



**COLEGIO DE POSTGRADUADOS**  
INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

**CAMPUS VERACRUZ**  
POSTGRADO EN AGROECOSISTEMAS TROPICALES

**CONSUMO VOLUNTARIO Y CALIDAD DE LA DIETA DE  
CORDERAS PELIBUEY EN UN SISTEMA SILVOPASTORIL CON**  
*Digitaria eriantha Steudel Y Guazuma ulmifolia Lam.*

**VIVIANA VALENZUELA GONZÁLEZ**

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE

**MAESTRA EN CIENCIAS**

TEPETATES, MANLIO FABIO ALTAMIRANO, VERACRUZ  
2013

La presente tesis, titulada: **Consumo voluntario y calidad de la dieta de corderas Pelibuey en un sistema silvopastoril con *Digitaria eriantha* Steudel y *Guazuma ulmifolia* Lam.**, realizada por la alumna: **Viviana Valenzuela González**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRA EN CIENCIAS  
AGROECOSISTEMAS TROPICALES

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO:



\_\_\_\_\_  
DRA. SILVIA LÓPEZ ORTIZ

ASESOR:



\_\_\_\_\_  
DR. PABLO DÍAZ RIVERA

ASESOR:



\_\_\_\_\_  
DR. EFRAÍN PÉREZ RAMÍREZ

ASESOR:



\_\_\_\_\_  
DRA. MÓNICA DE LA CRUZ VARGAS MENDOZA

ASESOR:



\_\_\_\_\_  
DR. JUAN SALAZAR ORTIZ

Tepetates, Veracruz, México, 28 de junio de 2013

**CONSUMO VOLUNTARIO Y CALIDAD DE LA DIETA DE CORDERAS  
PELIBUEY EN UN SISTEMA SILVOPASTORIL CON *Digitaria eriantha* Steudel  
Y *Guazuma ulmifolia* Lam.**

Viviana Valenzuela González, MC.

Colegio de Postgraduados, 2013

Se estimó el consumo de materia seca, la calidad nutritiva de la dieta y el comportamiento de ovinos bajo pastoreo–ramoneo en un sistema silvopastoril intensivo conformado por *Digitaria eriantha* Steudel y *Guazuma ulmifolia* Lam., en comparación con un monocultivo de *D. eriantha*, en dos épocas del año. Se utilizaron 12 ovinos hembras de raza Pelibuey, con 6.3 meses de edad y  $23.74 \pm 3.5$  Kg PV, distribuidos al azar en dos tratamientos: pradera de *D. eriantha* (M) y la asociación de *D. eriantha* y *G. ulmifolia* (SP). El consumo voluntario de materia seca difirió por el efecto de la interacción de tratamiento y época ( $P = 0.049$ ), siendo igual entre tratamientos durante la seca ( $59.2 \pm 6.2$  y  $60.2 \pm 9.2$  g MS/kg  $PV^{0.75}$ ) y en nortes mayor en M ( $54.2 \pm 9.5$  y  $41.2 \pm 7.0$  g MS/kg  $PV^{0.75}$ ). La calidad de la dieta en el SP tendió a tener mayor cantidad de nutrientes en seca, disminuyendo su calidad en los nortes y por lo contrario en M. El tiempo que los animales dedicaron al consumo varió entre tratamientos ( $P = 0.039$ ). Hubo mayor tiempo dedicado al consumo en M ( $7.2 \pm 0.9$  h;  $P = 0.006$ ) en comparación con el SP ( $7.0 \pm 1.1$  h;  $P = 0.006$ ). Se concluye que el consumo de materia seca en SP es bajo y su mayor aporte en nutrientes es la época seca y depende de la época del año y que bajo las condiciones de esta investigación, los animales dedican mucho menos tiempo al consumo.

Palabras clave: Consumo voluntario, sistemas silvopastoriles, ovinos Pelibuey.

**VOLUNTARY INTAKE AND DIET QUALITY OF PELIBUEY LAMBS IN A  
SILVOPASTORAL SYSTEM WITH *Digitaria eriantha* Steudel AND  
*Guazuma ulmifolia* Lam.**

Viviana Valenzuela González, MC.

Colegio de Postgraduados, 2013.

Dry matter intake, dietary nutritional quality and the time sheep spent grazing and browsing were assessed in an intensive silvopastoral system consisting of *Digitaria eriantha* and *Guazuma ulmifolia*. The results were compared to those from a monoculture of *D. eriantha* between two seasons. Twelve female Pelibuey sheep having 6.3 months of age and  $23.74 \pm 3.5$  kg live weight were assessed and were randomly distributed between two treatments: pastures of *D. eriantha* (M) and those of *D. eriantha* associated with *G. ulmifolia* (SP). Voluntary intake of dry matter was influenced by the interaction between treatment and season ( $P = 0.049$ ), being equal between treatments during the dry season ( $59.2 \pm 6.2$  and  $60.2 \pm 9.2$  g MS/kg PV<sup>0.75</sup>) and higher during the windy season in treatment M ( $54.2 \pm 9.5$  and  $41.2 \pm 7.0$  g MS/kg PV<sup>0.75</sup>). Dietary quality in treatment SP improved due to more nutrients during the dry season, but declined during the windy season and in treatment M. The time dedicated to consumption by animals differed between treatments ( $P = 0.039$ ). Animals spent more time consuming in treatment M ( $7.2 \pm 0.9$  h), compared to treatment SP ( $7.0 \pm 1.1$  h) ( $P = 0.006$ ). Dry matter intake in treatment SP was low and there was greater nutrient intake during the dry season. Results depend on season and that under the conditions of this study animals spent less time consuming in silvopastoral systems.

Keywords: Voluntary intake, silvopastoral systems, Pelibuey sheep.

## **DEDICATORIA**

### **A MIS PADRES**

**María del Socorro González Mauleón**

**Gilberto A. Valenzuela Barrios**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, por brindarme salud y entereza para cumplir mis metas.

A mis padres María del Socorro González y Gilberto A. Valenzuela por apoyarme y aconsejarme siempre.

A Javier A. Benítez Hernández por estar a mi lado en los buenos y malos momentos, por ser esa mano amiga que me sujetó e impulsó.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por la beca brindada para realizar mis estudios de Maestría en Ciencias en el Colegio de Postgraduados.

Al Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz por abrirme las puertas y contribuir a mi formación profesional.

A la LPI-2 Agroecosistemas Sustentables del Colegio de Postgraduados por el financiamiento parcial para esta investigación.

A la Dra. Silvia López por sus sabios consejos, por creer en mí y en especial por brindarme su amistad y confianza.

A los miembros de mi Consejo Particular por aceptar ser parte de este equipo y por las lecciones que tuve de cada uno de ustedes.

A los Doctores Jesús Jarillo Rodríguez y Epigmenio Castillo por el apoyo brindado y gratos consejos durante mi estancia en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical (CEIEGT), perteneciente a la Facultad de

Medicina Veterinaria y Zootecnia, de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Al personal de ganadería, borreguera y laguna de Campus Veracruz, Carmen, Basilio, Juan, José Luis, Vicente, Ricardo, Sergio y Emilio por su apoyo y compañía cada día del periodo experimental, pero sobre todo GRACIAS por brindarme su amistad.

A Paco, Luis, Silvestre y Eleonora, por su apoyo incondicional en la etapa de campo.

A Lucy, Kary y Elias compañeros y amigos que tuve la oportunidad de conocer durante mi estancia en el CEIEGT, los cuales me apoyaron en la realización de los análisis de laboratorio.

A la Dra. Magdalena Crosby y a todo el personal del Laboratorio de Nutrición Animal del Campus Montecillo, por su apoyo en la realización de los análisis.

A todos mis compañeros, personal administrativo y amigos del Colpos Veracruz, que tuve la oportunidad de conocer durante mi paso por esta institución y que fueron un apoyo importante para concluir esta etapa. **GRACIAS** Eloisa, Lucero, Griselda, Teacher Gloria, Laura, Fabiola, Rosario, Suemy, Alonso, Anabel, Héctor Chalate, Anahí, Luis Eduardo, Maribel, Ingrid, Susana, Elba, Maira, Sr. Jorge, Oliverio, María y Rebeca.

## CONTENIDO

	<b>Página</b>
1. <b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
2. <b>REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	5
2.1 Sistemas Silvopastoriles.....	5
2.1.1 Beneficios de los sistemas silvopastoriles.....	6
2.1.2 Productividad.....	8
2.1.3 Oferta y calidad del forraje en sistemas silvopastoriles.....	9
2.2 Consumo voluntario del ganado en pastoreo.....	11
2.2.1 Consumo de materia seca en sistemas silvopastoriles.....	12
2.2.2 Consumo de forraje de ovinos en pastoreo	13
2.3 Factores que afectan el consumo voluntario en pastoreo.....	14
2.3.1 Factores inherentes al animal.....	15
2.3.2 Factores inherentes a la dieta.....	17
2.3.3 Factores ambientales.....	20
2.4 Estimación del consumo voluntario en pastoreo.....	22
2.4.1 Métodos para estimar el consumo voluntario.....	22
2.4.2 Óxido de Cromo como marcador externo para estimar consumo voluntario en pastoreo.....	23
2.5 Comportamiento ingestivo.....	24
3. <b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	26
3.1 Económica.....	27



3.2	Ambiental.....	28
3.3	Tecnológica y científica.....	28
4.	<b>HIPÓTESIS Y OBJETIVOS</b> .....	29
4.1	Hipótesis general.....	29
4.1.1	Hipótesis particulares.....	29
4.2	Objetivo general.....	30
4.2.1	Objetivos particulares.....	30
5.	<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	31
5.1	Sitio experimental.....	31
5.2	Épocas y periodo experimental.....	31
5.3	Animales experimentales.....	32
5.4	Tratamientos.....	32
5.5	Preparación de los potreros.....	33
5.6	Procedimiento experimental.....	34
5.6.1	Disponibilidad diaria de forraje.....	34
5.6.2	Periodo de adaptación.....	34
5.6.3	Periodo de evaluación.....	35
5.7	Variables evaluadas y su medición.....	36
5.7.1	Consumo total de materia seca.....	36
5.7.2	Calidad nutritiva de los forrajes.....	37
5.7.3	Composición botánica de la dieta y comportamiento ingestivo..	38
5.8	Análisis estadístico.....	38

6.	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	40
6.1	Disponibilidad de forraje.....	40
6.2	Consumo voluntario de materia seca.....	43
6.3	Calidad nutritiva de los forrajes.....	47
6.4	Aporte nutricional.....	50
6.5	Comportamiento ingestivo.....	52
7.	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	57
8.	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	60

## INDICE DE CUADROS

	<b>Página</b>
Cuadro 1. Consumo voluntario de ovinos en el monocultivo ( <i>Digitaria eriantha</i> ) y en el sistema silvopastoril ( <i>Digitaria eriantha</i> y <i>Guazuma ulmifolia</i> ), en las épocas de nortes y seca.....	44
Cuadro 2. Calidad nutricional del forraje en el monocultivo ( <i>Digitaria eriantha</i> ) y en el sistema silvopastoril ( <i>Digitaria eriantha</i> y <i>Guazuma ulmifolia</i> ) en las épocas de nortes y seca.....	48

## INDICE DE FIGURAS

	<b>Página</b>
Figura 1 Disponibilidad diaria de forraje total en 20.14 m <sup>2</sup> en el monocultivo ( <i>Digitaria eriantha</i> ) y en el sistema silvopastoril ( <i>Digitaria eriantha</i> y <i>Guazuma ulmifolia</i> ), en las épocas de nortes y seca.....	41
Figura 2 Disponibilidad diaria de los componentes del sistema silvopastoril en 20. 14 m <sup>2</sup> , durante los cinco días experimentales, en las épocas de nortes y seca.....	42

## 1. INTRODUCCIÓN

En condiciones tropicales, la alimentación del ganado se basa principalmente en el consumo de forraje en pastoreo (Betancourt *et al.*, 2003). En estas condiciones, la superficie dedicada a la ganadería ha sufrido una disminución en su cobertura arbórea, debido a los efectos de las diferentes prácticas de manejo del suelo, que el hombre ha venido realizando a través del tiempo (Milera *et al.*, 2004). Las condiciones ambientales que prevalecen en las regiones tropicales sobre todo la estacionalidad de la precipitación, que se extiende de 4 a 8 meses dependiendo de la zona, limitan la disponibilidad de forraje a solo una parte del año y afecta considerablemente la calidad nutricional, debido a la rápida maduración de los pastos, lo cual trae como consecuencia que el ganado en pastoreo no cubra sus requerimientos nutricionales.

De esta manera, si la producción de los rumiantes depende de su capacidad para consumir y extraer energía del alimento (Allen, 1996) y si la ingesta de alimento no es suficiente, el organismo utiliza sus reservas corporales disminuyendo su peso corporal (Combellas, 1997). Por tanto, el abastecimiento de materia seca en cantidades necesarias y de la calidad nutritiva requerida para alcanzar un objetivo de producción, es primordial para asegurar los índices de producción del ganado.

Una manera de solucionar este problema es implementar sistemas silvopastoriles que son asociaciones de árboles o arbustos leñosos perennes, con gramíneas y animales (Pezo e Ibrahim, 1998). Estos árboles tienen varios propósitos dentro de

los cuales está producir forraje que es el más importante, ya que podrían mejorar la calidad nutricional de la dieta del ganado (Giraldo, 1999; Beer *et al.*, 2003). En éstos, las plantas leñosas perennes (árboles y/o arbustos) complementan la alimentación del ganado e incrementan la disponibilidad de forraje durante el año y la productividad del sistema (Giraldo, 1999). Sin embargo; para lograr los objetivos productivos, es necesario conocer el aporte de materia seca y de nutrientes del sistema silvopastoril a la dieta del ganado para tomar decisiones de manejo nutricional.

La calidad del forraje es primordial, ya que a medida que la calidad disminuye, lo hace la digestibilidad y por consiguiente baja el consumo por los animales, por lo mismo la productividad se ve limitada (Ramírez *et al.*, 1999). Por tanto, el abastecimiento de materia seca en cantidades necesarias y una buena calidad del forraje ofrecido, influye en la producción animal para alcanzar y asegurar un objetivo productivo.

El consumo voluntario de materia seca, junto con la calidad nutritiva, son los principales factores que determinan la productividad de los rumiantes (Mejía, 2002; Lippke, 2002); este consumo está en función de los requerimientos nutricionales y en el ganado ovino como en otras especies, el consumo varía según el estado fisiológico (Do Nascimento *et al.*, 2009). La capacidad física del animal se ve afectada por el estado fisiológico, por citar un ejemplo, una hembra en su primer tercio de lactación consumirá más forraje. Por esta razón, se

observan diferentes niveles de consumo por efecto de la variación de los requerimientos del animal (Bonilla-Cárdenas, 2000). A mayores requerimientos nutricionales, mayor será el consumo de materia seca que realice el animal.

El consumo voluntario de materia en condiciones de pastoreo es difícil de estimar debido a los diferentes factores que intervienen en su regulación, factores ambientales, factores inherentes a la dieta y factores inherentes al animal que dependen del estado fisiológico (Araujo, 2005; Barahona y Sánchez, 2005). Esta dificultad ha llevado a desarrollar diferentes técnicas para estimar el consumo voluntario de materia seca en animales en pastoreo (Lippke, 2002); entre las diferentes técnicas que existen para medir el consumo en pastoreo están las que se basan en el forraje, en el animal y en el comportamiento ingestivo de estos. Entre los que se basan en el forraje, está el corte de forraje antes y después del pastoreo (Macon *et al.*, 2003), sin embargo, éste es muy inexacto y no se puede estimar el consumo individual a menos que haya una parcela para cada animal. Los que se basan en el comportamiento ingestivo está el que define el consumo diario como el producto del tamaño de bocado, la tasa de consumo y el tiempo de pastoreo, sin embargo, todas estas variables que toma en cuenta pueden tener errores muy considerables. Y finalmente los que se basan en el animal, que utilizan las heces excretadas (Rodríguez *et al.*, 2007) y la digestibilidad del forraje consumido. No obstante, estimar la cantidad individual de heces producidas es un procedimiento difícil y que tiene sus implicaciones dependiendo del método a utilizar. Entre los métodos para medir las heces producidas está el uso de arneses

en los animales, aunque este es un procedimiento muy incómodo que puede llegar a afectar su comportamiento en pastoreo. Un procedimiento más preciso para esto son los marcadores (internos y externos) (Lippke, 2002) y dentro de estos se pueden encontrar el Cromo e Iterbio como marcadores externos y los Alcanos como internos.

Por tanto, el objetivo de esta investigación fue estimar el consumo de materia seca, observar el tiempo de pastoreo y estimar la calidad nutritiva del forraje disponible a corderas Pelibuey bajo pastoreo – ramoneo en un sistema silvopastoril intensivo, conformado por *Digitaria eriantha* Steudel y *Guazuma ulmifolia* Lam., comparándolo con un monocultivo de *D. eriantha* Steudel en dos épocas del año.



## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Sistemas Silvopastoriles

Los sistemas agroforestales son la combinación de diversas técnicas ecológicamente viables, que implican el manejo de árboles o arbustos, cultivos alimenticios y/o animales en forma simultánea o secuencial, que garantizan a largo plazo una productividad aceptable y aplicando prácticas de manejo compatibles con la población local (Musálem-Santiago, 2002). Los sistemas silvopastoriles (SSP) constituyen una modalidad de los sistemas agroforestales.

La palabra *silvopastoril* proviene de los vocablos *silvo* que significa “bosque” y *pastoril* que significa “herbáceo o forrajero”, ambos son los componentes primarios de los sistemas silvopastoriles (CIPAV, 2009), que son asociaciones de árboles o arbustos leñosos perennes, gramíneas y animales (Torres, 1983; Pezo e Ibrahim, 1998). En ciertas condiciones, se dan asociaciones en las que hay un componente agrícola (cultivos anuales) en cuyas unidades de suelo se efectúa el pastoreo después de la cosecha del cultivo, a estas asociaciones se les ha denominado como agrosilvopastoriles (Musálem-Santiago, 2002).

En estos sistemas, las gramíneas pueden ser rastreras o de crecimiento erecto, los árboles y arbustos pueden ser leguminosos o no y los animales se alimentan de los componentes y productos vegetales (Santana, 1998). Somarriba (1992) agrega que en esta opción de producción pecuaria los tres grandes componentes interactúan bajo un sistema de manejo integral, tendiente a incrementar la

productividad y el beneficio neto del sistema a largo plazo. En este manejo, el suelo es un componente importante ya que es la base de la producción y las asociaciones adecuadas de especies vegetales tienden a protegerlo y mejorarlo (Casanova *et al.*, 2007).

Estos tipos de sistemas de producción se practican desde la antigüedad en casi todas las culturas del mundo y en la actualidad se están impulsando nuevamente por la necesidad de encontrar alternativas tecnológicas para incrementar la productividad y conservar los recursos naturales (Martínez-Martínez, 2010).

### **2.1.1 Beneficios de los sistemas silvopastoriles**

En general, los sistemas agro y silvopastoriles contribuyen en la conservación del recurso agua, al secuestro de carbono y gases de efecto invernadero y a la conservación de la biodiversidad (Ávila *et al.*, 2001; Mora, 2009; Alonso, 2011) y del suelo (Casanova *et al.*, 2007). Además ayudan al mantenimiento de la estabilidad de los ecosistemas, ya que aumentan la resiliencia de los mismos y su sostenibilidad (Lok *et al.*, 2007) y son medios para mantener árboles en paisajes agrícolas (Andrade *et al.*, 2008).

Los SSP brindan múltiples beneficios ambientales (Mahecha, 2002; Izaguirre y Martínez, 2007; Andrade *et al.*, 2008), ya que representan una opción de producción menos agresiva con el ambiente (Ibrahim *et al.*, 2007). En estos la

energía solar se utiliza más eficientemente por la biomasa vegetal, debido a la estratificación vertical de los componentes vegetativos del sistema (Rincón, 1995).

De forma similar, la estratificación vertical del sistema radical de las diferentes especies de plantas favorece la utilización y reciclaje de nutrientes del suelo (Casanova *et al.*, 2007); además este sistema radical protege al suelo de la erosión severa (Andrade *et al.*, 2008), así también al ocupar diferentes horizontes, las raíces mejoran la amplitud de absorción de los nutrimentos esenciales (Botero y Russo, 2008) y contribuyen a la fertilidad y recuperación de los suelos de las regiones donde son implementados estos sistemas (Lok *et al.*, 2007; Crespo, 2008).

Si los árboles empleados son leguminosos, fijan nitrógeno atmosférico, lo que también contribuye a mejorar la fertilidad del suelo (Campos *et al.*, 2010), esta fijación es el resultado de la simbiosis entre las plantas y microorganismos presentes en el suelo (Alonso, 2011; ACOVEZ, 2012). Este aporte de nitrógeno al sistema es importante, ya que reduce las necesidades de fertilización nitrogenada en los suelos.

En lo económico, el costo por control de arvenses bajo los árboles se reduce con el pastoreo, se aminora la masa de especies herbáceas debido al consumo de los animales (Rincón, 1995). La diversificación de los productos mejoran la economía familiar (Ruíz, 2007), y existe un posible incremento del egreso total de productos por unidad de área de suelo, siendo mejor que en un sistema productivo de

monocultivo. Bajo una buena administración, la diversificación se traduce en una variedad de oportunidades para el mercado, estimulando el desarrollo de la economía rural (Izaguirre y Martínez, 2007). En las unidades ganaderas se reduce la compra de insumos, debido al aporte de nutrientes en la dieta, lo que hace que ese costo de producción sea menor y sea una actividad rentable para el productor.

### **2.1.2 Productividad**

En los SSP interactúan productores primarios (árboles, gramíneas y otras arvenses herbáceas) y consumidores (animales herbívoros). Lo cual hace que la producción total de biomasa sea siempre mayor que en el monocultivo (Santana, 1998; Alonso, 2011). Además, esta asociación también favorece la diversificación del forraje, la diversidad de plantas y permite optimizar la producción de manera sostenida (Casanova *et al.*, 2007; Izaguirre y Martínez, 2007). Con la presencia de árboles la producción de biomasa es más estable durante todo el año (Lok *et al.*, 2007), se mejora el aprovechamiento del espacio vertical, tanto aéreo como subterráneo que ayuda al reciclaje de nutrientes, y hay un uso óptimo de la energía solar (Giraldo, 1999). La integración de árboles contribuyen a la sustentabilidad de estos sistemas (Aguilar-Pérez, 2010) y en suelos pobres en nutrientes ayudan a mejorarlo (Alonso *et al.*, 2003; Izaguirre y Martínez, 2007). Todas las interacciones que se producen entre los componentes durante la utilización del sistema determinan su capacidad productiva (Alonso, 2011).

Los SSP crean condiciones que incrementan la productividad animal (Alonso *et al.*, 2003). Con su sombra crean un microclima favorable para los animales que en los sistemas tradicionales de monocultivo no suceden (Sánchez y Ojeda, 2004; Murgueitio e Ibrahim, 2004). Un microclima favorable tiene un efecto positivo en el confort de los animales ayudando a disminuir el estrés por calor (Ceballos *et al.*, 2011), lo cual se traduce en la disminución del gasto de energía para enfriar el organismo.

### **2.1.3 Oferta y calidad nutritiva del forraje en sistemas silvopastoriles**

Los árboles y arbustos en los pastizales aumentan la calidad y la cantidad de forraje disponible para los animales (Alonso *et al.*, 2003). En estos se favorece la diversidad de especies de plantas con distintos tipos de crecimiento y fenología, creando un ambiente con una variedad de forrajes con calidad nutricional variada (Velázquez, 2008; Alonso *et al.*, 2011). Ello permite a los animales complementar su dieta y una mayor posibilidad de llenar sus requerimientos nutricionales y alcanzar su potencial productivo (Provenza, 1996; Velázquez-Martínez *et al.*, 2010). Esta capacidad del ganado de seleccionar una mejor dieta, no es posible en sistemas basados en el monocultivo de gramíneas.

Bajo un manejo adecuado, la disponibilidad de forraje en los SSP puede incrementarse debido a la combinación de fenologías distintas entre las especies de plantas presentes, facilitando que la disponibilidad de alimento y la cosecha de forraje sean más constantes a lo largo del año (Provenza, 1996; Córdoba *et al.*,

2010). Mahecha *et al.* (2001), indicó que la disponibilidad y calidad de forraje en un SSP fue más estable en el año, en comparación con el monocultivo de la gramínea; de igual forma la disponibilidad y calidad de la gramínea mejora con la presencia de arbustos (Alonso, 2011).

Los rumiantes tienen la capacidad de aprendizaje para llegar a seleccionar alimentos que satisfagan sus necesidades nutricionales, regulando su consumo de alimentos que contienen toxinas (Freeland y Janzen, 1974). Así, en sistemas de pastoreo donde prevalece una variedad de fuentes de forraje, los rumiantes pueden seleccionar una dieta nutritiva a partir de esa variedad de especies de plantas (Vallentine, 1990; Provenza, 1996).

Los componentes arbustivo y arbóreo brindan recursos alimenticios de alta calidad, ya que el follaje de los árboles se caracteriza por tener un alto contenido de proteína cruda (hasta 35%), duplicando el contenido de las gramíneas tropicales, contienen fibra larga, nitrógeno no proteico (NNP) y grasa (Russo y Botero, 2005).

El contenido de proteína cruda y de energía metabolizable del follaje bajo el dosel tiende a incrementarse comparado con el forraje en monocultivos de pastos (Belsky, 1994). La respuesta del crecimiento de las gramíneas bajo sombra, se asocia al aumento de la disponibilidad de N para las plantas (Carvalho *et al.*, 2004), y la disponibilidad de la luz (dependiendo de la espesura del dosel).

Conforme aumente la calidad del forraje, el consumo por el animal irá en aumento.

## **2.2 Consumo voluntario del ganado en pastoreo**

El consumo de forraje es el principal factor que determina el desempeño y rendimiento de los animales en pastoreo (Illius y Jessop, 1996; Mejía, 2002; Carvalho *et al.*, 2007), y se puede definir como el peso de materia seca consumido por un animal o grupo de animales durante un período determinado de tiempo, en condiciones de libre acceso a los alimentos (Forbes, 2007).

El consumo voluntario es una variable compleja que incluye en la búsqueda de alimento, el reconocimiento del mismo y los movimientos necesarios para alcanzarlo, la valoración sensorial, la cosecha y la ingestión (Ramírez-Pérez *et al.*, 2000). En última instancia, es un fenómeno psicológico que implica la integración de diversas señales sensoriales y refleja la flexibilidad de los sistemas biológicos que evolucionaron para hacer frente a la variabilidad de alimento en la naturaleza, la composición nutricional de los mismos y el estado fisiológico de los animales (Illius y Jessop, 1996). Señales sensoriales que involucran las interacciones entre los sentidos del gusto y del olfato principalmente (Provenza, 1995).

En todos los animales, la demanda diaria de nutrimentos debe ser cubierta por el alimento disponible o proporcionado en comedero. La capacidad del alimento para este fin depende de dos aspectos importantes: a) la calidad nutricional y b) la

cantidad consumida por el animal (Illius y Jessop, 1996). Ambos factores son elementales, ya que es posible que un alimento tenga el contenido ideal de nutrimentos, pero si la cantidad consumida por el animal no es suficiente, las necesidades no quedarán cubiertas y por otro lado, aun cuando la cantidad consumida sea la necesaria, si la calidad es baja, no se cubrirán los requerimientos (Hernández, 2002). Se requiere de un consumo voluntario alto para obtener una producción adecuada, ya que en entre mayor sea el consumo, la producción del animal aumenta y se vuelve más eficiente (Forbes, 2000).

Otro factor importante, es el balance de nutrientes, ya que si algún nutriente se encuentra limitante, por ejemplo proteína, los microorganismos del rumen, tendrán limitantes para la degradación de la fibra (caso de la caña de azúcar). Bajo estas condiciones, la degradación de la fibra se reduce, y la velocidad de paso del alimento por el tracto digestivo se reduce, los animales están llenos, pero no pueden consumir más (Barahona y Sánchez, 2005).

### **2.2.1 Consumo de materia seca en sistemas silvopastoriles**

En los SSP, los animales tienen la oportunidad de seleccionar y balancear su dieta, ya que se les brinda una diversidad de alimentos (Ibrahim *et al.*, 2006; Velázquez-Martínez *et al.*, 2010). Además del follaje de los árboles, los frutos de estos representan una fuente adicional de energía y proteína para mejorar el crecimiento animal y la producción (Ku *et al.*, 2011; Cervantes-Marín *et al.*, 2012).



Al tener dos o más especies para seleccionar en su dieta, los animales tienen la oportunidad de elegir lo que ellos necesitan y así seleccionar el alimento de su preferencia. Al seleccionar la especie de su agrado existe la posibilidad que pasen mayor tiempo pastoreando que descansando o rumiando, lo que es ideal para el productor, ya que invierte menos en cubrir los requerimientos nutricionales faltantes.

El efecto aditivo en el consumo se puede dar al haber mayor diversidad de alimentos disponibles, ya que los animales seleccionan dietas más nutritivas, dentro de una gran variedad de especies de plantas, que varían en tipo y en concentraciones de nutrientes y compuestos secundarios, aumentando la posibilidad de satisfacer sus necesidades nutricionales, que varían con edad, estado fisiológico y de acuerdo a las condiciones ambientales (Provenza, 1995).

### **2.2.2 Consumo de forraje de ovinos en pastoreo**

En pastoreo, los ovinos pueden consumir una amplia gama de especies forrajeras (Ramírez *et al.*, 1996); también tienen el gusto por ramonear arbustos o árboles que estén a su alcance (Hanley, 1982), lo hacen cuando la disponibilidad del pasto no es suficiente o cuando la calidad no les satisface a sus necesidades (Borroto *et al.*, 1995).

Los ovinos son capaces de pastorear más al ras del suelo por ser animales pequeños y por tener labios delgados y flexibles. En pastoreo seleccionan partes

jóvenes, tallos o las partes de la planta que tengan más hojas y más tiernas, ya que las hojas tienen mayor valor nutritivo en comparación con las partes maduras o lignificadas; en los pastos seleccionan el rebrote, que es la parte tierna y con mayor contenido de nutrientes (Díaz, 2007).

Martínez-Martínez *et al.*, (2012) reportó que la incorporación de follaje de árboles forrajeros en la producción de bloques multinutricionales complementó el pastoreo de ovinos. Ku *et al.*, (2011) mencionan que los SSP son una buena opción para el establecimiento de sistemas de producción menos agresivos con el ambiente, reportando un consumo diario de 94 g MS/Kg PV<sup>0.75</sup> de ovinos de pelo alimentados con mezclas que contenían diferentes proporciones (30:70) de forraje de *Leucaena*: Estrella Africana.

### **2.3 Factores que afectan el consumo voluntario en pastoreo**

El consumo de forraje en pastoreo está influenciado por factores que se clasifican en factores inherentes al animal, inherentes a la dieta y factores ambientales (Lonne, 1994; Araujo, 2005). Siendo el consumo de forraje en pastoreo la principal fuente de alimentación para el animal, debe alimentarse hasta satisfacer sus requerimientos nutricionales, por lo cual es importante conocer las relaciones e interacciones entre los diferentes factores que intervienen (Decruyenaere *et al.*, 2009).

### **2.3.1 Factores inherentes al animal**

Los factores inherentes al animal que intervienen en la regulación del consumo están relacionados con el tamaño corporal (tamaño adulto), el estado fisiológico (crecimiento, gestación), raza y también interviene el sistema nervioso central (Forbes, 2000; Araujo, 2005; Díaz, 2005).

El tamaño corporal está relacionado con la capacidad física del tracto gastrointestinal y con la ingesta; el tiempo de retención de la ingesta en las distintas partes del tracto digestivo y la distensión rumino-abdominal e intestinal. También aquellos factores que están relacionados con los procesos metabólicos que se realizan en el rumen, la carga calórica (calor metabólico + temperatura ambiente) y el funcionamiento termorregulador, el balance hídrico, las concentraciones de los compuestos químicos, del torrente sanguíneo (Hugdson, 1985). El consumo puede ser limitado por el volumen máximo que el tracto digestivo puede alcanzar (Allison, 1985).

Todas las actividades realizadas por los animales en los sitios de pastoreo involucran funciones fisiológicas (Pérez *et al.*, 2008), que son la respuesta a los estímulos recibidos a través de los sentidos; este estímulo se transforma en la actividad neuronal por medio de la acción integrada del sistema nervioso central y diversos órganos motores internos y externos. Cada patrón de comportamiento tiene su propia fisiología, la cual es activada por estímulos externos particulares

los cuales se transforman y transmiten a través de una vía neural particular (Blackshaw y Blackshaw, 1994).

Durante las fases de crecimiento y gestación se presentan cambios importantes en los requerimientos de los animales en pastoreo (Forbes, 1987). En las primeras etapas de crecimiento los animales presentan un consumo mayor por unidad de peso metabólico que un adulto (Caja, 2001), el crecimiento se evalúa en ganancia de peso (kilos) por unidad de tiempo, considerando crecimiento al incremento en masa corporal hasta que alcanza su tamaño adulto (Basulto y Del Toro, 2005). Durante el estado fisiológico de gestación, la demanda de nutrientes induce a un aumento sustancial del apetito (Bines, 1979) ya que la hembra debe comer más para mantenerse y nutrir al feto, aunque en el último tercio de la gestación, si bien es cierto que aumenta la demanda de nutrientes también se reduce la cavidad abdominal por el desarrollo del feto (Bines, 1979) y es cuando inicia a hacer uso de las reservas corporales, al igual que lo hace antes del parto porque se reduce el apetito (Combellas, 1997). El genotipo influye en los requerimientos nutricionales y la facilidad para adaptarse y soportar las condiciones que se presenten en el ambiente y así aprovechar al máximo el pastoreo, mejorando sus niveles productivos.

Sin embargo, la regulación final está a cargo del sistema nervioso central, siendo el hipotálamo el área del cerebro encargada de regular el consumo de alimentos, que al estimular su área lateral se da inicio a esta actividad (Araujo, 2005;

Decruyenaere *et al.*, 2009) . También se involucran órganos periféricos como el hígado, el páncreas y el tracto intestinal, que pueden considerarse como mediadores del apetito, los cuales pueden explicar la variación de la ingesta de alimentos por el animal, que a su vez está controlada por mecanismos fisiológicos que llevan al animal a iniciar y a finalizar el consumo en un momento dado (Forbes, 2000).

### **2.3.2 Factores inherentes a la dieta**

Los factores inherentes a la dieta que intervienen en la regulación del consumo son aquellos que se atribuyen al alimento tales como las características morfológicas de las plantas, la calidad nutritiva, edad de rebrote, contenido de materia seca (Allen, 1996; Decruyenaere *et al.*, 2009), la disponibilidad del forraje en la pradera se considera importante y también el contenido de compuestos secundarios, que pueden afectar el consumo, como los taninos y saponinas (Fontenot y Blaser, 1965).

Las características morfológicas de los alimentos son propiedades físicas que influyen en las cantidades consumidas por los animales (Morales-Nieto *et al.*, 2008). Particularmente la estructura y el tamaño de partícula definen el consumo, entre más pequeñas las partículas, mayor consumo, a su vez la velocidad de pasaje es más rápida y se incrementa el consumo voluntario de materia seca (Forbes, 2000).

La calidad del forraje está definida por su contenido de nutrientes (Do Nascimento *et al.*, 2009), o en función del nivel en que el forraje cubre los requerimientos del animal, (Agnusdei, 2007), también se dice que la calidad es una propiedad del forraje o que es la respuesta del forraje al ambiente y/o al manejo (Di Marco, 2011). Por consiguiente, es importante conocer el contenido de nutrientes que aportan los forrajes ofrecidos al ganado. Los atributos más importantes son el contenido de materia seca (MS), la digestibilidad de la materia seca (DMS), proteína cruda (PC), y el porcentaje de fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), Lignina y el contenido de energía metabolizable (EM) (Do Nascimento *et al.*, 2009).

El contenido de materia seca se refiere a la cantidad de alimento, menos el agua contenida de dicho alimento, es importante estimar el porcentaje de materia seca para establecer las cantidades de nutrientes que consumirán los animales y para los animales en pastoreo es importante para destinar el espacio de pastoreo y la estimación de la biomasa disponible (Estrada, 2002). La digestibilidad es la proporción de un alimento que desaparece en el tracto intestinal y está asociada a la proporción de alimento que puede ser utilizada por el animal y su valor energético (Barahona y Sánchez, 2005). La proteína cruda ha sido un parámetro fundamental para medir la calidad de la dieta para los animales. Su evaluación permite controlar la calidad de los insumos proteicos que están siendo adquiridos o del alimento que se está suministrando (Do Nascimento *et al.*, 2009). El contenido de fibra en los forrajes, es un indicador de la calidad de los mismos.

Aquellos que contienen porcentajes menores a 50%, por lo general son más digestibles y se consumen en mayor cantidad en comparación con aquellos forrajes que contienen cantidades mayores de esta fracción (Sánchez, 2007). Se ha demostrado que el contenido de fibra de la dieta afecta a la ingesta voluntaria del alimento (Owen *et al.*, 2010). Las pasturas tropicales crecen y maduran rápidamente disminuyendo su calidad nutritiva, debido al incremento de la lignificación de la pared celular (Forbes, 2000), lo cual afecta su digestibilidad y por ende el consumo del forraje.

Por citar un ejemplo de esto, la ingesta en los sistemas de producción basados solo en el pastoreo de gramíneas nativas o introducidas puede tener un alto porcentaje de FDN y ser muy pobre en PC, lo que afecta negativamente su valor nutricional, y por tanto, disminuye el consumo voluntario (Lara *et al.*, 2007). Se dice que un forraje es de buena calidad cuando tiene aproximadamente 70% de digestibilidad *in vitro* de materia seca (DIVMS), menos de 50% de FDN y más de 15% de PC. En uno de baja calidad, la DIVMS disminuye a menos del 50%, la FDN sube a más del 65% y la PC baja a menos del 8% (Di Marco, 2011). Estas características las encontramos en pastos del altiplano, ya que los forrajes en el trópico se caracterizan por su bajo contenido de proteína y baja digestibilidad, considerando valores aceptables del 65% de DIVMS y 7% de PC (Pineda, 2005).

La edad de rebrote de las plantas es el factor que más influye en la calidad del forraje, a mayor edad, mayor cantidad de fibras y disminuye el valor nutritivo, por

consiguiente disminuye el consumo y la productividad del animal. En un estudio realizado por Valenciaga *et al.* (2009) encontraron una marcada influencia de la edad del rebrote en la DIVMS de *Megathyrus maximus* var. CT-115. Hay que tener en cuenta la especie de las gramíneas disponibles, ya que no tienen la misma digestibilidad, por ejemplo un pasto mejorado comparado a una grama nativa.

El agua es un elemento esencial para todos los animales y el consumo de forraje está relacionado directamente con su ingesta. La falta de agua es un factor que influye en la ingesta de alimento reduciendo el rendimiento (Do Nascimento *et al.*, 2009). También el contenido de agua en los forrajes afecta negativamente el consumo de materia seca o si en la superficie sobre las pasturas hay demasiada agua el consumo se verá afectado.

### **2.3.3 Factores ambientales**

En las regiones de clima cálido, los factores ambientales que mayormente intervienen en el consumo voluntario del ganado en pastoreo son la temperatura ambiente, la humedad relativa, la velocidad del viento, el fotoperiodo, precipitación y la presión atmosférica (Lonne, 1994; Herrera, 2011). Estos factores afectan a los animales en su consumo, comportamiento, producción, reproducción, morbilidad y mortalidad (Lacetera *et al.*, 2003). Es importante, considerar también, los efectos ambientales ocasionales, como nortes y



huracanes, que aunque son momentáneos, también influyen en el consumo y el comportamiento animal.

La temperatura ambiente es el factor climático que mayormente influye en el consumo (Vélez, 2013), ya que actúa directamente sobre la temperatura corporal de los animales, la cual es la principal medida térmica para estimar el confort en los animales (Arias *et al.*, 2008). Esta variable está estrechamente relacionada con la humedad relativa, y en conjunto, afectan directamente al animal, impidiéndole la evaporación a través de la piel y los pulmones, por eso a mayor humedad, más difícilmente se producirá la traspiración del cuerpo y no habrá descenso de la temperatura corporal (Araujo, 2005).

La velocidad del viento puede tener un efecto negativo o positivo en el animal, dependiendo de la época o la condición física de los animales. En el verano es de gran ayuda, ya que ayuda a disminuir el efecto del estrés por las altas temperatura, mientras que en el invierno es un efecto negativo, ya que hace que el animal pierda calor (Arias *et al.*, 2008).

Independientemente de que los animales estén adaptados a las condiciones ambientales en las que viven, el ambiente puede imponer estados de estrés, debido a las oscilaciones en las temperaturas o por la combinación de factores negativos a los que se someten durante cortos periodos de tiempo (Arias *et al.*, 2008). Cambios bruscos de la temperatura ambiente afectan la ingesta voluntaria

de los animales, ya que afectan la capacidad para mantener la temperatura de su cuerpo a niveles constantes (Forbes, 2007).

## **2.4 Estimación del consumo voluntario en pastoreo**

La estimación del consumo voluntario en condiciones de pastoreo es una labor difícil, ya que el consumo es un proceso modelado por diversos factores difíciles de controlar y cuantificar en una investigación (Ramírez-Pérez, 2000; Araujo, 2005; Coleman, 2005; Decruyenaere *et al.*, 2009). No obstante, estimar esta variable es una tarea necesaria para tomar decisiones de manejo nutricional en condiciones de pastoreo, siendo esta la forma más económica de alimentación para el ganado y así optimizar la producción de rumiantes en pastoreo (Decruyenaere *et al.*, 2009).

### **2.4.1 Métodos para estimar el consumo voluntario**

Existen diferentes técnicas para estimar el consumo voluntario de forraje por rumiantes en pastoreo, aunque ninguna técnica estima o cuantifica el consumo de materia seca con exactitud y precisión (Cordova *et al.*, 1978; Coleman, 2005; Decruyenaere *et al.*, 2009).

Las técnicas para estimar el consumo se han dividido en dos grupos: los métodos directos y los indirectos. Los directos consisten en la estimación del consumo por la diferencia de biomasa forrajera (antes y después del pastoreo), el consumo instantáneo de forraje (se estima a través de la diferencia de peso) y mediante los

requerimientos del animal. Los indirectos a su vez se dividen en dos: marcadores internos y externos (Mejía, 2002).

Entre las técnicas más utilizadas se encuentran los marcadores externos, los cuales son un método indirecto de evaluación y se basan en el uso de sustancias inertes y no tóxicas, tampoco tienen efectos fisiológicos o psicológicos, no son absorbidos ni metabolizados en su paso por el tracto digestivo y pueden recuperarse completamente tanto de materias primas como de alimentos procesados. Estas sustancias o productos deben mezclarse íntimamente con el alimento y mantenerse uniformemente distribuidos en la ingesta, no tener influencia sobre la excreción, no tener efecto sobre la microflora del tracto digestivo de importancia para el hospedero; además, de tener cualidades que permita su medición precisa (Kotb y Luckey, 1972). Estas características antes mencionadas, están presentes en el óxido de cromo.

#### **2.4.2 Óxido de Cromo como marcador externo para estimar consumo voluntario en pastoreo**

El Óxido de Cromo ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) es el marcador externo más antiguo y comúnmente empleado para estimar el consumo de rumiantes en pastoreo (Rodríguez *et al.*, 2007), ya que su precio resulta accesible y su análisis es relativamente fácil, aunque tiene como desventaja una recuperación fecal baja (Lippke, 2002). Es un método que no requiere de una infraestructura especializada para su utilización en campo y es de fácil manejo. Es por eso que su dosificación se puede llevar a cabo

mezclándose directamente con el alimento, administrarse en cápsulas, mezclarse con una sustancia aglomerante y suministrarse como píldoras, homogeneizarse con aceite, o mezclarse con pulpa hecha en forma de papel (Bateman, 1970).

Es de suma importancia asegurarse que el animal tenga una cantidad constante de  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  en el sistema digestivo durante el tiempo experimental, ya que este pasa por el tracto digestivo a una velocidad más o menos constante. Esto es importante para lograr una mayor recuperación del marcador y medir la relación entre la cantidad administrada y la recuperada (Bateman, 1970; Mejía, 2002).

En trabajos anteriores se ha utilizado 1.0 g/animal/d de este marcador para estimar el consumo de ovinos pastoreando en praderas de *Cynodon plectostachyus* (Mata *et al.*, 2006). En caso de bovinos, también se ha utilizado para estimar el consumo, solo que la dosis proporcionada varía. Mojica *et al.* (2009) dosificó 6 g/animal/d a bovinos pastoreando en praderas de Kikuyo; mientras que Correa *et al.* (2009) dosificó 15 g/animal/d, durante el pastoreo en praderas del mismo pasto.

## **2.5 Comportamiento ingestivo**

El comportamiento ingestivo se refiere a la serie de actividades que realizan los animales (ingesta, bebida y rumia) para obtener alimento para su manutención y productividad (Phillips, 1993), el cual está regulado por factores de manejo, tales como la disponibilidad de forraje, la agrupación de animales, las interacciones

entre ellos y por las condiciones de alojamiento (Grant y Albright, 2001). También está muy relacionado con las condiciones ambientales (Pérez *et al.*, 2008), como la temperatura ambiental y la humedad relativa, y varía de acuerdo a la raza y al estado fisiológico de los animales (Curtis, 1981).

La disponibilidad de sombra en los ambientes de pastoreo con árboles supone un microclima favorable para el desenvolvimiento de los animales en comparación con sitios donde los árboles están ausentes. Ahí, las actividades cotidianas como el pastoreo en teoría se verán menos afectadas por la radiación solar y la humedad del ambiente (Pérez *et al.*, 2008).

Del Ángel (2009) estudió las interacciones entre ovinos (Pelibuey) y bovinos pastoreando simultáneamente en un sistema silvopastoril de 7:00 a 20:00 h y encontró que los ovinos dedicaron entre 8 y 9 h al consumo. En un estudio realizado por Zambrano *et al.* (2010) con ovinos pastando un sistema silvopastoril, durante ocho horas diurnas, los animales ocuparon el 28.62 % de su tiempo a estar inactivos bajo sombra, un 28.8 % al pastoreo bajo el sol y un 15.34 % a pastorear bajo sombra, lo que indica que durante las horas con mayor radiación los animales prefieren descansar, de aquí la importancia de los sistemas silvopastoriles.

### 3. JUSTIFICACIÓN

Las gramíneas son la principal fuente de forraje para el ganado, sin embargo, su calidad nutritiva no permite al ganado obtener la cantidad de nutrientes para alcanzar una producción eficiente (Rodríguez, 2011). En estas circunstancias la suplementación permite complementar la dieta del ganado en pastoreo.

Los SSP son una alternativa para mejorar la calidad de la dieta del ganado en pastoreo, ya que contribuyen a hacer más productivos y sustentables los sistemas ganaderos (Aguilar-Pérez, 2010), debido al uso de leguminosas herbáceas y leñosas en asociaciones con las gramíneas (Rojas *et al.*, 2005), lo que conlleva a una producción de forraje más estable durante todo el año (Córdoba *et al.*, 2010) y a una mejor calidad del forraje, que se debe a las diferentes interacciones que existen entre suelo y planta (Ibrahim *et al.*, 2007).

En monocultivos de gramíneas como en SSP, conocer el consumo de materia seca por los ovinos es un requerimiento importante para suplementar al ganado (Carvalho *et al.*, 2007). Sin embargo es difícil estimar el consumo en pastoreo, por los diferentes factores que intervienen en su regulación (Araujo, 2005).

Se han realizado diversos estudios donde el consumo voluntario de forraje es el factor a determinar, la mayoría de estos estudios se realizan utilizando bovinos y muchos otros con animales en confinamiento. Los estudios realizados con animales en pastoreo son pocos, por la dificultad de evaluarlos bajo estas

condiciones (Mejía, 2002). Con lo que respecta a la medición del consumo voluntario en sistemas silvopastoriles se complica aún más por la falta de metodologías apropiadas.

### **3.1 Económica**

Al conocer el consumo voluntario de los ovinos en los sistemas silvopastoriles, se conocerá hasta donde un sistema silvopastoril intensivo cubre los requerimientos nutricionales de los animales y partiendo de ese hecho, sabrá el porcentaje que hace falta por cubrir de los requerimientos de acuerdo al comportamiento esperado, complementando con dietas alternativas. Esto influye de manera directa en la economía de las familias que se dedican a esta actividad productiva. También implementando los sistemas silvopastoriles disminuyen los costos de mantenimiento de las praderas y los gastos en infraestructura que se realizan cuando se tiene a los animales en confinamiento.

Se considera que un sistema silvopastoril permite al animal obtener una dieta más integral, con un mayor aporte de proteína, reduciendo así las necesidades de suplementación de este que es el nutriente más caro de las dietas balanceadas. Por otro lado, los ambientes silvopastoriles mejoran el ambiente en el que el ganado se desenvuelve reduciendo los costos por sombreaderos favoreciendo la ganancia de peso o la producción de leche e incrementando los ingresos.

### **3.2 Ambiental**

Los sistemas silvopastoriles buscan contrarrestar los impactos ambientales negativos característicos de los sistemas tradicionales, incrementar la productividad del suelo y el beneficio del sistema a largo plazo, atenúan los efectos de los climas extremos y disminuyen el estrés calórico sobre plantas y animales. Igualmente un sistema silvopastoril permite mantener una mayor cobertura vegetal, más biodiversidad que en un sistema de monocultivo, favoreciendo la producción de biomasa y el equilibrio ambiental.

### **3.3 Tecnológica y científica**

Desde el punto de vista técnico, aún quedan muchas interrogantes sobre los factores que determinan o ejercen influencia en el consumo voluntario de forraje en sistemas silvopastoriles. Es difícil estimar el consumo voluntario en pastoreo, ya que las técnicas o métodos que son más efectivos, presentan un costo elevado. Con este trabajo se pretende generar conocimiento para tratar de cubrir los vacíos de conocimiento que existen.



## 4. HIPOTESIS Y OBJETIVOS

### 4.1 Hipótesis general

El consumo voluntario de materia seca de corderas Pelibuey en libre pastoreo en un sistema silvopastoril intensivo (*Digitaria eriantha* Steudel y *Guazuma ulmifolia* Lam.) es mayor que en un pastizal de monocultivo con *D. eriantha* sin alterar los tiempos de pastoreo, y la calidad de la dieta consumida satisface sus requerimientos nutricionales a través de las épocas del año.

#### 4.1.1 Hipótesis particulares

El consumo voluntario de corderas Pelibuey será mayor en un sistema silvopastoril que en un monocultivo con *D. eriantha*.

El consumo voluntario de materia seca en un sistema silvopastoril depende de la época del año.

La calidad de la dieta consumida y la satisfacción de los requerimientos nutricionales son mejores en el sistema silvopastoril en comparación con un monocultivo con *D. eriantha*.

El tiempo de pastoreo será mayor en el sistema silvopastoril que en el monocultivo.

## **4.2 Objetivo general**

Estimar el consumo de materia seca, observar el tiempo de pastoreo y estimar la calidad de la dieta ofrecido a corderas Pelibuey bajo pastoreo–ramoneo en un sistema silvopastoril intensivo conformado por *Digitaria eriantha* Steudel y *Guazuma ulmifolia* Lam., en comparación con un monocultivo de *D. eriantha* en dos épocas del año.

### **4.2.1 Objetivos particulares**

Estimar el consumo voluntario de materia seca que realizan corderas Pelibuey en un sistema silvopastoril y en un sistema de monocultivo con *D. eriantha*.

Determinar el efecto de la época del año, en el consumo y en la calidad de la dieta ofrecida a las corderas Pelibuey.

Determinar la calidad de la dieta consumida en el sistema silvopastoril y en un sistema de monocultivo con *D. eriantha*.

Cuantificar los tiempos dedicados al pastoreo en el sistema silvopastoril y en el monocultivo.

## **5. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **5.1 Sitio experimental**

El experimento se llevó a cabo en el Colegio de Postgraduados, ubicado en una zona de clima cálido sub húmedo del tipo  $AW_1$  (W) (i) g, con una temperatura promedio anual de 26.4°C, presencia de lluvias en verano distribuidas entre los meses de mayo a octubre y 1060 mm de precipitación anual (García, 1981).

El sitio experimental se ubica en términos agro-ecológicos dentro de la selva baja caducifolia. Durante la época de sequía la mayoría de los árboles permanecen sin hojas y algunas plantas pueden continuar activas. En estas zonas se presentan diversas especies de plantas xerófitas (*Acanthocereus*, *Agave*, *Nopalera*, etc.), donde se presentan zonas bajas con un clima caliente y seco. Teniendo regiones con una época de sequía muy pronunciada que puede durar de 6 a 10 meses (Gómez-Pompa, 1978).

### **5.2 Épocas y periodo experimental**

Se realizó un experimento con ovinos en pastoreo para determinar el consumo voluntario en un sistema silvopastoril. Se evaluaron dos épocas, la primera se llevó a cabo en invierno (nortes), del 27 de diciembre del 2011 al 10 de enero del 2012; la segunda evaluación se realizó en primavera (secas), del 12 al 26 de abril de 2012, cada una con una duración de 15 días.

### 5.3 Animales experimentales

Se utilizaron 12 ovinos hembras de raza Pelibuey, con edad promedio de 6.3 meses y  $23.7 \pm 3.5$  Kg PV. Además de la edad, se buscó que tuvieran tamaño y condición corporal similar. Cada animal se asignó aleatoriamente a uno de los dos tratamientos evaluados ( $n= 6$  ovinos/tratamiento). Un día antes al inicio del periodo de adaptación los ovinos se pesaron en una báscula ganadera Torrey modelo PG, con previo ayuno de 12 horas sin alimento ni agua y se identificaron aleatoriamente con un número (1 al 6) por tratamiento. Una vez identificados con un número, se les asignó aleatoriamente un collar de color (azul, amarillo, rosa, anaranjado, verde y rojo) para una identificación visual rápida, ya que cada animal de alojó de forma individual. También se desparasitaron internamente (Ripercol®,  $1 \text{ mL animal}^{-1}$ ).

### 5.4 Tratamientos

Se evaluó el consumo voluntario en dos tipos de pradera (tratamientos): el primero consistió en un monocultivo con *D. eriantha* (monocultivo) y el segundo consistió en una pradera asociada de *D. eriantha* y *G. ulmifolia* (Silvopastoril). El sistema silvopastoril que se utilizó se estableció en 2006, disponiendo los árboles en hileras dobles con un metro de distancia entre sí y entre plantas, entre callejones de 4 m de ancho ( $4000 \text{ árboles ha}^{-1}$ ). Este sistema se había manejado en pastoreo intermitente de ovinos y bovinos desde el 2007. El sistema de monocultivo se estableció en junio de 2011 en un sitio contiguo al sistema silvopastoril, y que había estado en descanso.

## **5.5 Preparación de los potreros**

Se utilizaron dos potreros, uno para cada tratamiento (Monocultivo y Silvopastoril) con medidas de 58 m de largo x 32 m de ancho, los cuales se subdividieron en 15 secciones, una para cada día del experimento. A su vez, cada sección se subdividió en seis lotes pequeños de 3.80 m de largo x 5.30 m de ancho para alojar a cada animal individualmente. En estos se aseguraron las necesidades diarias de materia seca de cada animal, más un 40% de excedente, el cálculo se hizo previo al inicio de la etapa experimental. El espacio se calculó considerando el peso vivo total y la disponibilidad de materia seca de forraje.

En ambos potreros se realizaron labores para homogenizar las condiciones experimentales, se repararon cercas y se delimitó cada sección, con malla borreguera, la cual se movía diariamente. En cada sección se efectuaron cortes de pasto y podas a los árboles de manera secuencial para uniformizar el crecimiento a 35 días. El pasto se cosechó con machete a 5 cm del nivel del suelo y los árboles se podaron con tijeras de jardín a 1.0 m de altura y las ramas laterales a 50 cm del tallo principal. Los potreros se irrigaron cada 8 días y se aplicó fertilización nitrogenada. En la primera etapa la fertilización se realizó el 11 de diciembre y para la segunda etapa el 23 de marzo.

## **5.6 Procedimiento experimental**

### **5.6.1 Disponibilidad diaria de forraje**

En el monocultivo se determinó la disponibilidad de forraje cortando todo el pasto dentro de un marco de 50 x 50 cm, que se ubicó sistemáticamente a lo largo de un transecto, en cada sección se ubicaron 10 puntos al azar.

En el sistema silvopastoril la disponibilidad de forraje de los árboles se estimó a partir de una muestra aleatoria de seis arbustos dentro del espacio total asignado diariamente a los 6 ovinos. Se podaron seleccionando hojas, tallos no leñosos y rebrotes, simulando el ramoneo por un ovino. Al mismo tiempo la disponibilidad de forraje herbáceo se cortó de la misma manera que se hizo en la gramínea, solo que ubicando sistemáticamente seis puntos al azar.

### **5.6.2 Periodo de adaptación**

Previo al experimento, los ovinos se sometieron a un periodo de 10 días de adaptación a las condiciones del experimento. Durante este tiempo, los animales estuvieron en pastoreo de 7:00 a 18:00 horas, tuvieron libre acceso al agua y se mantuvieron (seis en cada tratamiento) en potreros situados en las cercanías del sitio experimental con las mismas condiciones experimentales que los lotes experimentales.

### **5.6.3 Periodo de evaluación**

Un día después de terminar el periodo de adaptación, se inició el periodo de evaluación de 15 días. Durante este tiempo los ovinos asignados a cada tratamiento tuvieron libre acceso al pastoreo-ramoneo en el área que se les asignó de forma individual y permanecieron en el potrero las 24 horas del día, al día siguiente se les asignó otro espacio. Teniendo acceso libre al agua en todo momento.

Como marcador para evaluar el consumo voluntario de los ovinos, se utilizó  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ . Este método asume que la cantidad del marcador en el alimento y en las heces permanece constante a través del periodo experimental y que todo el compuesto ingerido se recupera al 100 % en las heces, para una mayor precisión en la estimación.

Se dosificó a cada animal diariamente durante los 15 días una capsula de gelatina dura núm. 00 (marca Azteca) con 1 g de  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , suministrada vía oral, a las 7:00 h. En los últimos cinco días de la dosificación se realizó la recolección de heces directamente del recto dos veces al día a las 8:00 h y 14:00 h. Las muestras de heces de cada animal se colocaron en una charola previamente identificada (fecha, tratamiento, color y número de ovino) y al final del periodo las muestras se agruparon y homogenizaron formando una muestra compuesta por animal, por periodo y por tratamiento. Las muestras se secaron en una estufa de aire forzado

a 80°C durante 72 h y se molieron en un molino Thomas Willey<sup>R</sup> utilizando una malla de 1 mm.

La biomasa cosechada durante el muestreo se mezcló para obtener una muestra compuesta por día de cada tratamiento, para realizar los análisis en el laboratorio. Las muestras se secaron en una estufa de aire forzado a 60° C durante 48 h. se molieron en un molino Thomas Wiley con maya de 1 mm, y se guardaron en bolsas de plástico, selladas e identificadas.

## **5.7 Variables evaluadas y su medición**

### **5.7.1 Consumo total de materia seca**

Se estimó el consumo total de materia seca (kg MS animal<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>). Se utilizó una muestra compuesta de heces por animal, la cual correspondió a los últimos cinco días del periodo experimental, en ambas épocas. El Cr<sub>2</sub> O<sub>3</sub> se determinó en las heces por espectrofotometría (modelo 80-2097-62. LKB-Ultraspéc III. Pharmacia. Cambridge. UK) a 440 nm tras la calcinación a 450 °C durante la noche, de acuerdo al método de Fenton y Fenton (1979).

Primeramente, se determina la producción fecal estimada en g MS d<sup>-1</sup>, que es obtenida a partir del cociente de la dosis del marcador, dividido por la concentración del marcador en las heces determinado en el laboratorio (Ec.1). Posteriormente, se determina el consumo, en función de la producción fecal y la



Digestibilidad *in vitro* (Ec. 2). Se utilizaron las fórmulas propuesta por Ramírez-Pérez *et al.* (2000).

$$\text{Producción fecal (MS g /día)} = \frac{\text{Dosis del marcador (mg / día)}}{\text{Concentración de marcador en heces (mg/ g MS)}} \dots\dots\dots (\text{Ec. 1})$$

$$\text{Consumo voluntario (g/día)} = \frac{\text{Producción fecal (g MS / día)}}{[1 - (\frac{\text{DIVMS}}{100})]} \dots\dots\dots (\text{Ec. 2})$$

### 5.7.2 Calidad nutritiva de los forrajes

Para determinar la calidad del forraje ofrecido, se realizaron análisis bromatológicos de la gramínea en ambos tratamientos y de los arbustos presentes en el sistema silvopastoril. Se utilizó una muestra compuesta agrupando las muestras por sección. Cada sección correspondió a un día experimental, por lo cual se analizaron los últimos cinco días del periodo experimental, ya que son los mismos días en que se recolectaron las heces, los cuales se tomaron en los meses de enero y abril. Se determinó el porcentaje de PC, FDA, FDN y DIVMS en la gramínea como en el árbol. El contenido de PC se obtuvo por el método de macro-Kjeldahl (AOAC, 1980); la FDA y FDN se determinaron con el método de la bolsa de filtro ANKOM<sup>200</sup> y el equipo ANKOM<sup>200</sup> (ANKOM Technology; New York. USA; ANKOM, 2010); lignina se obtuvo por el método de vaso de precipitados con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> al 72% (AOAC, 1997) y bolsas de filtro; y DIVMS se determinó con el método de la bolsa de filtro y la incubadora Daisy<sup>II</sup> (ANKOM Technology. New York. USA; ANKOM, 2010). La energía

metabolizable (EM) se estimó mediante la fórmula  $EM = 3.61 \times DIVMS$  propuesta por Di Marco (2011).

### **5.7.3 Composición botánica de la dieta y comportamiento ingestivo**

Se estimó la composición botánica de la dieta mediante el método de observación focal tipo escaneo (Altman, 1974). Observando a todos los animales de manera secuencial cada 5 minutos, registrando a cada animal en pastoreo (consumo de pasto) o ramoneo (consumo de hojas y ramas de los arbustos). Al mismo tiempo se registraron las actividades de rumia y descanso (inactividad). Cada escaneo registrado como frecuencia se convirtió a periodos de 5 minutos para después sumar los tiempos por día y horarios en que cada ovino realizó cada actividad (Penning y Rutter, 2004). Dos observadores entrenados realizaron las observaciones de 9:00 a 19:00 por ser las horas de mayor visibilidad en ambas épocas para evaluar el comportamiento ingestivo.

### **5.8 Análisis estadístico**

Las observaciones de composición botánica del forraje, aporte de energía y calidad nutritiva, solo se describieron con estadística descriptiva.

Con los datos de consumo de materia seca se realizó un análisis de varianza utilizando el procedimiento GLM del Statistical Analysis System, Versión 9.3 (The SAS Institute, 2012), para un modelo lineal de efectos fijos con dos tratamientos y

6 repeticiones. El modelo incluyó los efectos de tratamiento, época, la interacción época \* tratamiento y un error aleatorio.

Con los datos de comportamiento ingestivo, se realizó un prueba de t para muestras pareadas con el procedimiento T-test del Statistical Analysis System, Versión 9.3 (The SAS Institute, 2012) que permitió probar si la diferencia entre los tiempos al pastoreo y ramoneo dentro del sistema silvopastoril fue distinta de 0, y se realizó una prueba independiente para cada una de las dos épocas.

## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1 Disponibilidad de forraje

La disponibilidad de forraje en la superficie asignada a cada ovino en la época de nortes fue 4.16 kg MS d<sup>-1</sup> en el monocultivo, mientras que en el sistema silvopastoril fue 2.30 kg. En la época seca hubo 7.35 kg MS d<sup>-1</sup> en el monocultivo y 3.57 kg MS d<sup>-1</sup> en el sistema silvopastoril (Figura 1). En este último hubo 2.11 kg MS d<sup>-1</sup> de *D. eriantha* y 0.188 kg MS d<sup>-1</sup> de *G. ulmifolia* en la época de nortes, mientras que en la época seca hubo 3.29 kg MS d<sup>-1</sup> de gramínea y 0.283 kg MS d<sup>-1</sup> del árbol (Figura 2); la disponibilidad de follaje del árbol fue 8.2 y 7.9 % en las épocas de norte y seca, respectivamente.

La disponibilidad diaria de forraje total en ambos tratamientos en la época de nortes tendió a ser menor en comparación con la época seca debido al efecto de la época, como lo encontró también Ortega-Vargas (2012), quien evaluó el mismo sistema (*D. eriantha* y *G. ulmifolia*) y observó un efecto de época, que provocó un rendimiento menor en el mes de noviembre (nortes), lo cual coincide con el mes en que realizamos los cortes para homogenizar a 35 días de descanso cada sección utilizada en este experimento.

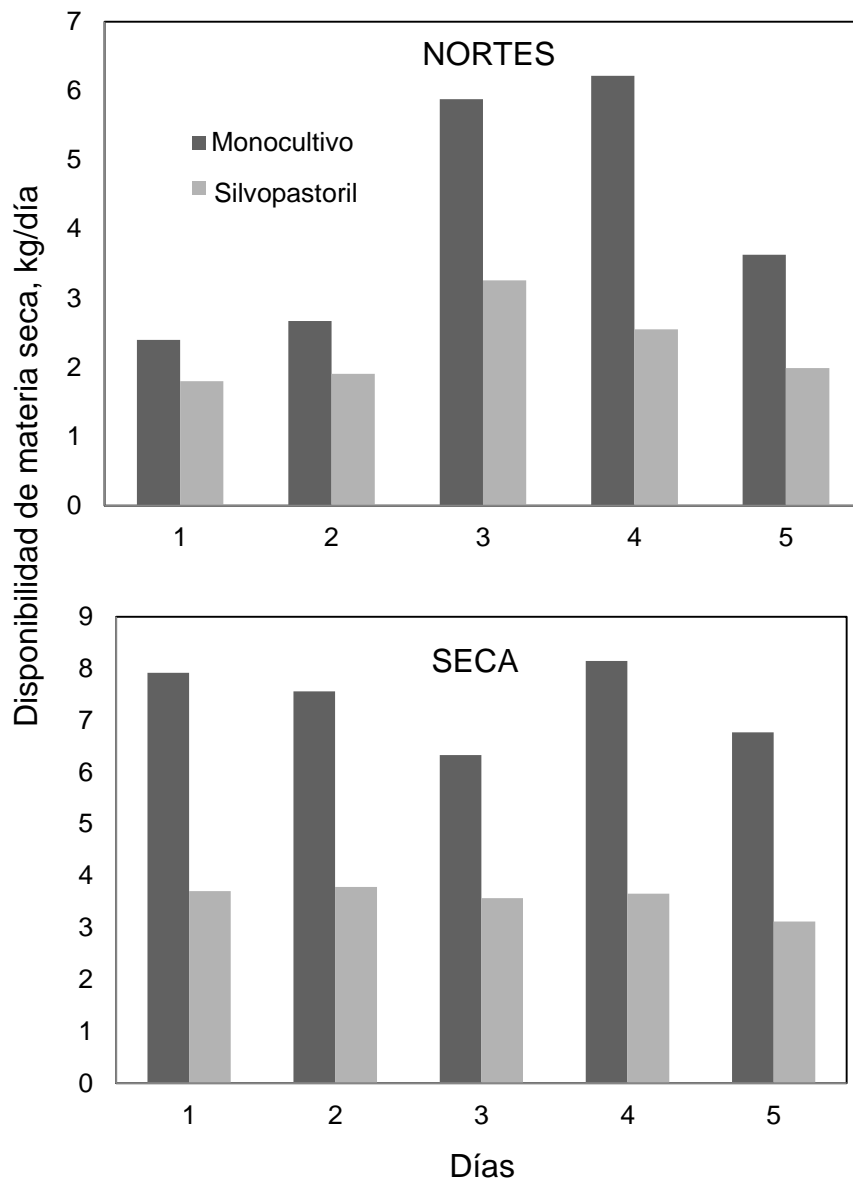


Figura 1. Disponibilidad diaria de forraje total en 20.14 m<sup>2</sup> en el monocultivo (*Digitaria eriantha*) y en el sistema silvopastoril (*Digitaria eriantha* y *Guazuma ulmifolia*), en las épocas de nortes y seca.

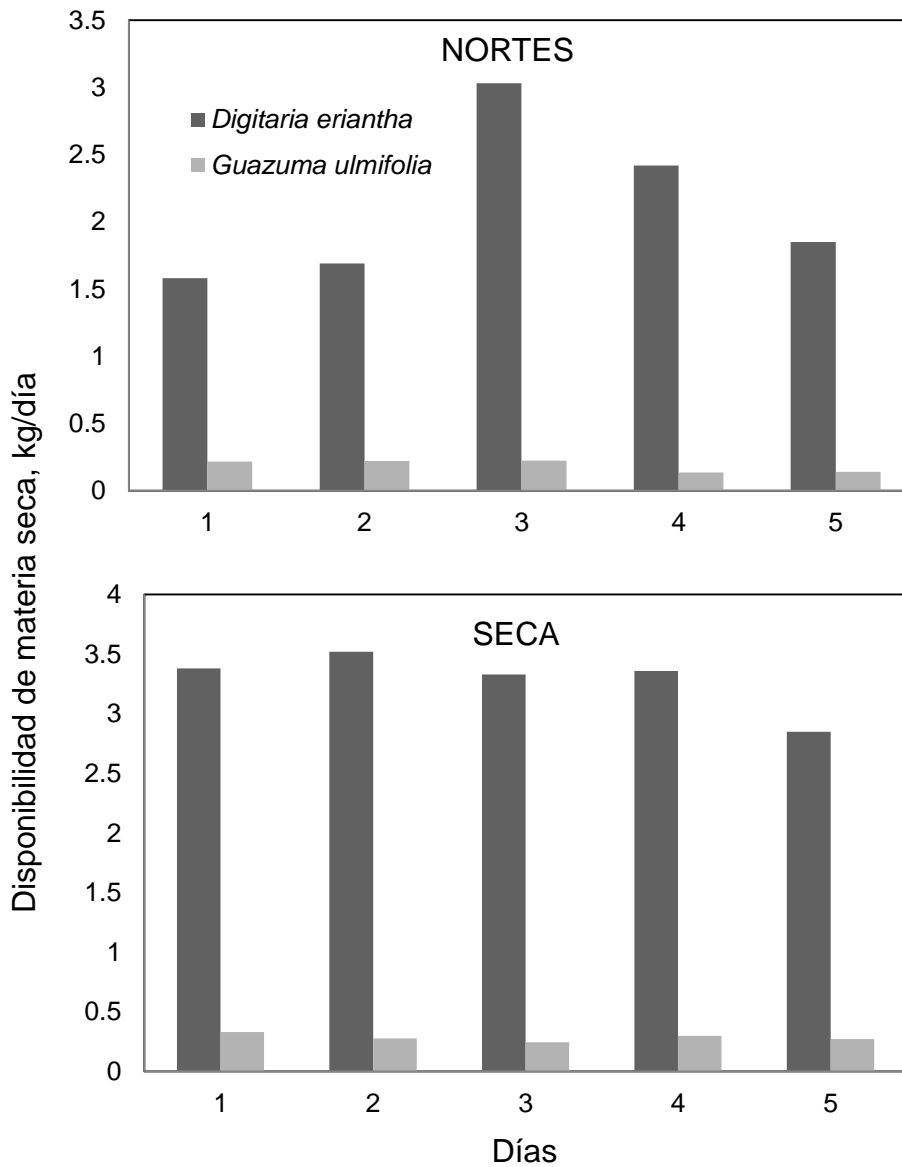


Figura 2. Disponibilidad diaria de los componentes del sistema silvopastoril en 20.14 m<sup>2</sup>, durante los cinco días experimentales, en las épocas de nortes y seca.

Sin embargo, en esta investigación, también el manejo de los potreros fue un factor que afectó a esta variable, ya que el área donde se estableció el monocultivo había estado en descanso por al menos 4 años previos al experimento y al no haber tenido ningún manejo, se había acumulado una gran

diversidad de arvenses y que pudo generar una acumulación de materia orgánica y nutrientes que favorecieron el desarrollo del pasto, en comparación con el sistema silvopastoril que fue establecido en el 2006 y había estado en uso constantemente.

Aunado a que el sistema silvopastoril en comparación con el monocultivo era un sistema con mayor tiempo de haber sido establecido, la presencia de nortes ocasionales, temperaturas relativamente bajas durante la etapa experimental fue un factor que también pudo afectar la disponibilidad de forraje haciendo diferente entre épocas.

## **6.2 Consumo voluntario de materia seca**

El consumo voluntario de materia seca no varió por efecto de tratamiento ( $P = 0.019$ ), ni de época ( $P = 0.408$ ), sin embargo, hubo una interacción de tratamiento y época ( $P = 0.049$ ). En la época de nortes, el consumo fue mayor ( $P < 0.012$ ) en el monocultivo de *D. eriantha* ( $54.2 \pm 9.6$  g MS/kg PV<sup>0.75</sup>) que en el sistema silvopastoril ( $41.2 \pm 7.0$  g MS/kg PV<sup>0.75</sup>) y en la época seca, el consumo voluntario fue similar ( $P = 0.834$ ) en ambos tratamientos ( $59.2 \pm 6.2$  y  $60.2 \pm 9.2$  g MS/kg PV<sup>0.75</sup>; Cuadro 1).

Cuadro 1. Consumo voluntario de ovinos en el monocultivo (*Digitaria eriantha*) y en el sistema silvopastoril (*Digitaria eriantha* y *Guazuma ulmifolia*), en las épocas de nortes y seca.

	Consumo		
	g/kg PV <sup>0.75</sup>	% PV	g/d <sup>-1</sup>
.....Nortes.....			
Monocultivo	54.2 ± 9.6 <sup>a</sup>	2.4	606.4 <sup>a</sup>
Silvopastoril	41.2 ± 7.0 <sup>b</sup>	1.9	437.6 <sup>b</sup>
.....Seca.....			
Monocultivo	59.2 ± 6.2 <sup>a</sup>	3.0	707.2 <sup>a</sup>
Silvopastoril	60.2 ± 9.2 <sup>a</sup>	2.7	663.8 <sup>b</sup>

Con estos resultados, la primera hipótesis de que el consumo voluntario de corderas Pelibuey será mayor en un sistema silvopastoril que en un monocultivo con *D. eriantha* se rechaza, ya que el consumo voluntario de los ovinos en la época de nortes fue mayor en el monocultivo y en la época seca el consumo fue similar en ambos sistemas. La segunda hipótesis, el consumo voluntario de materia seca en un sistema silvopastoril dependen de la época del año se rechaza, ya que el consumo no varió por efecto de época sino por la interacción época\*tratamiento que hubo.

Una posible explicación a este comportamiento en el consumo voluntario puede ser la disponibilidad de forraje (Figuras 1 y 2), que fue mayor en el monocultivo (en ambas épocas) debido a las condiciones del suelo antes de cultivar el pasto que favoreció el crecimiento en este sistema (Perales *et al.*, 2009); se sabe que el



consumo también está en función de la disponibilidad de materia seca en el pastizal (Fontenot y Blaser, 1965; Lascano *et al.*, 1990; Bonilla-Cárdenas, 2000; Reinoso y Soto, 2006; Mojica, 2009), ya que una mayor disponibilidad estimula el consumo, porque hay más oportunidades de elegir forraje más digestible, que a su vez favorece la digestibilidad (Valentine, 1990; Provenza, 1996). Los resultados muestran que no hubo efecto aditivo en el consumo en el sistema silvopastoril como se esperaba, ya que la posibilidad de que la opción de elegir entre dos fuentes de forraje puede mejorar la fermentación ruminal estimulando el consumo (López, 2008; Chica, 2011) esto no sucedió; lo cual sí se ha observado con este mismo árbol en ovinos en confinamiento (López, 2008) y en otras investigaciones (Roothaert, 1999, Bacab-Pérez y Solorio-Sánchez, 2011). Esta ausencia de un posible efecto aditivo puede deberse a una baja disponibilidad de *G. ulmifolia* en el sistema silvopastoril evaluado (Figura 2). Durante el experimento, el primer forraje en terminarse fue el árbol, aun cuando los animales alternaban el consumo con el pasto, terminando así la posibilidad de mantener un consumo constante del follaje del árbol.

Los consumos de los ovinos en este experimento son menores a los que han reportado otros investigadores. López (2008) midió 123.6 g MS kg<sup>-1</sup> PV en ovinos Pelibuey de un peso similar a los de este experimento, alimentados en comederos con pasto y *G. ulmifolia* fresco ofrecidos *ad libitum*; también a lo reportado por Chay-Canul *et al.* (2009) en ovinos Pelibuey alimentados con frijol terciopelo y granos de maíz (101 g MS/kg PV<sup>0.75</sup>). En ovinos encastados de Pelibuey y

Blackbelly con un peso de 13 kg en pastoreo, Sosa *et al.* (2004) encontraron consumos entre 2.9 y 3.2% del PV, cuando suplementaron con follaje de cinco especies arbóreas en distintos niveles.

Por el contrario, González-Garduño *et al.* (2011) reportaron consumos totales más altos ( $790 \pm 0.13$  y  $710 \pm 0.08$  g/d<sup>-1</sup>), por ovinos hembras de la misma raza con pesos similares a los de este experimento, alimentadas con pasto Taiwán + pasta de coco y pasto Taiwán + chícharo Gandul, respectivamente; de la misma forma Nahed *et al.* (2011) encontraron un mayor consumo (868.25 g/d<sup>-1</sup>) en ovinos criollos alimentados con una dieta variada (25% hojas de *Buddleia skutchii* + 75% pasto Kikuyo) a diferencia de los alimentados con 100 % de pasto (755.15 g/d<sup>-1</sup>).

Los consumos reportados por los autores (Sosa *et al.*, 2004; López, 2008; Chay-Canul *et al.*, 2009; González-Garduño *et al.*, 2011 y Nahed *et al.*, 2011) son mayores a los encontrados en esta investigación, si bien es cierto que la disponibilidad de forraje en el sistema silvopastoril fue baja en ambas épocas en comparación con el monocultivo, es un hecho que influyó en el consumo en la época de nortes. Aunado a este hecho, se encuentra la presencia de factores ambientales que también influyen (Araujo, 2005; Forbes, 2007; Do Nascimento *et al.*, 2009), como son los fuertes vientos (Arias *et al.*, 2008), factor que estuvo presente algunos días en la primera época. Por el contrario, en la época seca el consumo de forraje en ambos sistemas fue mayor, ya que hubo mayor

disponibilidad de forraje. La temperatura aumento considerablemente, hecho que no afecto al consumo, ya que se incrementó.

### **6.3 Calidad nutritiva de los forrajes**

En el monocultivo, el contenido de proteína cruda del forraje en la época de nortes varió entre 14.7 y 17.9%, mientras que en la seca tendió a disminuir y osciló entre 7.4 y 9.6% (Cuadro 2). En la época de nortes, en el sistema silvopastoril *D. eriantha* varió entre 8.8 y 12.2%, mientras que en la época seca los valores oscilaron entre 7.5 y 8.3%. El árbol contenía entre 12.6 y 15.8% en la época de nortes y en la época seca fue ligeramente más alto (13.4 a 17.5%).

La FDN en el monocultivo fue en promedio 64%, en la época de nortes y 69% en la época seca. En el sistema silvopastoril, en la época de nortes *D. eriantha* tuvo 65% y en la época seca 64%, mientras que *G. ulmifolia* tuvo 50% en la época de nortes y 45% en la época seca. *Guazuma ulmifolia* en comparación con *D. eriantha* tuvo menor cantidad de FDN en ambas épocas (Cuadro 2).

El contenido de FDA en el monocultivo en promedio fue 38% en la época de nortes y en la época seca 41%. En el sistema silvopastoril *D. eriantha* tuvo 40% en ambas épocas. *Guazuma ulmifolia* tuvo en época de nortes 22%, mientras que en época seca 25%. Tanto en el monocultivo como en el sistema silvopastoril, FDA en *D. eriantha* fue alto en comparación con el de *G. ulmifolia*, en ambas épocas del año (Cuadro 2).

Cuadro 2. Calidad nutritiva del forraje en el monocultivo (*Digitaria eriantha*) y en el sistema silvopastoril (*Digitaria eriantha* y *Guazuma ulmifolia*) en las épocas de nortes y seca.

Variable	Monocultivo	Silvopastoril	
	<i>D. eriantha</i>	<i>D. eriantha</i>	<i>G. ulmifolia</i>
..... Nortes .....			
FDN (%)	64.0 ± 0.02	65.0 ± 0.02	53.0 ± 0.09
FDA (%)	38.0 ± 0.02	40.0 ± 0.02	22.0 ± 0.02
PC (%)	16.1 ± 1.24	10.4 ± 1.51	14.0 ± 1.35
DIVMS (%)	48.0 ± 0.03	46.0 ± 0.02	44.0 ± 0.05
EM (Mcal)	1.7 ± 0.12	1.6 ± 0.07	1.6 ± 0.17
..... Seca .....			
FDN (%)	69.0 ± 0.01	68.0 ± 0.01	45.0 ± 0.02
FDA (%)	41.0 ± 0.01	40.0 ± 0.01	25.0 ± 0.01
PC (%)	8.4 ± 0.83	8.0 ± 0.28	15.2 ± 1.76
DIVMS (%)	50.0 ± 0.02	51.0 ± 0.03	36.0 ± 0.01
EM (Mcal)	1.8 ± 0.06	1.8 ± 0.12	1.3 ± 0.05

En el monocultivo, el forraje tuvo mayor digestibilidad en la época seca (50%) y disminuyó ligeramente en la época de nortes (48%). En el sistema silvopastoril, *D. eriantha* tuvo mayor digestibilidad en la época seca (51%) en comparación con la época de nortes (46%). *Guazuma ulmifolia* tuvo mayor digestibilidad en la época de norte (44%).

La calidad nutritiva varió ligeramente entre épocas, siendo en la época seca cuando hubo la mejor calidad en el sistema silvopastoril. *Guazuma ulmifolia* presentó un mayor contenido de nutrientes, pero con una menor digestibilidad, en

comparación con el pasto con el que se asoció; mayor cantidad de PC (en la época seca) y menor proporción de fibra (FDN y FDA) en ambas épocas. La calidad nutritiva de *G. ulmifolia* se asemeja a lo reportado por Pezo *et al.* (1990) (14.7% PC, 49.5% FDN y 31.4% FDA) y los reportados en Calle y Murgueitio (2010) cuyos valores de PC oscilaron entre 13 y 17%; los resultados reportados por Flores *et al.* (1998) se acercan a los obtenidos en este estudio (11% PC, 52% FDN, 34.4% FDA y 43.4% DIVMS). En un estudio realizado durante 2009 y 2010 en la época seca, Ortega-Vargas (2012), reportó valores de PC entre 13 y 19%, FDN 31.5%, FDA 46.1% y digestibilidad entre el 61 y 69%, valores similares a los obtenidos en nuestra investigación, excepto que ella encontró mayor digestibilidad.

En la época de nortes, se observó en general una mejor calidad del forraje en el monocultivo (mayor porcentaje de PC, DIVMS y EM). Esto puede deberse a que posiblemente el suelo contenía más nutrientes, ya que antes de establecer la gramínea, el suelo había estado en descanso, sin manejo y con vegetación diversa, en comparación con el sistema silvopastoril que era un sistema ya establecido desde 5 años antes. Sin embargo, también se ha observado que el crecimiento en esa época disminuye por el efecto de la estacionalidad, lo cual mantiene la calidad nutritiva de los forrajes por mayor tiempo que en la época de mayor crecimiento (Bobadilla *et al.*, 2006; Villalobos y Sánchez, 2010; Manríquez-Mendoza *et al.*, 2011).

#### 6.4 Aporte nutricional del forraje a la dieta de los animales

En el monocultivo, los ovinos tuvieron un aporte de 101 g d<sup>-1</sup> de proteína en la época de nortes y 62 g d<sup>-1</sup> en la época seca, con un consumo de 2.4 y 3.0% de su peso vivo en cada época, respectivamente (Cuadro 2). En el sistema silvopastoril, los ovinos tuvieron un aporte de 54 g d<sup>-1</sup> en la época de nortes (27 g d<sup>-1</sup> del árbol y 27 g d<sup>-1</sup> del pasto) y 76 g d<sup>-1</sup> en la época seca (44 g d<sup>-1</sup> del árbol y 32 g d<sup>-1</sup> del pasto), dado un consumo de 1.9 y 2.7% del peso vivo en cada época, respectivamente.

La disponibilidad de proteína cruda en ambos sistemas y en las dos épocas evaluadas fue baja, como sucede en sistemas basados solo en pastoreo (Alonso, 2011), por consiguiente, el consumo de proteína también fue bajo en comparación con lo que se ha recomendado para ovinos del mismo peso y raza. El INRA (1978) recomienda que ovinos en crecimiento deben consumir 2.4 g kg PV<sup>.75</sup> d<sup>-1</sup> para mantenimiento. El SSP tuvo una oferta de proteína muy pequeña comparada a otros sistemas, como aquellos que incluyen *Leucaena leucocephala*, que es una leguminosa con altos contenidos de nitrógeno (hasta 30% PC) (Dávila et al., 1997, Sosa et al., 2004) que el guácimo (hasta 18% según la edad del follaje) (Aranda y Hernández, 2001). Por tanto, en el sistema con guácimo tendría que aumentarse la oferta de MS de este componente y además suplementar a los animales para lograr objetivos productivos específicos.

En la época de nortes, los ovinos en el sistema de monocultivo tuvieron un aporte de energía metabolizable de 1081.2 y de 1312.4 Kcal d<sup>-1</sup> en la época seca. En el sistema silvopastoril, el aporte de 719.7 Kcal d<sup>-1</sup> en la época de nortes y 1103.6 Kcal d<sup>-1</sup> en la época seca. En este sistema, el pasto tuvo 427.5 Kcal d<sup>-1</sup> en la época de norte, mientras que en la época seca tuvo 731.6 Kcal d<sup>-1</sup> y el árbol en la época de nortes tuvo 292.4 y 371.9 Kcal d<sup>-1</sup> en la época seca.

El aporte de energía metabolizable en ambos sistemas y en ambas épocas fue bajo, en comparación a lo que se recomienda para mantenimiento de ovinos Pelibuey. Castellanos (1989) sugiere un consumo de 2086 Kcal (1,95) para ovinos en crecimiento de 25 kg PV, con una ganancia de peso diario de 50 g.

Con los datos obtenidos de calidad y aporte nutricional del forraje ofrecido a los ovinos, la tercer hipótesis, planteada que la calidad del forraje consumido y la satisfacción de los requerimientos nutricionales es mejor en el sistema silvopastoril en comparación con un monocultivo de *D. eriantha*, se rechaza, ya que, el monocultivo tuvo en promedio un mayor aporte de proteína en nortes y similar en la seca; y mayor aporte de energía metabolizable, en ambas épocas.

Sin embargo, si bien es cierto que para determinar la calidad del forraje ofrecido a los ovinos, se obtuvo una muestra tomada de forma aleatoria a 5 cm del nivel del suelo (como se explica en metodología), este hecho no quiere decir que los ovinos consumieron todos los nutrientes que resultaron de la evaluación, ya que ellos seleccionan y comen una proporción de lo disponible (Caja, 2001), porque

son animales selectivos. Lo anterior significa que existe la posibilidad de que el consumo verdadero de nutrientes en los sistemas evaluados, difiera de lo estimado a partir de los muestreos de biomasa.

### **6.5 Comportamiento Ingestivo**

El tiempo que los animales dedicaron al consumo (durante los periodos que se observaron) varió entre los tratamientos ( $P = 0.039$ ). Los animales en el monocultivo dedicaron mayor tiempo al consumo de forraje ( $7.2 \pm 0.9$  h;  $P = 0.006$ ) en comparación con el SSP ( $7.0 \pm 1.1$  h;  $P = 0.006$ ). De la misma manera, el tiempo dedicado a esta actividad en la época de nortes ( $7.4 \pm 0.95$  h) fue mayor ( $P < 0.05$ ) que en la época seca ( $6.8 \pm 1.0$  h). Por tanto, la cuarta hipótesis que establece que el tiempo de pastoreo será mayor en el SSP que en un monocultivo se rechaza, ya que hubo mayor tiempo de pastoreo en el monocultivo en comparación con el SSP en ambas épocas.

En la época de nortes hubo menor consumo de forraje y mayor tiempo dedicado al pastoreo, en cambio en la época seca hubo mayor consumo de forraje y menor tiempo dedicado al pastoreo, debido a que interviene diferentes factores. En la época de nortes hubo menor disponibilidad de forraje, en comparación con la época seca. La temperatura ambiente en la época seca fue más intensa, hubo mayor radiación solar, en comparación a la época de nortes y la calidad del forraje vario en ambas épocas, *G. ulmifolia* presentó mejores resultado en ambas épocas pero baja digestibilidad en comparación con la gramínea.



En el sistema silvopastoril, el tiempo dedicado al consumo fue distinto ( $P < 0.0001$ ) entre pastoreo y ramoneo en ambas épocas (nortes y seca). En los nortes, las ovejas dedicaron al pastoreo  $6.09 \pm 0.96$  (6 h 5 min), mientras que al ramoneo dedicaron  $1.37 \pm 0.60$  (1 h 22 min). En la época seca dedicaron  $5.10 \pm 1.06$  (5 h 3 min) al pastoreo y  $1.55 \pm 0.58$  (1 h 33 min) al ramoneo.

Las condiciones ambientales en ambas épocas (nortes y seca) fueron distintas, siendo en la época seca cuando se presentó una mayor radiación solar, por consiguiente, los ovinos en el sistema silvopastoril pasaron mayor tiempo echados debajo de los arbustos cubriéndose del intenso calor, que pastando, sin embargo consumieron más forraje, debido a que el forraje presentó mayor contenido de nutrientes (Cuadro 2), mientras que los ovinos en el monocultivo no tenían ningún lugar donde cubrirse del sol, quedándose parados jadeando, sin realizar actividad alguna. Pérez *et al.* (2008) mencionan que existe una estrecha relación entre el bienestar animal con la sombra creada por los árboles en los sistemas silvopastoriles, respecto a los tiempos dedicados al consumo de forraje y otras actividades durante el día, lo que hace que los animales busquen la sombra y dejen de consumir forraje.

Del Ángel (2009) estudió las interacciones entre ovinos (Pelibuey) y bovinos pastoreando simultáneamente en un sistema silvopastoril, encontró que entre 7:00 y 20:00, los ovinos dedicaron entre 8 y 9 h al consumo. Estos resultados, son ligeramente mayores a los encontrados en este trabajo (7.4 h norte y 6.8 h seca) y

al tiempo de consumo entre sistemas, en el monocultivo dedicaron 7.2 h y en el SSP 7.0 h. Con lo que respecta a la utilización de los componentes del sistema silvopastoril, pastoreo (entre 6.11 y 6.36 h) y ramoneo (1.8 y 2.2 h) son similares a los encontrados en este trabajo. Una posible respuesta al menor tiempo dedicado al consumo, en comparación a los reportados por Del Ángel (2009) pudiera deberse al manejo que se dio a los animales en este experimento, ya que se alojaron de forma individual y diariamente se movían a un nuevo espacio, teniendo un contacto constante con ellos por la naturaleza del experimento, que limitó el pastoreo por las mañanas.

Según nuestros resultados, en condiciones de pastoreo con sombra, el ganado tiende a pasar más tiempo descansando y dedicar menos tiempo al pastoreo. Aunque no se encontraron reportes de este comportamiento en ovinos en otros experimentos, Kendall *et al.* (2006) observaron que vacas Holstein con acceso a sombra artificial prefirieron pasar las horas de mayor calor durante el día bajo la sombra, mientras que aquellas sin sombra pastaban más en esos tiempos; también Pérez-Hernández (2012) observó que vacas mestizas en pastoreo bajo cobertura arbórea alta destinaron menor tiempo al pastoreo durante la estación de mayor calor, que las vacas con menor o sin cobertura arbórea. Lo anterior, sugiere que al haber sombra en los sistemas silvopastoriles, el ganado prefiere destinar mayor tiempo al descanso para regular su temperatura corporal que pastar, pastando posiblemente a otras horas del día cuando la temperatura ha

disminuido, mientras que donde no hay sombra, el ganado no tiene otra opción que continuar en movimiento.

En la época de nortes hubo un menor consumo y mayor tiempo de pastoreo y en la época de secas, mayor consumo y menor tiempo de pastoreo, una posible respuesta a este comportamiento se pudo deber al tamaño de bocado (Galli y Cangiano, 1998), ya que en la época de nortes el tamaño de bocado pudo ser pequeño en comparación a la época de nortes que tomaron bocado más grandes en menor tiempo de pastoreo.

Conjuntando todos los resultados obtenidos, se llega a la decisión de rechazar la hipótesis general que plantea que el consumo voluntario de materia seca de corderas Pelibuey en libre pastoreo en un sistema silvopastoril intensivo es mayor que en un pastizal de monocultivo sin alterar los tiempo de pastoreo y la calidad de la dieta consumido satisface sus requerimientos nutricionales a través de las épocas del año. Si bien, el consumo de forraje fue mayor en el monocultivo en la época de nortes, en la época de secas los consumos fueron similares, con tendencia a aumentar en el sistema silvopastoril. En cuanto a la calidad nutritiva del forraje ofrecido, varió entre épocas. En nortes, el monocultivo tuvo mayor aporte de nutrientes (PC, DIVMS y EM) y en el SSP, el guácimo tuvo menor porcentaje de fibras (FDA y FDN). En la seca, el mayor contenido de nutrientes se encontró en el SSP, el guácimo tuvo menor contenido de fibras (FDA y FDN) y un alto contenido de PC, mientras que el monocultivo tuvo mayor contenido de EM y

mayor porcentaje de DIVMS. El aporte nutricional fue mayor en el monocultivo, en ambas épocas, sin embargo, bajo el protocolo de investigación utilizado, ninguno de los dos sistemas aportó los nutrientes requeridos por los animales de la edad y peso que se evaluaron en este estudio. El tiempo que los animales dedicaron al consumo varió entre los tratamientos, siendo mayor en el monocultivo y entre épocas fue mayor el tiempo en pastoreo en nortes.

## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El consumo voluntario de materia seca por los corderos Pelibuey fue bajo en ambos sistemas (menos del 3% de su PV) en las épocas de nortes y seca, lo cual limita la ingestión de nutrientes en los ovinos. En la época de nortes el consumo en el SSP fue menor comparado con el monocultivo, lo cual pudo deberse a una menor disponibilidad de forraje, a la baja calidad del forraje y a la presencia de ciertos eventos extraordinarios relacionados con el ambiente que se presentaron, como lo fueron los nortes. Lo cual hace necesario implementar una estrategia de suplementación para alcanzar objetivos acordes con el potencial productivo de los ovinos en ambos sistemas.

La calidad nutritiva del forraje disponible en el monocultivo es mejor en nortes en comparación con los resultados de la época seca. El sistema silvopastoril tuvo mejores resultados en la época seca, en nortes su calidad disminuye requiriendo un mejor manejo para obtener una calidad del forraje más cercana a las necesidades nutritivas del animal.

El aporte nutricional del forraje consumido en el sistema silvopastoril tendió a ser mayor en la época seca, disminuyendo en nortes. En el monocultivo la tendencia fue al contrario, con mayor aporte en la época de nortes y disminuyendo en la seca. En nortes, el monocultivo aportó mayor PC y EM, en cambio en la época seca el SSP tuvo mayor aporte de PC y el monocultivo mayor aporte de EM. Esto implica que la oferta del forraje del árbol deba aumentarse para aumentar la

posibilidad de una mayor oferta de este y a la vez un mayor aporte de nutrientes en la dieta, o en su defecto, asegurar una suplementación adecuada para alcanzar objetivos de producción específicos.

Bajo las condiciones de este experimento los animales manejados en el SSP disminuyen el tiempo dedicado al consumo de forraje. De este tiempo, la mayor parte se dedica al pastoreo (5 y 3 veces más que al ramoneo, en los nortes y secas, respectivamente). Sin embargo, independientemente del tipo de pradera, el tiempo dedicado al consumo de forraje en la época de nortes es mayor que en la época seca. La sombra creada en el sistema silvopastoril induce al ganado a invertir más horas de descanso, reduciendo ligeramente las horas que el ganado emplearía para el consumo de forraje. En nortes hubo mayor tiempo de pastoreo y un menor consumo y en la época seca hubo menor tiempo de pastoreo y mayor consumo. Esto conlleva a la posibilidad de que el tiempo que el ganado permanece en la sombra esté provocando una disminución del efecto del calor, reduciendo el estrés calórico y confiriéndole ventajas imperceptibles en comparación con los animales que continúan pastando al no tener acceso a la sombra y aparentemente consumen más, lo que brinda a los animales del SSP, un confort térmico, dándole la oportunidad a descansar en las horas con mayor radiación y pastar o muy temprano o por la noche.

Ya que esta investigación fue base para conocer el consumo voluntario de materia seca en pastoreo en dos épocas críticas del año (nortes y seca), cabe la

posibilidad de seguir estudiando el consumo voluntario en la época de lluvias, donde las condiciones climáticas cambian y existe una mayor abundancia de forraje en los potreros, incluyendo otras variables como la ganancia de peso diaria e indicadores de estrés por calor. También incorporar a los SSP más de dos especies arbustivas o praderas mistas de gramíneas para diversificar la dieta.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- ACOVEZ, 2012. (Asociación Colombiana de Médicos Veterinarios). Sistemas Silvopastoriles para el diseño de fincas ganaderas sostenibles. F:\Respaldo\Trab. experimental\Biblio\silvopastoril\ACOVEZ.2012.htm. Consultado el 27 de Octubre del 2012.
- Agnusdei M., G. 2007. Calidad nutritiva del forraje. Agromercado Temático. Sitio Argentino de Producción Animal. 136: 11 – 17.
- Aguilar-Pérez, C. 2010. Producción y calidad de leche y carne en sistemas silvopastoriles. *En: II Congreso sobre Sistemas Silvopastoriles Intensivos.* 8, 9 y 10 de marzo. Morelia y Tepalcatepec, Michoacán.
- Allen M., S. 1996. Physical constraints on voluntary intake of forages by ruminants. *Journal of Animal Science.* 74: 3063 – 3075.
- Allison C., D. 1985. Factors affecting forage intake by range ruminants: A review. *Journal of Range Management.* 38: 305 – 311.
- Alonso J., T. Ruiz, G. Febles y G. Achan. 2003. Comparación de métodos de poda en un sistema silvopastoril Leucaena-guinea. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola.* 37: 433 – 444.
- Alonso J. 2011. Los sistemas silvopastoriles y su contribución al ambiente. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola.* 45: 107 – 115.
- Altman, J., 1974. Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour.* 48, 227 – 267.
- Andrade H., J., H. Esquivel y M. Ibrahim. 2008. Disponibilidad de forraje en sistemas silvopastoriles con especies arbóreas nativas en el trópico seco de Costa Rica. *Zootecnia Tropical.* 26: 289 – 292.
- ANKOM, 2010. ANKOM Technology Instrument Manuals. <http://www.ankom.com/instrument-manuals.aspx>. Consultado el 12 de Febrero del 2012.



- AOAC, 1980. Official Method of Analysis 4.2.11 Protein (Crude) in animal feeds forage (plant tissue) grain and oilseeds. *In: Official Methods of Analysis of AOAC International*. 13th edition. AOAC International. Washington D.C., USA.
- AOAC, 1997. Official Method of Analysis 973.18. Fiber (acid detergent) and lignin in animal feed. *In: Official Methods of Analysis of AOAC International*, 16th edition. AOAC International, Washington D.C., USA.
- Aranda I., E. y D. Hernández S. 2001. Valor nutritivo de los forrajes. En: *Memorias del diplomado la productividad animal en pastoreo*. Cárdenas, Tabasco, México. pp. 48 – 70.
- Araujo O. 2005. Factores que afectan el consumo voluntario en bovinos a pastoreo en condiciones tropicales. *En: IX Seminario de pastos y forrajes*. Departamento de Zootecnia. Facultad de Agronomía. La universidad de Zulia. Maracaibo. Zulia 4011. Venezuela. pp. 1 – 12.
- Arias R., A., L. Mader T. y C. Escobar P. 2008. Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. *Medicina Veterinaria*. 40: 7 – 22.
- Ávila G., F. Jiménez. J. Beer. M. Gómez y M. Ibrahim. 2001. Almacenamiento, fijación de carbono y valoración de servicios ambientales en sistemas agroforestales en Costa Rica. *Agroforestería en las Américas*. 8: 32 – 35.
- Bacab-Pérez, H. M. y F. J. Solorio-Sánchez. 2011. Estudios sobre agroecosistemas. Oferta y consumo de forraje y producción de leche en ganado de doble propósito manejado en sistemas silvopastoriles en Tepalcatepec, Michoacán. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 13: 271 – 278.
- Basulto F., L. y M. I. Del Toro. 2005. Los ovinos. Una producción de bajos insumos. *Revista Electrónica de Veterinaria*. 6: 1-19.

- Barahona R., R. y S. Sánchez P. 2005. Limitaciones físicas y químicas de la digestibilidad de pastos tropicales y estrategias para aumentarlas. *Revista Corpoica*. 6: 69 – 82.
- Bateman J., V. 1970. La digestibilidad aparente en: *Nutrición animal. Manual de métodos analíticos*. Herrera Hermanos. pp. 413 – 419.
- Beer J., M. Ibrahim, E. Somarriba, A. Barrance y R. Leakey. 2003. Capítulo 6. Establecimiento y manejo de árboles en sistemas agroforestales. *En: Cordero J. y D.H. Bashier (ed.). Árboles en Centroamérica*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 242 p.
- Belsky A., J. 1994. Influences of trees on savanna productivity: test of shade, nutrients and tree-grass competition. *Ecology*. 75: 922 – 932.
- Betancourt K., M. Ibrahim, C. Harvey y B. Vargas. 2003. Efecto de la cobertura arbórea sobre el comportamiento animal en fincas ganaderas de doble propósito en Matiguás. Matagalpa. Nicaragua. *Agroforestería en las Américas*. 10: 47 – 51.
- Bines, J. A. 1979. Regulation of food intake in dairy cows in relation to milk production. *Livestock Production Science*. 3: 115 – 128.
- Blackshaw, J. K., and A. W. Blackshaw. 1994. Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behaviour: A review. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 34: 285 – 295.
- Bobadilla H., A. R., C.C. Sandoval y L. A. Ramírez. 2006. Rendimiento de leche de vacas en pastoreo complementadas con follaje de arbóreas del trópico subhúmedo. *In: Memoria de la III Reunión Nacional sobre Sistemas Agro y Silvopastoriles*. 10 – 12 de Julio. México, D.F. pp. 170 – 173.
- Bonilla-Cárdenas, J. A. 2000. Consumo voluntario de forraje por vacas lecheras en pastoreo. Folleto científico Núm. 1. División Pecuaria. Instituto Nacional de Investigadores Forestales Agrícolas y Pecuarias. pp. 1 – 47.

- Borroto A., C. Mazorra, A. Arencibia, N. Hernández, M. López, R. Pérez y A. Molina. 1995. Tecnologías Alternativas Sostenibles para obtener carne Ovina en las Fincas Citrícolas. Seminario Científico Internacional XXX Aniversario Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. pp. 127 – 130.
- Botero R. y R. O. Russo. 2008. Utilización de árboles y arbustos fijadores de nitrógeno en sistemas sostenibles de producción animal en suelos ácidos tropicales. *In: Agroforestería para la producción animal en América Latina. Memorias de conferencia electrónica.* Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma. pp. 172 – 192.
- Caja G. 2001. Orientaciones básicas para la alimentación del ganado ovino de carne. Producció Ovina i Caprina. Facultat de Veterinaria. Universidad Autònoma de Barcelona. pp. 1-10.
- Calle Z. y E. Murgueitio R. 2010. El Guácimo uno de los árboles más adaptables a los sistemas silvopastoriles del trópico americano. *Ganadería y Ambiente. Revista Carta Fedegán.* 121: 88 – 100.
- Campos P., D. S., C. R. Tavares C., C. A. De Miranda G., P. Belogoli F., W. S. Duarte R., M. Díaz M., and R. O. Rereyra R. 2010. Soil bulk density and biomass partitioning of *Brachiaria decumbes* in a silvopastoral system. *Scientia Agricola.* 67: 598 – 603.
- Carvalho M., M., D. F. Xavier y M. J. Alvim. 2004. Uso de leguminosas arbóreas en la recuperación y sustentabilidad de pasturas cultivadas. *In: Available from internet.* Food and Agriculture Organization. <http://www.fao.org/WAIRDOCS/LEAD/X6342/X6342S00.HTM> (Consultado 20 de Mayo de 2009).
- Carvalho F., P. C., G. V. Kozloski, H. M. N. R. Filho, M. V. Reffatti, T. C. M. Genro, V. P.B. Euclides. 2007. Avances metodológicos en la determinación del consumo de rumiantes en pastoreo. *Revista Brasileira de Zootecnia.* 36: 1806 – 9290.

- Casanova F., L. Ramírez y F. Solorio. 2007. Interacciones radiculares en sistemas agroforestales: Mecanismos y opciones de manejo. *Avances en Investigación Agropecuaria*. 11: 41 – 52.
- Castellanos R., A. F. 1989. Requerimientos alimenticios del borrego Pelibuey. *Tecnología para la Producción de Ovejas Tropicales*. Food and Agriculture Organization, Santiago, Chile. pp. 78 – 83.
- Ceballos M., C., A. Marcel T., C. Augusto C., J Fernando N., J. Esteban R., F. Arenas, E. Murgueitio. 2011. Efecto de la temperatura y la humedad ambiental sobre el comportamiento de consumo en sistemas silvopastoriles intensivos y posibles implicaciones en el confort térmico. *In: III Congreso sobre Sistemas silvopastoriles intensivos para la ganadería sostenible del siglo XXI*. 2 - 4 de marzo de 2011. Morelia y Tepalcatepec. Michoacán. pp: 249 - 250.
- Cervantes-Marín, A., S. López-Ortiz, P. Pérez-Hernández, J. P. Martínez-Dávila, F. Gallardo-López y J. D. Guerrero-Rodríguez. 2012. Preferencia de ovinos y bovinos por los frutos de seis especies arbóreas de la selva baja caducifolia. *In: VI Reunión Nacional sobre Sistemas Agro y Silvopastoriles*. 11-14 de Julio del 2012. Tepetates, municipio de Manlio Fabio Altamirano, Ver., México.
- Chay-Canul, A., A. J. Ayala-Burgos, J. C. Kú-Vera y J. G. Magaña-Monforte. 2009. Efecto del tamaño de partícula sobre, consumo, digestibilidad y balance del nitrógeno en ovinos Pelibuey alimentados con dietas basadas en frijol terciopelo (*Mucuna pruriens*) y grano de maíz. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 10: 383 – 392.
- Chica, S., D. M. 2011. Análisis de la relación entre cobertura y composición arbórea, factores de manejo y productividad ganadera en fincas doble propósito del departamento de Rivas, Nicaragua. Tesis de *Magister Scientiae*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica.
- CIPAV, 2009. (Centro para la Investigación en sistemas sostenibles de Producción Agropecuaria). *Sistemas silvopastoriles en la cuenta del Río Guacha*. <http://silvopastorilguacha.wordpress.com> (Consultado el 11 de mayo del 2012).

- Coleman, W. S. 2005. Predicting forage intake by grazing ruminants. Florida Ruminant Nutrition Symposium. pp. 72 – 89.
- Combellas, J. 1997. “Producción de ovinos en Venezuela”. ARTE. Caracas, Venezuela. 111 p.
- Córdoba C., J. Naranjo y C. Cuartas. 2010. Producción vegetal y animal bajo sistemas de pastoreo tradicional y sistemas silvopastoriles intensivos (SSPi) en el Caribe seco colombiano. *In*: VI Congreso Latinoamericano Agroforestería para la producción pecuaria sostenible. pp. 3 – 18.
- Cordova, J. F., J. D. Wallace, and R. D. Pieper. 1978. Forage intake by grazing livestock: A review. *Journal of Range Management*. 31: 430 – 438.
- Correa H., J., M. L. Pabón R. y J. E. Carulla F. 2009. Estimación del consumo de materia seca en vacas Holstein bajo pastoreo en el trópico alto de Antioquia. *Livestock Research for Rural Development*. 21: 1 – 20.
- Crespo G. 2008. Importancia de los sistemas silvopastoriles para mantener y restaurar la fertilidad del suelo en las regiones tropicales. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 42: 329 – 335.
- Curtis, S. E. 1981. Environment heat stress and its effects on body growth rate. *In*: Environmental management in animal agriculture. Illinois, USA. 430 p.
- Dávila C., D. Urbano y R. Sánchez. 1997. NR. 14. Efecto de la asociación *Brachiaria* sp. con *Leucaena* (*Leucaena leucocephala*) y matarratón (*Gliricidia sepium*) sobre la producción de leche. *Archivo Latinoamericano de Producción Animal*. 5: 135 – 138.
- Decruyenaere, V., A. Buldgen, and D. Stilmant. 2009. Factors affecting intake by grazing ruminants and related quantification methods: A review. *Biotechnology Agronomy Society Environment*. 13: 559 – 573.
- Del Ángel G., N. I. 2009. Interacciones entre ovinos y bovinos pastoreando simultáneamente en un sistema silvopastoril intensivo. Tesis de

Licenciatura. Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca. Tantoyuca, Veracruz, México. pp. 30 – 41.

Díaz G., C. 2005. Regulación del consumo de la ración por la vaca lechera. *Revista Mundo Veterinario*. pp. 1 – 3.

Díaz R., O. 2007. Comportamiento pastoril extensivo del ganado. *In: Utilización de pastizales naturales*. Encuentro Grupo Editor. pp. 181 – 216.

Di Marco O. 2011. Estimación de calidad de los forrajes. *Sitio Argentino de Producción Animal*. 20: 24 – 30.

Do Nascimento L., M., Y. B. Farjalla, J. L. Do Nascimento. 2009. Consumo voluntario de bovinos. *Revista Electrónica de Veterinaria*. 10: 1 – 27.

Estrada A., J. 2002. *Pastos y Forrajes para el Trópico Colombiano*. Universidad de Caldas, Centro Editorial. Manizales, Colombia. 506 p.

Fenton, T. W., and M. Fenton. 1979. An improved procedure for the determination of chromic oxide in feed and feces. *Canadian Journal of Animal Science*. 59: 631 – 634.

Flores O., I., D. M. Bolivar, J. A. Botero y M. A. Ibrahim. 1998. Parámetros nutricionales de algunas arbóreas leguminosas y no leguminosas con potencial forrajera para la suplementación de ruminantes en el tropic. *Livestock Research for Rural Development*. 10: 1 – 5.

Fontenot, J., P., and R. E. Blaser. 1965. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: Selection and intake by grazing animals. *Journal of Animal Science*. 24: 1202 - 1208.

Forbes, M. J. 1987. Voluntary food intake and reproduction. *Proceedings of the Nutrition Society*. 46: 193 – 201.

- Forbes, M. J. 2000. Chapter 15. Physiological and metabolic aspects of feed intake control. *In: D'Mello J.P.F. (Ed.) Farm Animal Metabolism and Nutrition. Part III. Intake and utilization.* New York. NY. USA. pp. 319 – 333.
- Forbes, M. J. 2007. Voluntary food intake and diet selection in farm animals. 2a. ed. CABI. 453 p.
- Freeland, W.J., and D.H. Janzen. 1974. Strategies in herbivory by mammals: The role of plant secondary compounds. *American Naturalist.* 108: 269 – 289.
- Galli J., R. y C. A. Cangiano. 1998. Relación entre la estructura de la pastura y las dimensiones del bocado y sus implicancias en el consumo en bovinos. *Revista Argentina de Producción Animal.* 18: 247 – 261.
- García E. 1981. Modificación al sistema de clasificación de Koppen. 3a. Ed. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Giraldo V., L. A. 1999. Potencial de la arborea guácimo (*Guazuma ulmifolia*) como componente forrajero en sistemas silvopastoriles. *In: Agroforestería para la producción animal en América Latina. Memorias de conferencia electrónica.* Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma. pp. 295 – 308.
- Gómez-Pompa, A. 1978. Ecología de la vegetación del estado de Veracruz. Ed. Continental S.A. México D.F. 91 p.
- González-Garduño, R., G. Torres-Hernández y J. Arce-García. 2011. Ganancia de peso de ovinos alimentados con pasto Taiwan (*Pennisetum purpureum*) suplementados con diversas fuentes de proteína. *Avances de Investigación Agropecuaria.* 15: 3 – 20.
- Grant, T., and J. L. Albright. 2001. Effect of animal grouping on feeding behavior and intake of dairy cattle. *Journal of Dairy Science.* 84: 156 – 163.

- Hanley, T., A. 1982. The nutritional basis for food selection by ungulates. *Journal of Range Management*. 35: 146 – 151.
- Hernández, G., M. 2002. Desarrollo de un modelo conceptual para la simulación dinámica, mecanística del consumo de bovinos pastoreando en el trópico. Tesis de Maestría en Producción Animal Tropical. Opción: Nutrición Animal. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida. Yucatán. México.
- Herrera F., C. 2011. Indicadores fisiológicos de estrés en ganadería bovina. Sitio Argentino de Producción Animal. pp. 1 – 6.
- Hugdson, J. 1985. The control of herbage intake in the grazing ruminant. *Proceedings of the Nutrition Society*. 44: 339-346.
- Illiuss, A. W., and N. S. Jessop. 1996. Metabolic constraints on voluntary intake in ruminants. *Journal of Animal Science*. 74: 3052 – 3062.
- Ibrahim M., C. Villanueva, F. Casasola y J. Rojas. 2006. Sistemas silvopastoriles como una herramienta para el mejoramiento de la productividad y restauración de la integridad ecológica de paisajes ganaderos. *Pastos y Forrajes*. 29: 383 – 419.
- Ibrahim M., C. Villanueva P. y F. Casasola. 2007. Sistemas silvopastoriles como una herramienta para el mejoramiento de la productividad y rehabilitación ecológica de paisajes ganaderos en centro américa. *Archivo Latinoamericano de Producción Animal*. 15: 73 – 87.
- INRA, 1978. (Institut National the Recherche Agronomique). *Ovins In: Alimentation des Ruminants*. Ed. INRA Publications. Route Saint Cyr. 78000. Versailles. France. 403 p.
- Izaguirre F., F. y J. Martínez T. 2007. El uso de árboles multipropósito como alternativa para la producción animal sostenible. *Tecnología en marcha*. 21: 28 – 40.



- Kendall, P. E., P. P. Nielsen, J. R. Webster, G. A. Verkerk, R. P. Littlejohn, and L. R. Matthews. 2006. The effects of providing shade to lactating dairy cows in a temperate climate. *Livestock Science*. 103: 148 – 157.
- Kotb A. R., and T. D. Luckey. 1972. Markers in nutrition. *Nutrition abstracts and reviews*. 42: 813 – 845.
- Ku V., J. C., A. Ruíz-González. S. Albores-Moreno. E. Briceño-Poot. J. C. Espinoza-Hernández. N. Ruíz-Ruíz. L. M. Contreras-Hernández. A. J. Ayala-Burgos y L. Avilé. 2011. Alimentación de rumiantes en sistemas silvopastoriles intensivos: Avances recientes de investigaciones básicas. *In: III Congreso sobre Sistemas silvopastoriles intensivos para la ganadería sostenible del siglo XXI*. 2 - 4 de Marzo de 2011. Morelia y Tepalcatepec, Michoacán. pp. 8 – 16.
- Lacetera, N., U. Bernabucci, B. Ronchi, and A. Nardone. 2003. Physiological and productive consequences of heat stress. The case of dairy ruminants. *In: Lacetera, N., U. Bernabucci, H. H. Khalifa, B. Ronchi, and A. Nardone (Eds.) Interactions between climate and animal production*. pp. 45 – 59.
- Lara P., E., M. C. Canché. N. B. Marrufo y J. R. Sanginés. 2007. Pastoreo restringido de ovejas Pelibuey en bancos de proteína de morera (*Morus alba*). *Pastos y Forrajes*. 30: 267 – 278.
- Lascano E., C., B. Rolain, R. Quiroz, J. Zorrilla, C. Chávez y C. Wernli. 1990. Recomendaciones sobre la metodología para la medición de consumo y digestibilidad *in vivo*. *Nutrición de rumiantes: guía metodológica de investigación*. ALPA- RISPAL. Edit. San José, Costa Rica.
- Lippke H. 2002. Forage & Grazing Lands. Estimation of forage intake by ruminants on pasture. *Crop Science Society of America*. 42: 869 – 872.
- Lonne I. 1994. Models of voluntary food intake in cattle. *Livestock Production Science*. 39: 19 - 38.
- Lok S., G. Crespo, E. Frómeta, V. Torres y S. Fraga. 2007. Estudio y selección de indicadores de sostenibilidad en pastizales silvopastoriles basados en

*Leucaena leucocephala*- *Panicum maximum*. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 41: 371 – 380.

López H., V. M. 2008. Composición química y consumo voluntario de guácimo (*Guazuma ulmifolia*) y pasto Taiwán (*Pennisetum purpureum*) por ovinos tropicales. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Campus Veracruz. Municipio de Manlio Fabio Altamirano, Ver., México.

Macon, B., L. E. Sollenberger, J. E. Moore, C. R. Staples, J. H. Fike, and K. M. Portier. 2003. Comparison of three techniques for estimating the forage intake of lactating dairy cows on pasture. Journal Animal Science. 81: 2357 – 2366.

Mahecha L., V. Durán C., M. Rosales y C. Molina. 2001. Disponibilidad y calidad del forraje en un sistema silvopastoril conformado por *Cydodon plectostachyus*, *Leucaena leucocephala* y *Prosopis juliflora* durante diferentes épocas del año. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. 14: 93.

Mahecha L. 2002. El silvopastoreo: una alternativa de producción que disminuye el impacto ambiental de la ganadería bovina. Revolución Colombiana Científica Pecuaria. 15: 226 – 231.

Mata E., M., D. Hernández S., M. Cobos P., M. Ortega C., G. Mendoza M. y J. Arcos-García. 2006. Comportamiento productivo y fermentación ruminal de corderos suplementados con harina de cocoíte (*Gliricidia sepium*), morera (*Morus alba*) y tulipán (*Hibiscus rosa-sinensis*). Revista Científica. Venezuela. 16: 249 – 256

Manríquez-Mendoza, L. Y., S. López-Ortíz, C. Olguín-Palacios, P. Pérez-Hernández, P. Díaz-Rivera y Z. G. López-Tecpoyotl. 2011. Productividad de un sistema silvopastoril intensivo. Tropical and Subtropical Agroecosystems. 13: 573 – 584.

Martínez-Martínez, R. 2010. Bloques multinutricionales elaborados con follaje de árboles como suplemento alimenticio de ovinos. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Campus Veracruz. Municipio de Manlio Fabio Altamirano. Veracruz, México.

- Martínez-Martínez R., S. López-Ortiz, M. E. Ortega-Cerrilla, R. Soriano-Robles, J. G. Herrera-Haro, J. López-Collado, and E. Ortega-Jiménez. 2012. Preference consumption and weigh gain of sheep supplemented with multinutritional blocks made with fodder tree leaves. *Livestock Science*. 149: 185 – 189.
- Mejía J. 2002. Consumo voluntario de forrajes por rumiantes en pastoreo. *Acta Universitaria*. 12: 56 – 63.
- Milera M., H. Machado, O. López, T. Sánchez y S. Sánchez. 2004. Producción de leche en sistemas de pastoreo bio-sostenibles y/o bio-diversos. *Avances en Investigación Agropecuaria*. 8: 1 – 10.
- Mojica R., J., E. Castro R., J. M. León C., E. A. Cárdenas R., M. L. Pabón R. y J. E. Carulla F. 2009. Efecto de la oferta de pasto kikuyo y ensilaje de avena sobre la producción y calidad composicional de la leche bovina. *Revista Corpoica – Ciencia y Tecnología Agropecuaria*. 10: 81 – 90.
- Mora V. 2009. Los Sistemas silvopastoriles en Costa Rica y sus beneficios al ecosistema. *Info Agro Costa Rica. Hoja Divulgativa*. Núm. 2.
- Morales-Nieto, C. R., A. Quero-Carrillo, J. Pérez-Pérez, A. Hernández-Garay y O. Le-Blanc. 2008. Caracterización morfológica de poblaciones nativas de pasto banderita (*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.) en México. *Agrociencia*. 42: 767 – 775.
- Murgueitio E. y M. Ibrahim. 2004. Ganadería y medio ambiente en América Latina. *In: XII Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal. Conferencia Agroforestería*. 22 – 25 de Noviembre. Maracay – Aragua, Venezuela. pp. 187 – 202.
- Musálem-Santiago, M. A. 2002. Sistemas Agrosilvopastoriles: Una alternativa de desarrollo rural sustentable para el trópico mexicano. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*. 8:91 – 100.
- Nahed T., J., C. Solís E., D. Grande C., G. Mendoza M., J. A. Alayón G. y R. F. Pérez-Gil. 2011. Comportamiento productivo de ovinos alimentados con

pasto kikuyo *Pennisetum clandestinum* y follaje de Tzelopat *Buddleia skutchii*. Food and Agriculture Organization. pp. 1 – 10.

Ortega-Vargas, E. 2012. Potencial productivo de *Guazuma ulmifolia* Lam. En bancos de forraje y asociado a gramíneas tropicales. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Campus Veracruz. Municipio de Manlio Fabio Altamirano. Veracruz, México.

Owen, J. B., D. A. R. Davies, and W. J. Ridgman. 2010. The control of voluntary food intake in ruminants. *Animal Production*. 11: 511 – 520.

Penning, P. D., and S. M. Rutter. 2004. Ingestive behaviour. In: Penning. P.D. 2nd Ed. Herb Intake. Handbok. Reading: British Grassland Society. pp. 151 – 175.

Perales A., O. Loli, J. Alegre y F. Camarena. 2009. Indicadores de sustentabilidad del manejo de suelo en la producción de arveja (*Pisum sativum* L.). *Ecología Aplicada*. 8: 47 – 52.

Pérez E., M. Soca, L. Díaz y M. Corzo. 2008. Comportamiento etológico de bovinos en sistemas silvopastoriles en Chiapas. México. *Pastos y Forrajes*. 31: 161 – 172.

Pérez-Hernández, V. M., S. López-Ortiz, J. Jarillo-Rodríguez, S. Pérez-Elizalde, P. Pérez-Hernández, and E. Castillo-Gallego. 2012. Comportamiento de Ganado bovino de doble proposito pastando sitios con cobertura arbórea. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Campus Veracruz. Municipio de Manlio Fabio Altamirano. Veracruz, México.

Pezo, D., M. Kass, J. Benavides, F. Romero, and C. Chaves. 1990. Potential of legume tree fodders as animal feed in Central America. In: *Shrubs and tree fodders for farm animals*. (1989, Denpasar, Indonesia). Proceeding of a Workshop. Ed. C. Devendra. Ottawa, Canadá. IDRC. p. 163 – 175.

Pezo D. y M. Ibrahim. 1998. *Sistemas silvopastoriles*. CATIE. Turrialba. Costa Rica. 247 p.

- Phillips, C. J. C. 1993. Cattle behaviour. Farming Press Books, London.
- Pineda M., F. 2005. Valor nutritivo de los pastos tropicales. *In: González-Stagnaro, C., E. Soto B. (eds.). Manual de Ganadería de Doble Propósito. Venezuela. pp. 176 – 182.*
- Provenza, F. D. 1995. Postingestive feedback as an elementary determinant of food preference and intake in ruminants. *Journal of Range Management* 48: 2 – 17.
- Provenza, F. D. 1996. Acquired aversions as the basis for varied diets of ruminants foraging rangelands. *Journal Animal Science. 74: 2010 – 2020.*
- Ramírez M., F., M. Parra G., R. Gómez A., C. Ortega G. y M. Silva O. 1996. Consume voluntario de forraje por bovinos en dos sistemas de pastoreo. *In: Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. INIFAB, CE-CARBO. 2 - 4 de diciembre. Cuernavaca, Morelos, México.*
- Ramírez E., P. Catani y S. Ruíz. 1999. La importancia de la calidad del forraje y el silaje. *Sitio Argentino de Producción Animal. 2: 23 – 28.*
- Ramírez-Pérez, A. H., S. E. Buntinx. C. Tapia-Rodríguez, and R. Rosiles. 2000. Effect of breed and age on the voluntary intake and the micromineral status of non-pregnant sheep. 1. Estimation of voluntary intake. *Small Ruminant Research. 37: 223 – 229.*
- Reinoso O., V. y C. Soto S. 2006. Cálculo y manejo en pastoreo controlado. 1) Nivel de oferta forrajera y utilización de la pastura. *Revista Veterinaria Montevideo. 41: 9 – 14.*
- Rincón E., V. 1995. Producción en sistemas silvopastoriles. Heligar Librass. Maracaibo. Venezuela. 185 p.
- Rodríguez N., M., E. O. Simoes, S. y R. Guimaraes-Júnior. R. 2007. Uso de indicadores para estimar consumo y digestibilidad de pasto. LIPE. Lignina

purificada y enriquecida. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. 20: 518 – 525.

Rodríguez I. 2011. Estrategias de alimentación para bovinos en el trópico. Mundo Pecuario. 7: 167-170.

Rojas H., S., J. Olivares P., R. Jiménez G. y E. Hernández C. 2005. Manejo de paraderas asociadas de gramíneas y leguminosas para pastoreo en el trópico. Revista Electrónica de Veterinaria. 6: 1 – 20.

Roothaert, R. L. 1999. Feed intake and selection of tree fodder by dairy heifers. Animal Feed Science and Technology. 79: 1 – 13.

Ruíz R., J. M. 2007. Investigación y vinculación de la UACH en el trópico húmedo. *In: Encuentro de Investigación y Vinculación SCRU*. Chapingo. México.

Russo R., O. y R. Botero B. 2005. El componente arbóreo como recurso forrajero en los sistemas silvopastoriles. *In: Sitio Argentino de Producción Animal*. 42: 1 – 9.

Sánchez Ml., J. 2007. Utilización eficiente de las pasturas tropicales en la alimentación del ganado lechero. *In: XI Seminario de Pastos y Forrajes en Sistemas de Producción Animal*. Barquisimeto, Venezuela.

Sánchez V. y F. Ojeda. 2004. Comportamiento etológico de ovinos en un sistema agrosilvopastoril aplicado a un cultivo de peras. Pastos y Forrajes. 27: 259 – 265.

Santana M. 1998. I Seminario Regional. Producción ganadera sostenible. Silvopastoreo. Universidad Nacional de Colombia Seccional Medellín. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 19 de noviembre. Cauca. Medellín. Colombia.

SAS, 2012. Statistical Analysis System. Enterprise Guide ver. 4.3.0. SAS Institute. Cary. N.C., USA.

- Somarriba E. 1992. Revisiting the past: an essay on agroforestry definition. *Agroforestry Systems*. 19: 233 – 240.
- Sosa R., E. E., D. Pérez R., L. Ortega R. y G. Zapata B. 2004. Evaluación de potencial forrajero de árboles y arbustos tropicales para la alimentación de ovinos. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 42: 129 – 144.
- Torres F. 1983. Role of woody perennials in animal agroforestry. *Agroforestry Systems*. 1:131 – 163.
- Vallentine J., F. 1990. *Range Development and improvements*. Academic Press. London.
- Velázquez M., M. 2008. Composición de la dieta y conducta del pastoreo de terneras (*Bos Taurus* x *Bos indicus*) en un sitio con vegetación secundaria en el norte de Veracruz. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Campus Veracruz. Tepetates. Municipio de Manlio Fabio Altamirano. Veracruz. México.
- Velázquez-Martínez, M., S. López-Ortiz. O. Hernández-Mendo. P. Díaz-Rivera. S. Pérez-Elizalde and J. Gallegos-Sánchez. 2010. Foraging behavior of heifers with or without social models in an unfamiliar site containing high plant diversity. *Livestock Science*. 131: 73 – 82.
- Valenciaga D., B. Chongo. R. S. Herrera. V. Torres. A. Oramas y M. Herrera. 2009. Efecto de la edad de rebrote en la digestibilidad in vitro de la materia seca de *Pennisetum purpureum* vc. CUBA-CT 115. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas*. 43: 81 – 84.
- Vélez V., E. 2013. Factores de origen ambiental que afectan la producción de leche en vacunos bajo pastoreo semi-intensivo. (Sirivs) Sistema de Revisiones en Investigación Veterinaria de San Marco. Universidad Nacional Mayor de San Marco. Facultad de Medicina Veterinaria. Lima, Perú. pp. 1 – 10.
- Villalobos L. y J. Ml. Sánchez. 2010. Evaluación agronómica y nutricional del pasto ryegrass perenne tetraploide (*Lolium perenne*) producido en

lecherías de las zonas altas de Costa Rica. II. Valor nutricional. *Agronomía Costarricense*. 34: 43 – 52.

Zambrano C., E. Altuve, L. Zambrano y C. Parraga. 2010. Conducta de ovinos a pastoreo en sistema silvopastoril tradicional con predominio de Samán (*Pithecellobium saman*) y Guácimo (*Guazuma ulmifolia*). *Revista UNELLEZ de Ciencia y Tecnología*. (Volumen especial): 29 – 34.