>	El cordero mastica repetidas veces el bolo ruminal ya sea parado o echado
<b>Parado</b>	El cordero permanece de pie con las cuatro patas en el piso sin rumiar
<b>Echado</b>	Cordero recostado con ojos abiertos o cerrados
<b>Consumo de agua</b>	El cordero permanece con el hocico adentro del bebedero

### 6.3.2.3 Análisis estadístico

Se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. Para probar la hipótesis nula de que las medias de varias poblaciones son iguales generalmente se utiliza el análisis unilateral de la varianza. Cuando las suposiciones que fundamentan esta técnica no se cumplen, es decir, cuando las poblaciones de las cuales se extraen las muestras no siguen una distribución normal, con varianzas iguales o cuando los datos para el análisis son únicamente jerarquías, es posible utilizar una alternativa no

paramétrica. Quizá el procedimiento mejor conocido es el análisis unilateral de la varianza por jerarquías de Kruskal-Walis<sup>64</sup>, cuyo estadístico de prueba se calcula así:

$$H = \frac{12}{n(n+1)} \sum_{j=1}^k \frac{R_j^2}{n_j} - 3(n+1)$$

Donde:

$k$  = número de muestras

$n_j$  = número de observaciones de la  $j$ -ésima muestra

$n$  = número de observaciones en todas las muestras combinadas

$R_j$  = suma de las jerarquías en la  $j$ -ésima muestra

### 6.3.3 Comportamiento productivo en pastoreo

En forma paralela al estudio de comportamiento etológico en pastoreo se evaluó el comportamiento productivo de los ovinos que participaron en esa prueba y pastorearon los dos tipos de potrero descritos anteriormente: un potrero de pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris*) puro (Tratamiento 1) y otro potrero en asociación con *Gliricidia sepium* (Tratamiento 2) en un establecimiento previamente realizado (dos años antes) con pasto Buffel mas aproximadamente 2000 árboles de la leguminosa por hectárea. Éstos últimos durante su primer año de establecimiento se podaron a una altura de 1.20 m. Los potreros se dividieron con malla borreguera.

Los ovinos fueron cambiados de división a los 3 o 4 días de ocupación, dependiendo de la disponibilidad de forraje. El cambio de realizo cuando el forraje del potreo

presentaba fundamentalmente tallos de aproximadamente 3 a 5 cm sin hojas de acuerdo con las indicaciones de Herrero <sup>57</sup>.

### 6.3.3.1 Diseño experimental

Se consideró como unidad experimental (UE) al par de ovinos, seleccionados en forma aleatoria. El diseño experimental utilizado fue el diseño de reanudación para dos tratamientos, con seis repeticiones y alfa = 0.05, que pertenece a la familia de diseños cruzados, ampliamente utilizados en los trabajos de estudio en pastoreo.

Para facilitar su comprensión se representa en el siguiente esquema:

<i>Secuencia</i>	<i>Periodo de reanudación</i>				
	I		II		III
1	A	→	B	→	A
2	B	→	A	→	B

El diseño de reanudación para dos tratamientos se usa con frecuencia como un anexo al diseño llamado reversible de 2 x 2. Los dos primeros periodos proporcionan la base del diseño cruzado de 2 x 2, mientras que en el tercer periodo los borregos regresaron a los tratamientos utilizados en el primer periodo. Por lo tanto, se tuvieron 6 repeticiones para la estimación de los efectos de diseño y de tratamiento <sup>65</sup>.

### 6.3.3.2 Variables de respuesta

Las variables de respuesta fueron: consumo de materia seca (CMS) y ganancia diaria de peso (GDP).

### **6.3.3.2.1 Estimación del consumo de materia seca**

El consumo de dos animales se estimó por la diferencia de peso de la biomasa de forraje disponible (materia seca) presente antes de la introducción de los animales al potrero y el forraje residual después de que éstos salían del potrero (3 – 4 días de ocupación)<sup>57</sup>. Los muestreos se realizaron de forma aleatoria, utilizando un marco de 25 cm x 25 cm. El forraje se cortó dentro de los límites interiores del marco delimitando exactamente la biomasa que se encontraba dentro de este. Una desventaja de esta técnica consiste en que la precisión depende de las estimaciones correctas de la masa de forraje y su acumulación durante el período de pastoreo, por tanto, es útil para sistemas con periodos de pastoreo relativamente cortos y presiones de pastoreo altas<sup>66</sup>. Las muestras se pesaron en una báscula de plataforma Torrey con capacidad de 10 Kg, enseguida de ser colectadas, e inmediatamente después se sometieron a secado en estufa de aire forzado a 55° C; se registró el nuevo peso y se calculó el porcentaje de humedad y materia seca del material vegetativo. Las muestras se conservaron en bolsas de papel para su posterior análisis en la etapa de laboratorio.

Este método provee datos de consumo por individuo cuando los animales se mantienen separados por potrero; no obstante, para obtener un comportamiento normal en el patrón de pastoreo, los animales deben pastar en grupos con el fin de expresar su comportamiento de hato<sup>57</sup>. Por tal motivo, se utilizaron dos animales por división y se estimó el consumo de materia seca (CMS) por potrero/día.

### 6.3.3.2 Ganancia de peso

Cada 10 días los animales se pesaron por la mañana, antes de ofrecerles el alimento, con un ayuno mínimo de 8 horas, en una báscula de patín con capacidad: 500 Kg, una precisión de  $\pm 250$  g con regla en bronce. Y una medida de la plataforma de hierro de 63x45 cm. La ganancia de peso se calculó a través de la diferencia entre el peso final y el peso inicial, posterior al período de adaptación. La ganancia dividida entre los días de pastoreo permitió obtener la ganancia diaria de peso.

### 6.3.3.3 Análisis estadístico

Se empleó un análisis de varianza para un diseño cruzado. El desglose de las fuentes de variación y grados de libertad, para obtener la suma de cuadrados y cuadrado medio del error, se muestra en el Cuadro 4.

Basado en el modelo lineal para el diseño con dos tratamientos de la ecuación:

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_{ij} + \gamma_k + \tau_d + \lambda_c + \varepsilon_{ijk}$$
$$i, k, d, c = 1, 3 \quad j = 1, 2, 3, 4$$

Donde:

$\mu$  = media general

$\alpha_i$  = efecto de la secuencia

$\beta_{ij}$  = efecto del sujeto aleatorio con media 0 y varianza  $\sigma_b^2$

$\gamma_k$  = efecto del periodo

$\tau_d$  = efecto directo del tratamiento

$\lambda_c$  = efecto acarreado

$\varepsilon_{ijk}$  = error aleatorio independiente con media 0 y varianza  $\sigma^2$

**Cuadro 4.** Componentes del análisis de varianza en el diseño experimental utilizado en la prueba de comportamiento productivo de ovinos en pastoreo.

<i>Fuente de variación</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Cuadrado medios</i>
Total	$Np - 1$	<i>SC Total</i>	
Entre-sujetos:	$n - 1$	<i>SCS</i>	<i>CMS</i>
Secuencia	$(N - n)$	<i>SCW</i>	<i>CMW</i>
Secuencia sujetos-dentro			
Dentro-sujeto:			
Periodo	$p - 1$	<i>SCP</i>	<i>CMP</i>
Tratamientos (directos)	$t - 1$	<i>SCT</i>	<i>CMT</i>
Tratamientos (transferidos)	$t - 1$	<i>SCC</i>	<i>CMC</i>
Error	$(N - 1)(p - 1) - 2(t - 1)$	<i>SCE</i>	<i>CME</i>

#### 6.4 Segunda fase. Etapa de estabulación.

Corresponde a la finalización de los ovinos utilizados en la primer fase, ahora estabulados en forma individual en corral, utilizando dietas isoproteínicas a base de pasta de soya y *Gliricidia sepium* como fuentes de proteína.

#### **6.4.1 Desarrollo de la prueba y descripción de tratamientos.**

El estudio en esta segunda fase tuvo una duración de cuatro semanas, de finales de octubre a finales de noviembre de 2009. Los 8 corderos machos de la raza Santa Cruz previamente utilizados en la primer fase se distribuyeron aleatoriamente en dos tratamientos y se mantuvieron alojados en corrales individuales de 3 m<sup>2</sup> (2m x 1.5m) aproximadamente, con pisos de tierra, paredes de malla borreguera, excepto el límite perimetral que fue de lámina galvanizada, lo mismo que el techo, situado a 3.5 m de altura. Como comedero se utilizó una tina de plástico de 10 Kg aproximadamente, elevada 15 cm del suelo y fija a la malla ciclónica. Como bebedero se utilizó una cubeta de plástico de 15 L aproximadamente, colocada sobre el piso.

Después de una distribución aleatoria y de un periodo de 10 días para adaptarse a la dieta, los animales recibieron los siguientes tratamientos: el primer grupo (T1, n = 4) fue alimentado con un concentrado a base de pasta de soya como fuente proteínica, mientras que el segundo grupo (T2, n = 4) fue alimentado con un concentrado que incluyó heno de hojas de *Gliricidia sepium* en sustitución parcial (50%) de pasta de soya como fuente proteínica. Las dietas (Cuadro 5) fueron isoproteínicas (17% PB) y se ajustaron de acuerdo a los requerimientos nutricionales para ovinos en engorda de 30kg de peso, con una ganancia diaria de 295g establecidos en el NRC, 1985<sup>67</sup>.

**Cuadro 5.** Composición de las dietas utilizadas en la etapa de finalización.

Ingredientes	% Inclusión	
	T1	T2
<b>Pasta de soya</b>	<b>12.00</b>	<b>6.00</b>
<b>Heno de hojas de <i>G. sepium</i></b>	<b>0.00</b>	<b>14.00</b>
Pollinaza	5.00	7.00
Urea	1.00	1.00
Maíz, grano molido	30.00	33.00
Sebo	4.50	4.50
Melaza	4.00	4.00
<i>C. ciliaris</i>	42.00	29.00
Sales minerales	1.00	1.00
Sal común	0.50	0.50

T1= Tratamiento 1, concentrado a base de pasta de soya como fuente proteínica

T2= Tratamiento 2, concentrado que incluyó heno de hojas de *Gliricidia sepium* en sustitución parcial de pasta de soya como fuente proteínica

### 6.4.2 Diseño experimental

Cada ovino se consideró como unidad experimental. El diseño experimental utilizado fue el diseño cruzado, también llamado reversible. Para facilitar su comprensión se representa en el siguiente esquema:

Secuencia	Periodo	
	I	II
1	A →	B
2	B →	A

Cada uno de los tratamientos aparece en cada secuencia y en cada periodo del arreglo de cuadrado latino de 2 x 2. Así, los efectos de los tratamientos no se confunden con los efectos de las secuencias o los periodos.

### **6.4.3 Variables de respuesta**

Las variables de respuesta fueron: consumo de materia seca (CMS), ganancia diaria de peso (GDP) y conversión alimenticia (CA).

#### **6.4.3.1 Estimación del consumo de materia seca**

El alimento se les proporcionó a los animales en dos horarios (a las 10:00 y 17:00 horas), pesándolo justo antes de ser ofrecido. Se tomaron dos muestras del alimento ofrecido en cada tratamiento y se deshidrataron en estufa a 55°C para determinar el porcentaje de humedad y materia seca. El rechazo se les retiraba al día siguiente a las 9:30 horas antes de dar de comer. Realizado el suministro, las muestras de rechazo se llevaron en seguida al laboratorio se colocaron en bolsa de papel y se deshidrataron en estufa a 55°C para determinar el porcentaje de humedad y materia seca. El consumo de materia seca se estimó por diferencia entre la materia seca de lo ofrecido menos la materia seca de los rechazado.

#### **6.4.3.2 Ganancia de peso**

Cada 7 días los animales se pesaron en una báscula de patín (con capacidad: 500 Kg, una precisión de  $\pm 250$  Gr Con Regla en Bronce, medida de la plataforma en hierro: 63x45cm). La ganancia de peso se calculó a través de la diferencia entre el peso final y el peso inicial. La ganancia dividida entre los 7 días permitió obtener la ganancia diaria de peso.

#### 6.4.4 Análisis estadístico

El análisis de varianza y modelo correspondiente fue el mismo utilizado en la primera fase de campo; solamente se modificó el número de periodos, ya que en esta fase se utilizaron dos.

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_{ij} + \gamma_k + \tau_d + \lambda_c + \varepsilon_{ijk}$$

$$i, k, d, c = 1, 2 \quad j = 1, 2, \dots, 8$$

Donde:

$\mu$  = media general

$\alpha_i$  = efecto de la secuencia

$\beta_{ij}$  = efecto del sujeto aleatorio con media 0 y varianza  $\sigma_b^2$

$\gamma_k$  = efecto del periodo

$\tau_d$  = efecto directo del tratamiento

$\lambda_c$  = efecto acarreado

$\varepsilon_{ijk}$  = error aleatorio independiente con media 0 y varianza  $\sigma^2$ .

#### 6.5 Fase de laboratorio

Esta etapa se llevó a cabo en el Laboratorio de Bromatología del Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM.

### 6.5.1 Composición química nutrimental del forraje

En las muestras de forraje colectado según la metodología de muestreo descrita anteriormente, se integró una muestra de forraje por potrero mezclando las submuestras de cada rotación (previamente desecadas). A esas muestras y a las de los dos concentrados utilizados en la segunda fase, se les realizaron las siguientes determinaciones de acuerdo con los métodos establecidos por la A.O.A.C. (1990): porcentaje de humedad (% Hum) (método 930.04), proteína bruta (PB) por el método de Kjeldahl ( $N \times 6.25$ ) (método 955.04) y cenizas (Cen) (por calcinación a  $550^{\circ}\text{C}$ ) (método 930.05)<sup>68</sup>. Las determinaciones de fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA) se realizaron de acuerdo con el método de Van Soest modificado por Waldern (1971)<sup>69</sup>; las de fracciones de proteína (A, B1, B2, B3 y C), de acuerdo con el método de Krishnamoorthy<sup>70</sup>. Los análisis se hicieron por duplicado.

Para obtener la energía metabolizable (EM) y la digestibilidad calculada de la MS de los alimentos se emplearon las ecuaciones 1 y 2 respectivamente<sup>71</sup>.

$$\text{Ecuación 1. } EM \text{ (Mcal / kg MS)} = 3.2534 - (0.0308 \text{ FDA})$$

$$\text{Ecuación 2. } Dig \text{ MS} = 88.9 - (0.799 \text{ FDA})$$

## 7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 7.1 Primera fase. Pastoreo

El comportamiento en pastoreo que manifiesta la especie ovina es resultado de numerosos factores, entre los que figuran, por parte del animal, su selectividad o preferencia hacia las especies vegetales disponibles. Los animales seleccionan el alimento tratando de satisfacer sus necesidades nutrimentales; sin embargo, el tiempo que dedican a caminar, identificar e ingerir especies, rumiar o descansar, está en función de la disponibilidad de dichas especies y de su preferencia, así como de su contenido nutrimental. Por lo anterior, en los resultados del presente estudio, en primer lugar se indica la composición química proximal, fracciones de fibra, fracciones de proteína y estimación del aporte de energía y digestibilidad de los forrajes que consumieron los ovinos todo lo cual se muestran en el Cuadro 6.

#### 7.1.1 Composición nutrimental

*Gliricidia sepium* tuvo una mayor concentración de PB y EM, una menor concentración de FDN y FDA y una mayor digestibilidad de la MS que el pasto Buffel. En este último la proporción de proteína indigestible (fracción C) fue mayor (35.89 % de la PB) que en las hojas de *Gliricidia sepium* (14.65 % de la PB). En cambio, en las hojas de *Gliricidia sepium* la cantidad de nitrógeno no proteínico (fracción A) fue mayor (24.84 % de la PB) que en el pasto Buffel (12.82 % de la PB) (Cuadro 6).

**Cuadro 6.** Composición bromatológica del pasto

Determinación	<i>Cenchrus ciliaris</i>	<i>Gliricidia sepium</i>	Asociación 95/5 %
% MS*	34.5	24.2	34.0
% EE*	8.2	12.1	8.4
% CEN*	9.1	8.1	9.1
% PB*	3.9	15.7	4.5
Fracciones de la proteína*	% A	0.4	0.7
	% B1	0.4	0.4
	% B2	1.1	1.8
	% B3	0.6	0.6
	% C	1.4	1.4
Fracciones de la fibra*	% FDN	68.9	67.5
	% FDA	50.0	49.0
EM Mcal/kg*	1.7	2.3	1.7
% Digestibilidad*	49.0	65.0	49.8

\* Expresadas en Base Seca (BS)

MS=Materia Seca, EE=Extracto Etéreo, CEN=Cenizas, PB=Proteína Bruta

A=nitrógeno no proteico, B1=proteína verdadera soluble, B2=proteína verdadera insoluble, B3=proteína verdadera insoluble en detergente neutro, C=proteína insoluble en detergente ácido.

FDN=Fibra Detergente Neutra, FDA=Fibra Detergente Ácida.

Las fracciones de fibra fueron considerablemente superiores (> 50%) en *C. ciliaris* que en *G. sepium*. Mientras que la digestibilidad estimada fue superior en *G. sepium*. Todo esto, en suma, indica un mayor valor nutritivo de la leguminosa que de *C. ciliaris*.

Benavides<sup>31</sup> consigna que, en América Central, *G. sepium* registró un contenido de MS = 25.1%, de PB = 21.6% y digestibilidad *in vitro* de la materia seca = 59.2%. Comparados con los resultados del Cuadro 5 se desprende que la PB en el presente

estudio fue menor a la reportada por Benavides<sup>31</sup>. Esto se puede deber a que el contenido de nutrimentos se ve afectado por la edad de la planta. En cuanto a la MS, se puede observar que las concentraciones fueron similares a las de aquel estudio. Finalmente, la digestibilidad fue ligeramente mayor en la presente investigación; sin embargo, debe tenerse presente que Benavides<sup>31</sup> obtuvo una digestibilidad *in vitro*, mientras que en el presente estudio la digestibilidad se estimó por medio de la ecuación 2, que toma en cuenta el contenido de FDA.

En el mismo sentido, los resultados obtenidos por García *et al*<sup>33</sup> para *G. sepium* señalan 39.58% MS y 20.01% PB, cantidades superiores a las de la presente investigación. Por el contrario, Gómez *et al*<sup>44</sup> obtuvieron 22% MS y 10.8% PB, composición inferior a la del presente estudio (34.5% MS y 15.7%PB). En las fracciones de la fibra, Gómez *et al*<sup>44</sup> señalan 43.48% y 20.12 para FDN y FDA, respectivamente, lo cual coincide con los resultados del presente estudio para FDN (41.3 %), pero no para FDA (29.9 %). Los resultados de la presente y otras investigaciones confirman que la composición cambia de una región a otra, inclusive de una estación a otra, dentro de la misma especie y región.

García *et al*<sup>72</sup> obtuvieron una digestibilidad *in vitro* de la materia seca de *C. ciliaris* de 40 a 60%, lo cual concuerda con lo estimado en este estudio (48%). Estos investigadores mencionan que el contenido de proteína cruda depende del estado de madurez de la planta. Así, en la etapa de crecimiento activo tiene 19%; durante la formación de espigas, disminuye a 11 %, en el periodo de madurez vegetativa y

durante la época de sequía solamente contiene 8% y en la completa madurez de 2 a 4 %, lo cual es similar a lo hallado en este estudio (3.9% PB). Esto indica que *C. ciliaris* era de muy baja calidad porque estaba en el estado de madurez más avanzado, 100% de las plantas ya habían espigado cuando fueron consumidas por los ovinos en pastoreo, al inicio de la época de sequía.

### 7.1.2 Consumo de MS, ganancia diaria de peso y comportamiento etológico

El NRC <sup>73</sup> señala los siguientes requerimientos para ovinos en crecimiento, a una edad de 4 meses y de maduración temprana (Cuadro 7)

**Cuadro 7.** Requerimientos nutrimentales de la fase de pastoreo

<b>CMS</b>	<b>% PV</b>	<b>GDP</b>	<b>PB</b>	<b>PB T</b>	<b>EM T</b>
0.63	3.16	100	11.1	70	1.51
0.65	3.25	150	12.9	84	1.87
0.83	4.17	200	12.8	106	2.39
1.20	6.00	300	12.4	149	3.44

CMS = Consumo de Materia Seca por día expresada en kilogramos

% PV = Porcentaje de peso vivo

GDP = Ganancia diaria de peso expresada en gramos

PB = Proteína bruta expresada en %

PB T = Proteína bruta total diaria expresada en gramos

EM T = Energía metabolizable total diaria expresada en Mcal

De acuerdo al Cuadro 5, *G. sepium* por si sola podría cubrir las necesidades de PC para satisfacer una GDP de 100 g. pero haría falta un poco de energía. El CMS para lograr esa GDP es de 0.63 kg, según el NRC <sup>73</sup>. Ello significa que al día un borrego

de 20 kg debería consumir 70 g de PB y 1.51 Mcal de EM para ganar 100g (Cuadro 7). En este estudio, los ovinos tuvieron un CMS promedio de  $2.49 \pm 0.37$  kg MS/UE para *C. ciliaris* solo y de  $2.36 \pm 0.71$  kg MS/UE para *C. ciliaris* + *G. sepium*, lo cual sería equivalente a  $1.25 \pm 0.19$  kg MS/animal y  $1.18 \pm 0.35$  kg MS/animal respectivamente, no se encontró diferencia estadística ( $p>0.05$ ). Los ovinos en el primer tratamiento tuvieron un consumo diario estimado de 48.75 g de PB y 2.12 Mcal de EM; para los ovinos en el segundo tratamiento los consumos estimados fueron de 53.10 g de PB y 2.01 Mcal EM.

En ambos tratamientos se sobrepasan las necesidades de EM pero hubo una deficiencia de PB. Esto haría suponer que la GDP no llegó a los 100 g y así fue: la GDP promedio en *C. ciliaris* fue de  $87 \pm 156$  g MS/UE y en la asociación de  $135 \pm 146$  g MS/UE, lo cual sería equivalente a  $43 \pm 78$  g MS/animal y  $68 \pm 73$  g MS/animal, respectivamente. No se detectó diferencia estadística, ( $P>0.05$ ) probablemente debido a la elevada variación. En el T2, la cantidad (5%) de biomasa procedente de la leguminosa fue reducida, en comparación al 95% aportado por el pasto Buffel. Si la relación gramínea – leguminosa aumentara a solo 80 – 20, con sus consumos, la necesidad de PB se cubriría.

Ahora bien, el consumo de MS de los ovinos en *C. ciliaris* solo representó 6.25 % de su P.V. y el de los ovinos en asociación *C. ciliaris* – *G. sepium* 5.9 %. Estos consumos no son descabellados si se considera que el NRC <sup>73</sup> marca 1.20 kg más para alcanzar 300 g de GDP, lo cual representa 6% del P.V. sin embargo los

borregos no alcanzaron ni por mucho tal ganancia, debido a la calidad nutrimental del forraje disponible. Por otro lado, considerando el elevado contenido de fibra y la baja digestibilidad de los forrajes, podría pensarse que habría sido difícil para los borregos alcanzar los consumos. Lo anterior es posible tomando en cuenta que la metodología utilizada para la estimación del CMS en la presente investigación, probablemente subestimó la cantidad de MS correspondiente a especies no seleccionadas, o debida a la presencia de heces y orina, que hicieron que se subestimara la cantidad de forraje residual. Se sabe que el método de la diferencia de forraje disponible en el potrero, antes y después del pastoreo, no es un método preciso para la estimación del consumo de alimento.

El consumo voluntario es uno de los mejores indicadores del valor nutritivo de un alimento para rumiantes, en este sentido Ku *et al*<sup>23</sup> mencionan que la incorporación de niveles crecientes de follaje de especies arbóreas (*G. sepium*; *B. alicastrum*) incrementó el consumo voluntario de materia seca (CVMS) en ovinos Pelibuey. De igual manera Lara *et al*<sup>19</sup> mencionan que se obtuvo mayor consumo de MS en ovejas que pastorearon en un banco de morera, que las ovejas testigo, debido probablemente al aporte de nutriente de la morera y su alta digestibilidad.

Gonzales *et al*<sup>45</sup> obtuvieron un mayor consumo de forraje en ovinos que consumieron una combinación de pasto guinea + 300g/día de hojas de *G. sepium* al compararlo con animales que solo consumieron pasto guinea (451.44 vs 434.24 g/día, respectivamente). Las ganancias de peso conseguidas fueron de 115 y 73

g/día respectivamente. Estos consumos están muy por debajo de los hallados en el presente estudio y la GDP por arriba. Una razón es que los animales intentan contrarrestar el bajo valor nutritivo de la ración por la baja proporción de leguminosa en la mezcla de forraje. Consumiendo más. La conducta en pastoreo de los animales podría ayudar a comprender mejor lo que pudo haber pasado. Los resultados se muestran en el Cuadro 8.

**Cuadro 8.** Comportamiento etológico en ovinos en pastoreo (observaciones).

<b>Variable</b>	<b>T</b>	<b>Media</b>	<b>DE</b>	<b>Prob&gt;[Z]</b>
Consumo	1	107.02	26.99	<b>0.003</b>
	2	129.32	8.05	
Rumia	1	33.56	10.19	<b>0.038</b>
	2	25.50	9.78	
Parado	1	8.22	4.24	0.152
	2	6.89	6.04	
Echado	1	1.72	1.60	0.448
	2	2.44	2.50	
C. Agua	1	2.06	1.11	0.245
	2	1.94	1.34	

T = Tratamiento, DE = Desviación estandar

Puede observarse que hubo más observaciones de consumo en los potreros de *C. ciliaris* + *G. sepium* (129) que en los de *C. ciliaris* (107) ( $P = 0.003$ ). Sin embargo, el CMS estimado fue estadísticamente similar (1.18 vs 1.25 kg, respectivamente) y la GDP tendió a ser mayor en el primer caso (68 vs 43 g). Considerando la mala calidad de *C. ciliaris* disponible en ambos tratamientos es posible que los animales hayan tratado de compensar la mala calidad aumentando su consumo. La ventaja de los ovinos en los potreros asociados con *G. sepium* es que tenían una leguminosa de

buena calidad a su disposición y es probable que el mayor número de observaciones de pastoreo estuviera asociado a la búsqueda y selección de esta leguminosa<sup>74</sup>. Las observaciones de rumia en el primer tratamiento (25.5) fueron estadísticamente menores que en el otro tratamiento (33.6) ( $P = 0.038$ ), lo que probablemente se haya asociado a un forraje menos fibroso y más digestible, como *G. sepium*.

Moura *et al*<sup>51</sup> y Van Soest<sup>52</sup> indican que la forma física y el contenido de paredes celulares de la dieta influyen en la permanencia en los procesos de masticación y rumia. Moura *et al*<sup>51</sup> menciona que el tiempo de rumia parece ser proporcional al contenido de la pared celular. De acuerdo con la composición bromatológica de los forrajes de la presente investigación (Cuadro 6) el contenido de paredes celulares de *G. sepium* es menor (FDN = 41.3%, FDA = 23.6%) al contenido de FDN y FDA en *C. ciliaris* (FDN = 68.9%, FDA = 50%), lo cual confirma la relación indicada por Moura que alimentos voluminosos con alto contenido de paredes celulares tienden a aumentar el tiempo de rumia, lo que concuerda con el presente estudio, ya que los animales que se alimentaron únicamente con *C. ciliaris* (mayor contenido de paredes celulares) presentaron mayor número de observaciones de rumia y menor número de observaciones de consumo.

Es conocido que el consumo que realizan los animales en pastoreo libre depende de múltiples factores como: la composición química de las plantas, tipo de rumiante, disponibilidad del alimento, aparición de espinas en la planta, rugosidad y pubescencia de las hojas, niveles de metabolitos secundarios, etc. Por lo tanto es

importante mencionar la aceptabilidad de *G. sepium* por parte de los animales. En este sentido los resultados coinciden con lo que menciona García *et al*<sup>33</sup> con relación a que *G. sepium* presenta una aceptabilidad por los ovinos calificada como altamente ramoneada.

Las demás variables etológicas medidas no fueron diferentes entre tratamientos ( $P>0.05$ ), se pudo observar que los ovinos al realizar conductas como descanso y rumia permanecieron mayor tiempo en la zona ubicada debajo de las copas de *G. sepium*, dicha área coincide con los espacios de sombra.

## **7.2 Segunda fase. Estabulación**

### **7.2.1 Composición nutrimental de los concentrados**

Los resultados de la composición química proximal, fracciones de fibra, fracciones de la proteína y estimaciones del aporte de energía y digestibilidad de los concentrados que consumieron los ovinos en la segunda fase, se muestran en el Cuadro 9. Se puede observar que ambos tratamientos fueron muy similares en las concentraciones de MS, PB y CEN y difirieron un poco en la concentración de EE (3.2 unidades porcentuales más en T1). El tratamiento 2 tuvo una mayor concentración de FDA (9.9 unidades porcentuales) y FDN (7.9 unidades porcentuales), lo cual se debe a que este tratamiento incluía *G. sepium* que tiene mayor porcentaje de fibra que la pasta de soya. La digestibilidad estimada también fue menor en ese tratamiento. La estimación porcentual de la concentración energética reflejó las diferencias

ocasionadas por la fibra y el EE: 3.1 Mcal EM/kg de MS para T1 y 2.8 Mcal EM/kg de MS para T2. El T1 tuvo proporcionalmente una mayor concentración de nitrógeno no proteínico y proteína de sobrepaso (fracciones A y B3, respectivamente) comparado con T2, mientras que éste tuvo una mayor concentración de proteína verdadera degradada lentamente en rumen y proteína indigestible (fracción B2 y C, respectivamente).

De acuerdo con el NRC<sup>73</sup> ambos tratamientos sobrepasan por mucho los requerimientos de PB de ovinos de 25 Kg de peso con 200 g de GDP, pero la demanda calórica más o menos se encuentra en rango (Cuadro 10).

**Cuadro 9.** Composición química de los concentrados de la fase de estabulación

<b>Determinación</b>		<b>T1</b>	<b>T2</b>
	<b>% MS*</b>	89.7	89.3
	<b>% EE*</b>	16.9	13.7
	<b>% CEN*</b>	6.1	7.0
	<b>% PB*</b>	17.0	17.5
<b>Fracciones de la proteína*</b>	<b>% A</b>	7.0	5.1
	<b>% B1</b>	1.3	0.8
	<b>% B2</b>	5.6	8.2
	<b>% B3</b>	1.4	0.8
	<b>% C</b>	1.6	2.5
<b>Fracciones de la fibra*</b>	<b>% FDN</b>	53.0	60.9
	<b>% FDA</b>	5.0	14.9
<b>EM Mcal/kg*</b>		3.1	2.8
<b>% Digestibilidad*</b>		84.87	76.96

\* Expresadas en Base Seca (BS)

T1=Tratamiento 1, concentrado a base de pasta de soja como fuente proteínica. T2=Tratamiento 2, concentrado que incluyó heno de hojas de *Gliricidia sepium* en sustitución parcial de pasta de soja como fuente proteínica.

MS=Materia Seca, EE=Extracto Etéreo, CEN=Cenizas, PB=Proteína Bruta

A=nitrógeno no proteico, B1=proteína verdadera soluble, B2=proteína verdadera insoluble, B3=proteína

verdadera insoluble en detergente neutro, C=proteína insoluble en detergente ácido.

FDN=Fibra Detergente Neutra, Fibra Detergente Ácida.

**Cuadro 10.** Requerimientos nutrimentales de la fase de estabulación

<b>GDP</b>	<b>CMS</b>	<b>% PV</b>	<b>PB</b>	<b>PB T</b>	<b>EM T</b>
200	1.02	4.06	11.4	116	2.66
225	1.04	4.16	11.9	124	2.85
250	1.06	4.24	12.5	133	3.00

GDP = Ganancia diaria de peso expresada en gramos

CMS = Consumo de Materia Seca por día expresada en kilogramos

% PV = Porcentaje de peso vivo

PB = Proteína bruta expresada en %

PB T = Proteína bruta total diaria expresada en gramos

EM T = Energía metabolizable total diaria expresada en Mcal

## 7.2.2 Consumo de MS, ganancia diaria de peso y conversión alimenticia

El Cuadro 11 muestra los resultados de consumo de MS y de GDP para ambos tratamientos, los resultados fueron similares ( $P>0.05$ ). Asimismo, se presenta el cálculo con base en los datos del Cuadro 9, del consumo total de EM y de PB para ambas dietas.

**Cuadro 11.** Consumo de MS, EM y PB y GDP en estabulación

<b>T</b>	<b>CMS</b>	<b>% PV</b>	<b>EM T</b>	<b>PB T</b>	<b>GDP</b>
T1	0.923 ± 0.179	3.7	2.86	161	234 ± 60
T2	0.961 ± 0.173	3.8	2.69	168	228 ± 57

GDP = Ganancia diaria de peso expresada en gramos

CMS = Consumo de Materia Seca por día expresada en kilogramos

% PV = Porcentaje de peso vivo

EM T = Energía metabolizable total diaria expresada en Mcal

PB T = Proteína bruta total diaria expresada en gramos

T = Tratamiento: 1 = Concentrado a base de pasta de soya, 2 = Concentrado sustitución parcial de *Gliciridia sepium*

El factor que en gran medida determina el consumo de MS de un animal es cubrir la demanda de energía. El Cuadro 10 muestra que para alcanzar una GDP de entre 200 y 225g, un borrego de aproximadamente 25 kg debe consumir 2.66 a 2.85 Mcal/día. Los animales en este estudio tuvieron ganancias promedio de 234 y 228 g/día, para T1 y T2 respectivamente, con consumos de 2.86 y 2.69 Mcal/día, respectivamente. Es decir que los animales ajustaron sus consumos a las densidades calóricas de sus dietas (3.1 y 2.8 Mcal/kg MS, para T1 y T2 respectivamente). Los animales en T1 tuvieron que sacrificar un poco más su capacidad de llenado para cubrir el requerimiento de EM con una dieta altamente calórica, aunque estadísticamente no haya habido diferencias.

Lo que los animales no pudieron ajustar fue el consumo de PB que rebasó por mucho los requerimientos (Cuadro 10 y 11). Esto finalmente representa un estrés metabólico para el animal, pues tiene que deshacerse del N excedente, un desperdicio de dinero y un riesgo innecesario de contaminación ambiental. Sin embargo, la diferencia en el consumo de PB fue de solo 7 g entre tratamientos, lo cual ayudaría a explicar la no diferencia estadística en la GDP.

Clavero *et al*<sup>75</sup> no encontraron diferencias significativas cuando sustituyeron al concentrado por hojas de *G. sepium* (70% heno – 30% concentrado vs 70% heno – 30% *G. sepium* molido) lo cual coincide con lo reportado en esta investigación, y Ríos *et al*<sup>7</sup> mencionan que en términos biológicos es factible sustituir parcialmente el uso de alimento concentrado balanceado por follajes frescos de morera en ovinos

pelibuey en engorda, reduciendo o evitando así el uso de materias primas que son el componente principal de los concentrados.

Finalmente la CA fue de  $4.142 \pm 0.960$  para T1 y de  $4.347 \pm 0.942$  para T2, sin diferencia estadística ( $P > 0.05$ )

**Cuadro 12.** Conversión alimenticia y costos

T	CA	Kg ganado total	Kg de alimento consumido total	Costo de 1Kg de alimento	Costo total / animal
T1	4.142	6.15	25.47	\$2.02	\$51.45
T2	4.347	6.38	27.52	\$1.81	\$49.80

T = Tratamiento: 1 = Concentrado a base de pasta de soya, 2 = Concentrado sustitución parcial de *Gliricidia sepium*

CA = Conversión alimenticia

La diferencia importante radica en el costo por alimentación. El costo de los concentrados fue de \$2.02/kg para T1 y \$1.81/kg para T2. Considerando los cálculos que se presentan el Cuadro 12, engordar a cada uno de los ovinos en el T1 costó \$51.45, mientras que engordar a cada uno de los ovinos en el T2 costó \$49.80, un ahorro de \$1.65 por animal. Si se ajusta el nivel de PB a lo que el animal necesita, el costo podría disminuir aún más.

Los análisis económicos una y otra vez (Ibrahim *et al*<sup>30</sup> Benavides<sup>28</sup>) muestran que hay verdaderos beneficios cuando se utiliza el follaje de leguminosas leñosas en sustitución de fuentes proteínicas tradicionales.

## 8. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente estudio permiten concluir que en las condiciones en pastoreo bajo las cuales estuvieron los ovinos las características productivas (CMS y GDP) son similares en ovinos pastoreando *C. ciliaris* y ovinos pastoreando la asociación *C. ciliaris* – *Gliricidia sepium*.

El comportamiento en pastoreo se modifica en cuanto al número de veces que los animales consumen y el tiempo destinado a la rumia. Los ovinos comen más veces en el potrero de pasto Buffel asociado con *Gliricidia sepium* y destinan menos tiempo a la rumia. El tiempo de descanso, caminando o destinado a otras actividades no es afectado por la asociación del pasto con la leguminosa.

En condiciones de estabulación cuando se sustituye 50 % de pasta de soya por heno de *Gliricidia sepium* en la alimentación de ovinos utilizando dietas isoproteicas, se obtienen similares parámetros productivos (CMS, GDP y CA).

## 9. LITERATURA CITADA

1. Sánchez MD. Sistemas agroforestales para intensificar de manera sostenible la producción animal en Latinoamérica. [Conferencia electrónica] FAO, Departamento de Agricultura y Protección al consumidor, sobre “Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica”. Disponible en:  
<http://www.fao.org/ag/AGA/AGAP/FRG/AGROFOR1.htm>
2. Torres RJA. Respuesta productiva y reproductiva de ovinos alimentados con follaje de arbóreas. Memorias de II Congreso Rentabilidad de la Ganadería Ovina; 2008 abril 9 – 12; Querétaro (Qro.) México; Revista del borrego.
3. Romero LCE. Efecto del pastoreo con ovinos sobre la concentración de taninos condensados en *Gliricidia sepium* (Jacq) Walp en el trópico seco (Tesis de maestría). Colima (Col) México: Universidad de Colima, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, 2000.
4. Rojas H, Coronado L, Hurtado E. Evaluación de la suplementación proteica durante el crecimiento post destete de corderos a pastoreo. Zootecnia Tropical 2005; 23(3): 311-318.
5. Ruiz VT, Flebes PG. Enfoque acerca del trabajo sobre árboles y arbustos desarrollados por el instituto de ciencia animal de Cuba. [Conferencia electrónica] FAO, Departamento de Agricultura y Protección al consumidor, sobre “Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica”. Disponible en:  
<http://www.fao.org/ag/AGA/AGAP/FRG/AGROFOR1.htm>
6. Torres RJA. Rentabilidad de los sistemas silvopastoriles en la producción ovina. Memorias de II Congreso Rentabilidad de la Ganadería Ovina; 2008 abril 9 – 12; Querétaro (Qro.) México; Revista del borrego.
7. Ríos PL, Rondón MZ, B de Combellas J, Álvarez ZR. Uso de morera (*Morus sp.*) y mata ratón (*Gliricidia sepium*) como sustitutos del alimento concentrado para corderos en crecimiento. Zootecnia Tropical 2005; 23(1): 49-60.
8. Rosales MM. Mezclas de forrajes: Uso de la diversidad forrajera tropical en sistemas agroforestales. [Conferencia electrónica] FAO, Departamento de Agricultura y Protección al consumidor, sobre “Agroforestería para la producción animal en

Latinoamérica”.

Disponible

en:

<http://www.fao.org/ag/aga/agap/FRG/AGROFOR1/Agrofor1.htm>.

9. Cuellar A. Perspectivas de la producción ovina en México para el año 2010. La revista del Borrego 2007; 47.
10. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, SAGARPA. Información del sector agroalimentario 2010. SIAP 2010; 166-172
11. Arteaga CJD. Problemática de la ovinocultura en México. Memorias del V Curso: Bases de la Cría Ovina; 2000 agosto 23 – 24; Texcoco (Edo. de Méx) México: Asociación Mexicana de Técnicos y Especialistas en Ovinocultura, AC, 2000:124-127.
12. Cruz CL, Torres HG, Nuñez DR, Becerril PCM. Evaluación de características productivas de corderos Hampshire, Dorset y Suffolk en pruebas de comportamiento, en Hidalgo, México. Agrociencia 2006; 40: 50-60
13. Centro de Estadística Agropecuaria y Dirección General de Ganadería. Situación actual y perspectiva de la producción de carnes en México 1990-2000. Disponible en: <http://www.oeidrus-slp.gob.mx/modulos/biblioteca/pecuario/Situacion%20Act.%20y%20Perspectivas%20de%20la%20Produccion%20Carnes%201990-2000.pdf>
14. Palma JM. Los sistemas silvopastoriles en el trópico seco mexicano. Memorias de XIX Reunión de ALPA y la XXXIII Reunión de la Asociación Mexicana de Producción Animal-AMPA; 2005 octubre 26-28; Tampico (Tamps) México: Asociación Latinoamericana de Producción Animal, AC.
15. Palma JM. Los árboles en la ganadería del trópico seco. Avances en investigación Agropecuaria [en línea] 2005; 9(1). Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=83709101>. ISSN 0188-7890.
16. Camacaro S, Baute N, Machado W. Efecto de la poda y el pastoreo sobre la producción de biomasa de *Gliricidia sepium*. Zootecnia Tropical 2003; 21(4): 399-412.
17. Alvarez MG, Melgarejo VL, Castañeda NY. Ganancia de peso, conversión y eficiencia alimentaria en ovinos alimentados con fruto (semilla con vaina) de parota (*Enterolobium cyclocarpum*) y pollinaza. Revista Veterinaria México 2003; 34: 39-46.
18. Dávila A. Comportamiento productivo y etológico de ovinos pastoreando arvenses de cafetal, comparado con gramíneas con y sin complementación y su efecto en la

- desaparición *in situ* de la materia seca (tesis de maestría). México, D.F. México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2004.
19. Lara PE, Canche MC, Marrufo NB, Sanginés JR. Pastoreo restringido de ovejas Pelibuey en bancos de proteína de morera (*Morus alba*). Pastos y Forrajes 2007; 30(2): 267-277.
  20. Verdoljak JJO, Zórate FP. Uso de leguminosas tropicales en la alimentación de ovinos de pelo. [Conferencia electrónica] Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. 2008. Argentina. Disponible en: <http://www.inta.gov.ar/benitez/info/documentos/pastura/art/past21.htm>
  21. Palma JM, Huerta A. Engorda de ovinos en confinamiento con diferentes niveles de inclusión de heno de *Leucaena leucocephala*. Archivos latinoamericanos de producción animal 2006; 14(3): 95-104.
  22. Ibarra FF, Moreno MS, Martín RM, Denogean BF, Gerlach BLE. La siembra de zacate buffel como una alternativa para incrementar la rentabilidad de los ranchos ganaderos de la sierra de Sonora. Técnica pecuaria en México [en línea] 2005; 43(2): 173-183 Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=61343204#>. ISSN 0040-1889.
  23. Ku VJC, Ramírez AL, Jiménez FG, Alayón JA, Ramírez CL. Árboles y arbustos para la producción animal en el trópico mexicano. [Conferencia electrónica] FAO, Departamento de Agricultura y Protección al consumidor, sobre “Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica”. Disponible en: <http://www.fao.org/ag/aga/agap/FRG/AGROFOR1/Agrofor1.htm>.
  24. Camacaro S, Garrido JC, Machado W. Fijación de nitrógeno por *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium* y *Albizia lebbek* y su transferencia a las gramíneas asociadas. Zootecnia tropical 2004; 22(1): 49-69.
  25. Musalem SMA. Sistemas agrosilvopastoriles: una alternativa de desarrollo rural sustentable para el trópico mexicano. Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente 2002; 8(2): 91-100
  26. Cipaguata HM, Velásquez JE, Gómez JE. Estrategias de implementación y experiencias agrosilvopastoriles con pequeños productores en el piedemonte amazónico colombiano. [Conferencia electrónica] FAO, Departamento de Agricultura y Protección al consumidor, sobre “Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica”. Disponible en:

<http://www.fao.org/ag/AGa/AGAP/FRG/AFRIS/espanol/Document/AGROF99/Cipagaut.htm>.

27. Botero R, Russo RO. Utilización de árboles y arbustos fijadores de nitrógeno en sistemas sostenibles de producción animal en suelos ácidos tropicales. [Conferencia electrónica] FAO, Departamento de Agricultura y Protección al consumidor, sobre “Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica”. Disponible en: <http://www.fao.org/ag/aga/agap/FRG/AGROFOR1/Agrofor1.htm>.
28. Izaguirre FF, Martínez TJJ. El uso de árboles multipropósito como alternativa para la producción animal sostenible. *Tecnología en marcha* 2008; 21(1): 28-40.
29. Arias R. Experiencias sobre agroforestería para la producción animal en Guatemala. [Conferencia electrónica] FAO, Departamento de Agricultura y Protección al consumidor, sobre “Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica”. Disponible en: <http://www.fao.org/ag/aga/agap/FRG/AGROFOR1/Agrofor1.htm>.
30. Ibrahim M, Camero A, Camargo JC, Andrade HJ. Sistemas silvopastoriles en América Central: experiencias de CATIE. Congreso Latinoamericano sobre sistemas agroforestales para la producción agrícola. 1999 octubre 28 al 30; Cali, Colombia. Fundación CIPAV.
31. Benavides JE. Árboles y arbustos forrajeros: una alternativa agroforestal para la ganadería. [Conferencia electrónica] FAO, Departamento de Agricultura y Protección al consumidor, sobre “Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica”. Disponible en: <http://www.fao.org/ag/aga/agap/FRG/AGROFOR1/Agrofor1.htm>.
32. Amendola MRD. Especies forrajeras disponibles en México. Memorias de I Congreso Internacional del borrego “Alternativas de producción ovina ante el incremento de los costos de insumos”; 2009 abril 21 y 22; Pachuca (Hidalgo) México; Revista del borrego.
33. García DE, Medina MG. Composición química, metabolitos secundarios, valor nutritivo y aceptabilidad relativa de diez árboles forrajeros. *Zootecnia Tropical* 2006; 24(3): 233-250.
34. García DE, Medina MG, Humbría J, Domínguez C, Baldizán A, Cova L, *et al.* Composición proximal, niveles de metabolitos secundarios y valor nutritivo del follaje de algunos árboles forrajeros tropicales. *Archivos de Zootecnia* 2006; 55(212): 373-384.

35. Vázquez CC, Ruvalcaba MF, Vergara JS, Cerda ER. Comportamiento agronómico de *Stylosanthes humilis* y *Stylosanthes hamata* en condiciones de trópico subhúmedo. *Técnica Pecuaria en México* 2000; 38(1): 43-49.
36. Bendicho CJ. Suplementación de borregas con leguminosas arbustivas. Exopol-Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia. 2002
37. Giraud M. Buffel grass, el pasto. Marca Líquida Agropecuaria. Argentina. 2003; 13(121): 17-21.
38. Establecimiento de zacate buffel [página de Internet] México. Unión Ganadera Regional de Jalisco. Consulta: febrero 22 del 2011. Disponible en: [http://www.ugrj.org.mx/index.php?option=com\\_content&task=view&id=492&Itemid=140](http://www.ugrj.org.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=492&Itemid=140).
39. Newman Y, González R. Evaluación del pasto buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) Producción bajo diferentes niveles de fertilización y edades al corte. *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)*, 1995; 12: 343-352.
40. Ramírez LRG, Enríquez MA, Lozano GF. Valor nutricional y degradabilidad ruminal del zacate buffel y nueve zacates nativos del NE de México. *Ciencia UANL*, 2001; IV(3): 314-321.
41. Boshier D, Cordero J. Árboles de Centroamérica. Un manual para ayudarles. 1ª ed. OFI/CATIE. 2004. 549-554.
42. Kunth ex Walp. *Gliricidia sepium* 115. *Gliricidia sepium* (Jacq.). *Repertorium Botanices Systematicae*. 1(4): 679. 1842.
43. Gómez ME, Rodríguez L, Murgueitio E, Ríos CI, Rosales MM, Molina CH, *et al.* Árboles y arbustos forrajeros utilizados en alimentación animal como fuente proteica. 3ª ed. Centro de Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria. Colombia; 2002.
44. Gómez ME, Molina CH, Molina EJ, Murgueitio E. Producción de biomasa en seis ecotipos de matarratón (*Gliricidia sepium*). *Livestock Research for Rural Development*. 1990; 2(2)
45. González A, Herrera Y, Mora M, Entrena I. Uso del matarratón *Gliricidia sepium* en la alimentación de ovinos pastoreando bajo cubierta de cítricos. *Memorias de XV Reunión latinoamericana de producción animal; IX Congreso venezolano de zootecnia; 1997 noviembre 24 al 28; Maracaibo, Venezuela.*
46. (shimada)

47. Church DC. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. 2ª ed. México: Limusa. 2003
48. Ruckebusch Y. Fisiología de pequeñas y grandes especies. México: El Manual moderno. 1994.
49. Hodgson J. Nomenclature and definitions in grazing studies. *Grass and Forage Science*. 1979; 34:11-17.
50. Lynch FF, Hinch GN, Adams DB. The behaviour of sheep: Biological principles and implications for production. *CAB International and CSIRO*. Wallingford, UK. 1992.
51. Moura ZA, Santos EM, Ferreira DJ, Lora GA, Lora GG. Comportamiento ingestivo de ovinos e caprinos em pastagens de diferentes estruturas morfológicas. [en línea] Revista Electrónica de Veterinaria REDVET. 2006; 3(4). Disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n040406/040615.pdf> ISSN 1695-7504.
52. Van Soest PJ. Nutritional ecology of the ruminant. 2nd ed. Ithaca: Cornell University Press; 1994; 476p.
53. Dhanda OP, Singh G. Changes in grazing behaviour of native and crossbred sheep in different seasons under semi-arid conditions. *Tropical Animal Health and Production*. 2002; 34: 399-404.
54. Dumont B, Boissy A. Grazing behaviour of sheep in a situation of conflict between feeding and social motivations. *Behavioral Processes*. 2000; 49: 131-138.
55. Boissy A, Dumont B. Interactions between social and feeding motivations on the grazing behaviour of herbivores: sheep more easily Split in subgroups with familiar peers. *Applied Animal Behaviour Science*. 2002; 79: 233-245.
56. Duncan A, Ginane C, Gordn I, Orskov E. Why do herbivores select mixed diets? In: VI international Symposium on the Nutrition of Herbivores. Yucatán, México. 2003.
57. Herrero M, Ramírez A, Joaquin N. Manejo y evaluación de pasturas tropicales. 1ª ed. Centro de Investigación Agrícola Tropical (CIAT). Bolivia. 2001.
58. Mazorra C, Borges G, Blanco M, Marrero P, Borroto A, Sorís A. Influencia de la adaptación al ambiente de pastoreo en la conducta de ovinos integrados a plantaciones cítricas. *Zootecnia Tropical* 2003; 21(1): 57-71.
59. Valle JL. Palma JM. Sangines GL. Biomasa y composición nutricional de la asociación de *Cenchrus ciliaris* – *Gliricidia sepium* al establecimiento. *Avances en Investigación Agropecuaria*, Universidad de colima, México. 2004; 8(2).

60. García E. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köeppen, para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. 4ª ed. México, D.F, México: Instituto de Geografía, UNAM; 1988.
61. Enciclopedia de los municipios de México, estado de Morelos, Miacatlan. [página de Internet]. México. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. Consulta: septiembre 20 del 2010. Disponible en: <http://www.inafed.gob.mx/work/templates/enciclo/morelos/Municipios/17015a.htm>
62. Thomson PLM. REFERVET rumiantes y equinos. Guía básica de referencia de especialidades veterinarias. 2008.
63. Nelson AB, Furr's RD. Interval of observation of grazing habits of range beef cows. J. Range Manage. 1966. 19:26-29
64. Daniel WW. Bioestadística. Base para el análisis de las ciencias de la salud. 4ª ed. Limusa. 2008.
65. Kuehl RO. Diseño de experimentos. 2ª ed. The University of Arizona. Thomson Learning. 2001.
66. Meijs JAC, Walters RJ, Keen A. Sward methods. En: J D Leaver ed. Herbage intake handbook, The British Grassland Society; 1982; 11-36.
67. National Research Council, 1985. Nutrient requirements of domestic animals: Nutrient requirements of sheep. 6<sup>th</sup> ed. *National Academy Press*. USA
68. AOAC. Official Methods of Analysis. 15<sup>th</sup> Edition. USA. *Association of Official Analytical Chemists*. 934.01, 954.01, 962.09, 920.29, 942.05. 1990.
69. Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA. Methods for dietary fiber, neutral fiber and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*; 1991; 74:3588–3597.
70. Krishnamoorthy U, Muscato TV, Sniffen CJ, Van Soest PJ. Nitrogen Fraction in selected feedstuffs JDari Sci 1982; 65:217-225.
71. National Research Council, 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. 7<sup>th</sup> ed. *National Academy Press*. Washington DC. USA.
72. García DG, Ramírez LR, Foroughbakhch R, Morales RR, García DG. Valor nutricional y digestión ruminal de cinco líneas apomíticas y un híbrido de pasto buffel (*Cenchrus ciliaris* L.). *Técnica Pecuaria en México*. 2003; 41(2): 209-218.

73. National Research Council, 2007. Nutrient requirements of small ruminants: Sheep, goats, cervids and new world camelids. *National Academy Press*. Washington DC. USA.
74. Blackshaw JK. Chapter 4: Grazing animal management and behaviour. Notes of some topics in applied behavior. 3<sup>er</sup> edition. Disponible en : <http://www.animalbehaviour.net/JudithKBlackshaw/JKBlackshawCh4.pdf>
75. Clavero T, Bolívar M, Razz R, Araujo O y Rodríguez A. Sustitución de concentrado por hojas de *Gliricidia sepium* y su efecto sobre el consumo y balance de nitrógeno en ovinos. *Rev. Fac. Agron. LUZ*. 1995; 13(4): 381-385