



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

**POSTGRADO DE RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD
GANADERÍA**

**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**

MAURICIO VELAZQUEZ MARTINEZ

TESIS
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, ESTADO DE MÉXICO

ABRIL 2008

La presente tesis titulada: **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**, realizada por el alumno: **Mauricio Velázquez Martínez**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS
RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD
GANADERÍA**


CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO:




Silvia López Ortiz

ASESOR:



Omar Hernández Mendo

ASESOR:



Pablo Díaz Rivera

ASESOR:



Jaime Gallegos Sánchez

Montecillo, Texcoco, Edo. de México, Abril de 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**

Mauricio Velázquez Martínez, M.C.

Colegio de Postgraduados, 2008

Resumen

Se estudió el comportamiento del pastoreo, selección de la dieta y ganancia de peso de terneras (sin y con modelos sociales) en un sitio con alta diversidad de especies de plantas. El estudio se llevo acabo en un ecosistema tropical que contenía una mezcla de zacates, herbáceas hoja ancha, vegetación leñosa y semileñosa. Diez terneras *Bos taurus* x *Bos indicus* (6 a 8 meses de edad) fueron asignadas aleatoriamente a uno de dos tratamientos: terneras sin experiencia (T1; n=5) con peso de 131.4 ± 14.1 kg, y terneras sin experiencia (T2; n=5) con peso de 129.6 ± 6.4 kg acompañadas por dos modelos sociales (16 meses de edad) con peso de 153.3 ± 4.1 . Cada grupo de animales pastorearon en potreros separados durante un periodo de 12 semanas, y los animales fueron observados cada 10 min de 7:00 a 19:30 h para registrar el tiempo dedicado a comer, rumiar, descansar y caminar; para la composición de la dieta se empleo el método de conteo de bocados. La ganancia de peso se registro cada 14 días. La biomasa disponible oscilo de 1,481 a 1,789 kg MS ha⁻¹, suficiente para mantener a las terneras. La cobertura de especies semileñosas y leñosas fue 55.2% (T2) y 58.4% (T1). El valor nutricional de 34 especies de plantas consumidas por las terneras fue de 9.0 a 26.2% de proteína cruda, la fibra detergente ácida fue 20.7 a 43.6%, la fibra detergente neutra 25.0 a 55.5%, la digestibilidad a 48 h fue 19.1 a 70.3% y a 72 h 21.3 a 71.1%. La presencia de los modelos sociales no modificó el tiempo dedicado a comer ($P = 0.973$), rumiar ($P = 0.199$), descansar ($P = 0.696$) o caminar ($P = 0.133$); el efecto del tiempo dentro de animales fue significativo para todas las actividades en ambos tratamientos ($P < 0.01$). Los bocados por minutos fueron ajustados a un modelo cuadrático en escala logarítmica y las curvas no mostraron diferencias entre tratamientos ($P = 0.756$). Sin embargo, la composición de la dieta basada en la proporción de cada especie de planta, fue diferente entre tratamientos ($P = 0.016$). Las terneras en

ambos tratamientos consumieron las mismas especies de plantas (56 de 26 familias), pero el T1 consumió una menor proporción de especies semileñosas y leñosas que el T2. La evolución del consumo en el tiempo difirió para la mayoría de las especies; el consumo para algunas especies se incrementó, disminuyó, o permaneció constante para ambos tratamientos, sin embargo el T1 tuvo mas especies de plantas en las que el consumo disminuyó. La ganancia de peso difirió como efecto de la interacción del tratamiento y el tiempo ($P < 0.01$). La ganancia de peso fue 111.0 gr/d para T1 y 99.9 gr/d para T2 y esta fue alta o baja para uno u otro tratamiento en distintos momentos; aunque al finalizar el experimento las ganancias de peso no difirieron entre tratamientos, y se evitaron pérdidas de peso al inicio. El aprendizaje con modelos sociales facilita un alto consumo de especies semileñosas y leñosas en potreros del trópico que contienen alta diversidad de especies de plantas con diferentes tipos de crecimiento. Contrario a la idea de que este tipo de vegetación no tiene valor para el ganado, muchas especies de plantas tienen un gran potencial como forraje.

Palabras clave: Terneras, comportamiento del pastoreo, selección de dieta, ganancia de peso, diversidad de plantas.

Diet composition and foraging behavior of heifers (*Bos taurus* x *Bos indicus*) grazing on site containing high plant diversity in north of Veracruz

Mauricio Velázquez Martínez, M.C.

Colegio de Postgraduados, 2008

Abstract

Grazing behavior, diet selection and weight gain of heifers (with or without social models) were assessed in an unfamiliar site containing high plant diversity. The study was performed within a tropical forest ecosystem containing a mixture of forb/herb, subshrub, shrub and tree species. Ten inexperienced crossbred *Bos taurus* x *Bos indicus* heifers (7±1 month old) were randomly assigned to one of two groups: naive or naive+social model (sm) and two experienced heifers (16 month old) were assigned to the second group. Each group grazed in separate paddocks for a 12-week period during the rainy season, and animals were observed using focal sampling from 7:00 to 19:30 h to assess time spent foraging, ruminating, resting and moving; diet composition was assessed using bite counts. Weight gain was assessed every 14 days. Paddocks contained from 1,481 to 1,789 kg/ha of dry matter, enough to support the heifers. Shrub and tree cover ranged from 55.2 to 58.4% across treatments. Presence of social models did not modify time spent foraging ($P = 0.973$), ruminating ($P = 0.199$), resting ($P = 0.696$), or moving ($P = 0.133$), and time influenced the level of all activities in both treatments equally ($P < 0.01$). Bites per minute were adjusted to a log-scaled quadratic-plateau model and the curves showed no differences among treatments ($P = 0.756$). However, composition based on proportions of each plant species in the diet did differ among treatments ($P = 0.016$). Heifers in both treatments consumed the same plant species (about 50 from 26 families), but the naive group ingested a lower proportion of shrubs and trees than the naive+sm group. Over time, intake trends for the species differed. While some were ingested by one group only, proportional intake increased or decreased to a stable point for other species in the treatments. Daily weight differed as an effect of interaction between treatment and time ($P < 0.01$). Weight gain was higher for one treatment or the other at different times, and daily gain was 111.0 in naive and 99.9 gr/day in the

naive+sm group. Although final weights between treatments did not differ, initial post-weaning weight loss was avoided. Social learning facilitates a higher use of shrubs and trees in tropical pastures containing a high diversity of plant species with different growth habits. Many plant species have a great potential as forage, opposing the idea that they have no value to livestock.

Key words: Heifers, foraging behavior, diet selection, weight gain, plant diversity

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme la vida y ser lo que soy.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el apoyo económico para realizar mis estudios de maestría.

Al Colegio de Postgraduados, especialmente al Programa de Ganadería por brindarme la oportunidad de realizar mis estudios.

A la Universidad Autónoma Chapingo, especialmente M.C. Agustina Díaz Osorno, M.C. Margarita Yopez Basurto, M.C. Bertha Rodríguez Castañeda, y la técnico M. Luisa Sánchez Flores, por el apoyo brindado en la identificación de las especies vegetales.

A la Dra. Silvia López Ortiz por su amistad, confianza, apoyo incondicional, consejos y dirección de la tesis de maestría.

A los Doctores Omar Hernández Mendo, Pablo Díaz Rivera, Jaime Gallegos Sánchez, Sergio Pérez Elizalde por su amistad, apoyo, sugerencia, consejos y conocimientos compartidos.

Al M.C. José Jaime González Elizondo y Francisco González Elizondo por las facilidades brindadas para la realización del trabajo de campo de esta investigación en el rancho “Los Loros”.

A Geremías Pérez Ramírez, Fulgencio de la Cruz Cruz, Juan Lara y Jerónimo M., por su valiosa ayuda en el trabajo de campo, gracias, muchas gracias jóvenes.

Al vaquero Enrique Hernández, por su ayuda cuando lo necesite en el campo y por la convivencia durante mi estancia en el rancho “Los Loros”.

A mis amigos y amigas por su amistad y apoyo brindado durante mi estancia académica en el Colegio de Postgraduados.

DEDICADA

Con mucho afecto y cariño a mis padres **Flavio Velázquez Martínez y Cristina Martínez Chávez** por su amor y apoyo que siempre me han brindado, siempre viviré agradecido.

A mis hermanos y hermanas José Antonio, María Nieves, Luz del Carmen, Luis, Eva†, Juan y Teresa, por los gratos recuerdos compartidos.

CONTENIDO

RESUMEN	iii
ABSTRACT	v
AGRADECIMIENTOS	vii
DEDICATORIA	viii
CONTENIDO	ix
ABREVIATURAS UTILIZADAS	xi
ÍNDICE DE CUADROS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	2
2.1. Situación de la ganadería en Veracruz	2
2.2. Selección de la dieta de los grandes herbívoros	4
2.3. Aprendizaje en la selección de la dieta y la importancia de los modelos sociales	6
2.4. Importancia de la diversidad de plantas y distribución de forraje	8
2.5. Necesidades de investigación	13
3. COMPORTAMIENTO DE TERNERAS EN PASTOREO SOBRE VEGETACION SECUNDARIA DE SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA	14
3.1. Introducción	14
3.2. Materiales y métodos	17
3.2.1. Descripción del lugar de estudio	17
3.2.2. Animales utilizados y tratamientos	18
3.2.3. Manejo	19
3.2.4. Procedimientos y variables evaluadas	20
3.2.5. Análisis estadístico	22
3.3. Resultados	25

3.3.1. Biomasa y composición botánica del sitio	25
3.3.1.1. Biomasa disponible y composición botánica del estrato herbáceo	25
3.3.1.2. Composición botánica y cobertura de la vegetación leñosa y semileñosa	28
3.3.2. Valor nutricional de plantas forrajeras	31
3.3.3. Comportamiento del pastoreo	33
3.3.4. Ganancia de peso	36
3.3.5. Composición botánica de la dieta	47
3.4. Discusión	44
3.5. Conclusiones e implicaciones	49
4. LITERATURA CITADA	50

ABREVIATURAS UTILIZADAS

CM= Cuadrado medio

d= Día

DB= Disponibilidad de biomasa

DIVMO= Digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica.

DIVMS= Digestibilidad *in vitro* de la materia seca.

FDA= Fibra detergente ácida

FDN= Fibra detergente neutra

FV= Fuente de variación

GL= Grados de libertad

gr= Gramo

h= Hora

ha= Hectárea

kg= Kilogramos

m= Metro

min= Minuto

MS= Materia seca

NS= No significativo

PC= Proteína cruda

T1= Terneras sin experiencia de pastoreo en vegetación secundaria

T2= Terneras sin experiencia de pastoreo en vegetación secundaria
acompañadas por modelos sociales

UB= Utilización de biomasa

ÍNDICE DE CUADROS

1.	Disponibilidad y utilización de la biomasa herbácea (MS) en un sitio de vegetación secundaria de selva mediana pastoreado por terneras en un período de 12 semanas en la época húmeda 2006	26
2.	Composición botánica (%) del estrato herbáceo en una vegetación secundaria de selva mediana utilizada por terneras en pastoreo rotacional, en un período de 12 semanas en la época húmeda 2006	27
3.	Composición botánica (%) de especies leñosas y semileñosas en una vegetación secundaria de selva mediana utilizada por terneras en pastoreo rotacional, en un período de 12 semanas en la época húmeda 2006	29
4.	Cobertura de especies leñosas y semileñosas (%) por familias, en una vegetación secundaria utilizada por terneras en pastoreo rotacional, en un período de 12 semanas en la época húmeda 2006	30
5a.	Análisis químico-nutricional de 34 especies consumidas por terneras pastoreadas en vegetación secundaria de selva mediana en la época húmeda 2006	32
5b.	Análisis químico-nutricional de 34 especies consumidas por terneras pastoreadas en vegetación secundaria de selva mediana en la época húmeda 2006	33
6.	Análisis de varianza para modelo con mediciones repetidas para efectos principales e interacciones en las actividades de terneras en pastoreo con y sin modelos sociales en un sitio de vegetación secundaria	34
7.	Parámetros estimados y error estándar de las ecuaciones predichas para el número de bocados por terneras sin experiencia pastoreando sin (T1) y con (T2) modelos sociales en vegetación secundaria. El modelo antes del punto de inflexión fue $Y = \beta_0 + \beta_1x_i + \beta_2x_i^2$ y después del punto de inflexión fue $y=m$, para ambos tratamientos	37
8a.	Composición (%) de la dieta de terneras sin experiencia sin (T1) y con (T2) modelos sociales pastoreando en vegetación secundaria durante un periodo de 8 semanas	40
8b.	Composición (%) de la dieta de terneras sin experiencia sin (T1) y con (T2) modelos sociales pastoreando en vegetación secundaria durante un periodo de 8 semanas	41

ÍNDICE DE FIGURAS

1. Protocolo para efecto de los modelos sociales (ms) en el comportamiento de terneras sin experiencia de pastoreo en sitios con alta diversidad de especies	19
2. Tiempo (horas por día) dedicados al descanso y pastoreo (A), rumia y caminado (B), de terneras pastoreando en un sitio con vegetación secundaria durante un periodo de siete semanas. Se examinaron terneras pastoreando sin (T1) y con (T2) compañía de modelos sociales en un sitio de vegetación secundaria	35
3. Ganancia diaria de peso de terneras apacentadas en un sitio con vegetación secundaria durante un periodo de 12 semanas. Se examinaron terneras pastoreando sin (T1) y con (T2) compañía de modelos sociales en un sitio de vegetación secundaria	36
4. Número de bocados min^{-1} de terneras pastando en un sitio de vegetación secundaria durante un periodo de 56 días. Se analizaron terneras sin experiencia de pastoreo en vegetación secundaria sin (T1) y con (T2) compañía de modelos sociales. Los bocados están representados en la escala logarítmica en un modelo cuadrático. Las flechas sobre las curvas indican el punto de inflexión (x^*) donde el modelo antes de x^* fue para T1 $Y = 2.45 + 0.23X - 0.019X^2$; T2 $Y = 2.45 + 0.25X - 0.022X^2$ y después de x^* fue para T1 $Y = 3.172$ para T2 $Y = 3.136$	38
5. Evolución del consumo (%) por terneras pastoreando en un sitio de vegetación secundaria durante un periodo de 56 días, para las especies <i>Acacia cornígera</i> , <i>Acacia farnesiana</i> , <i>Lygodium venustum</i> , <i>Corchorus siliquosus</i> , <i>Lantana achyranthifolia</i> y el grupo de zacates. T1= terneras sin experiencia de pastoreo en vegetación secundaria y T2= terneras sin experiencia de pastoreo en vegetación secundaria acompañadas por modelos sociales	43

1. INTRODUCCIÓN

Durante años se pensó que las gramíneas eran la mejor opción para el ganado, motivo por el cual se desencadenaron múltiples investigaciones en mejoramiento genético y formas de producción de forrajes con sistema de riego y aprovechamiento con apacentamiento, pastos de corte, ensilaje y henificación. La adopción de estas tecnologías esta limitada para muchos ganaderos con escasos recursos y cuyos potreros son de topografía quebrada (lomeríos). En este caso lo que conocemos son las necesidades esenciales que el hombre puede manejar, más no los recursos que en la naturaleza podrían utilizar los animales en pastoreo, como recurso para satisfacer sus necesidades. El ganado de doble propósito en el trópico mexicano en su mayoría es alimentado al libre pastoreo. La alimentación depende preponderantemente del pastoreo, y debido a la época húmeda y seca que se presentan en las zonas tropicales, existe una temporada de abundancia de forraje y otra de escasez. La falta de forraje en la época seca es un verdadero problema para los ganaderos. Además, los cambios estacionales en la calidad del forraje modifican la selección de la dieta, y de la misma manera el consumo de forraje por los animales.

El conocimiento de los hábitos alimenticios de los rumiantes en pastoreo, es importante para el manejo de los recursos del agostadero, además ayuda a incrementar la producción animal y la conservación de los recursos, suelo, planta y agua para el desarrollo de los sistemas sostenibles. El aprovechamiento y manejo eficiente de la vegetación nativa de los potreros en las regiones tropicales de México para la alimentación del ganado en pastoreo, debe considerarse como una necesidad actual. Por lo tanto, los estudios encaminados al conocimiento del comportamiento de animales en pastoreo en sitios con alta diversidad de especies son importantes para conocer la respuesta de animales que no han tenido experiencia de pastoreo en estos tipos de vegetación; además el conocer que especies de plantas nativas son consumidas en los potreros de las zonas tropicales, proporcionará las bases para incorporar especies forrajeras nativas a la alimentación del ganado. El presente estudio tuvo como objetivo determinar el efecto

de la presencia de modelos sociales sobre el comportamiento del pastoreo y la composición botánica de la dieta seleccionada por terneras sin experiencia previa de pastoreo en sitios con vegetación secundaria.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1. Situación de la ganadería en Veracruz

El cambio climático global es un factor importante que está afectando negativamente tantos cultivos para la alimentación humana como los forrajes para la producción animal en agostadero. La razón es muy clara, pues la temperatura del aire es el factor más tangible, dado que impacta las variables atmosféricas y el clima, esto originará cambios en el crecimiento, valor nutritivo (Chatterton, *et al.*, 1971) y sostenimiento de la producción de forrajes. Así, las praderas cultivadas de zacates introducidos establecidos en monocultivo con alta demanda de nutrientes y agua, dejarán de ser eficientes para la alimentación del ganado en los próximos años por el incremento en la temperatura, cambios en la cantidad y patrones de lluvia, entre otras causas. Para dar una idea mejor, datos de la temperatura promedio decenal en Chapingo de 1957-2005 (Vidal *et al.*, 2007), paso de 15°C a 18.5°C, este incremento de temperatura es muy importante para incrementar o detener el crecimiento y desarrollo de las plantas cultivadas.

La ganadería del país, proveedora de los alimentos y materias primas de origen animal ocupa una superficie de alrededor del 60% del territorio productivo del país (SAGARPA, 2008). La ganadería en los trópicos húmedo y seco de México, es considerada una actividad socioeconómica de gran importancia para el país. Estas regiones representan el 28.3 % de la superficie nacional y para el estado de Veracruz estas regiones representan el 88.3% (INEGI, 2007). El estado de Veracruz ocupa un lugar preponderante en la actividad pecuaria, a nivel nacional ocupa el primer lugar en la producción de carne de bovino en canal y el tercero en ovinos, el quinto en la producción de leche (SAGARPA, 2008). La actividad ganadera utiliza

terrenos con vegetación natural perturbada y que cada año nuevas tierras con este tipo de vegetación son preparadas para el cultivo de zacates mejorados. Un claro ejemplo es que en el estado de Veracruz el 46.8% del territorio es dedicado a la ganadería, del cual 26.3% son sitios de vegetación natural (pastos, hierbas y matorrales que se desarrollan sin la intervención de la mano del hombre) y el restante 73.7% comprende pastos para pastoreo y para corte (SIAP, 2008). Sin embargo, la ganadería de los trópicos ha sido y sigue siendo fuertemente criticada por su desempeño productivo e impacto ambiental.

Considerando el inventario ganadero de 4, 102,129 bovinos de carne y leche para el estado de Veracruz (SAGARPA, 2007), en su mayoría ganado de carne y doble propósito, y una superficie de 3, 684,098 ha, esto sugiere que hay una relación alrededor de 0.9 ha/animal, lo cual no incluye a los ovinos y caprinos. Si la relación animal-forraje fuese sostenible, los productores no tendrían que complementar la alimentación del ganado para lograr un buen rendimiento. Sin embargo esto es inevitable, pues la carga animal es alta al momento que hay una disminución en la producción de forrajes debido a la variación estacional. Además, en el estado de Veracruz serán muy pocas las hectáreas que se puedan abrir a la ganadería, pues el auge de los bioenergéticos a nivel mundial derivados de la caña y el maíz propiciara menos espacio para la actividad ganadera. Aunado a esto, la demanda de alimentos orgánicos y de los altos costos por la complementación del ganado en pastoreo, algunos productores han decidido manejar la vegetación nativa o incluir especies forrajeras nativas para lograr la sostenibilidad del sistema de producción ganadera.

La situación actual de la ganadería en estas regiones es que, la alimentación de los bovinos esta basada en zacates mejorados y muy poco de gramíneas nativas y otros tipos de vegetación. Estos pastos introducidos permiten satisfacer el mantenimiento de los animales, sin embargo, los productores tienen que realizar complementación alimenticia por la variabilidad estacional en la producción y el bajo valor nutritivo de los zacates tropicales. En este contexto, una de las alternativas más viables para la alimentación del ganado, es y serán la incorporación de

especies vegetales nativas herbáceas, leñosas y semileñosas que coadyuven a la alimentación del ganado, además de los múltiples beneficios ambientales que ofrecen. Por lo tanto, algunos productores en el afán de ser más productivos están adoptando tecnologías aceptables y sostenibles como son los sistemas silvopastoriles y el aprovechamiento de la vegetación nativa que combina la productividad y la conservación del ambiente.

2.2. Selección de la dieta de los grandes herbívoros

La selección de la dieta por el ganado es un proceso complejo derivado de su historia evolutiva y su historia social en interacción con su ambiente. La evolución capacitó a los distintos organismos para guiarlos a realizar la selección de la dieta hacia alimentos en particular que satisfagan sus requerimientos nutricionales y en los mecanismos para procesarlos (Heady, 1964; Rogers y Blundell, 1991). La nutrición de los herbívoros (Launchbaugh *et al.*, 1999), al seleccionar la dieta, está dada por las preferencias que han desarrollado a lo largo de su vida, influenciada por individuos con los que han tenido contacto social adquiridos de distintas formas (madre o compañeros de grupo) (Emmans, 1991). Factores ambientales como la estructura, variedad y disponibilidad de forraje, topografía, atrayentes (como el agua, sales minerales), y la presencia de otros animales interactúan con el estado fisiológico del animal, el hambre, y su experiencia de pastoreo, para definir la especie de plantas y la combinación de estas que será incluida en la dieta (Provenza, 1995). Si un animal tiene una necesidad nutricional, su estado motivacional es afectado y se refleja en la conducta y respuestas fisiológicas como resultado de lo que el animal debe hacer para satisfacer su necesidad (Broom, 1991; Rogers y Blundell, 1991).

La variedad de especies forrajeras con fenologías, concentración de nutrientes y compuestos secundarios distintos es muy importante para el ganado, ya que garantizan un mejor nivel nutricional, salud y bienestar a través de las diferentes

épocas del año (Emmans, 1991; Provenza *et al.*, 2007). Esta diversidad varía en el tiempo y en el espacio, por lo tanto, son factores importantes que determinan el desplazamiento de los animales y la composición de la dieta en agostaderos. La clave para desarrollar innovaciones en prácticas de manejo para solucionar problemas de la distribución de los animales, es entender los procesos del comportamiento que los animales invocan durante el pastoreo (Bailey *et al.*, 1996), obtener información sobre la selectividad relacionada con el tipo de pastizal, estación, carga animal y especies de animales en pastoreo (Bedell, 1968).

La conducta ingestiva del ganado puede definirse como la relación entre la sensación de satisfacción producida por la ingestión de alimento y las sensaciones proporcionadas por cada componente del alimento una vez ingerido. Los grandes herbívoros seleccionan alimento que les proporcione un balance nutricional, en este sentido ellos consumen alimentos que complementen su dieta (Westoby, 1974) y que aprenden a seleccionar acorde con los recursos existentes en el ecosistema que habitan (Heady, 1964).

Factores inherentes al animal tales como la especie, raza, estado metabólico y fisiológico del animal, afectaran las necesidades de nutrientes y energía y por lo tanto su comportamiento ingestivo en pastoreo. En este sentido, Le Du y Baker (1981) compararon la digestibilidad de la materia orgánica (DIVMO) de la ingesta obtenida a través de fístulas esofágicas de becerros de 7 meses de edad, novillos de 10 meses y vacas lecheras lactantes, encontrando que la calidad de la dieta seleccionada fue similar. Anderson y Holechek (1983) evaluaron dietas de novillos y vaquillas fistulados esofágicamente, pastoreando simultáneamente un pastizal semidesértico de toboso (*Hilaria mutica*), encontrando que la dieta de las vaquillas contenía 17% de PC y la de novillos 14%, no habiendo diferencia en la DIVMO de las dietas. Grings *et al.* (2001) utilizando becerros sin destetar, vaquillas, vacas maduras y novillos con cánulas esofágicas, estudiaron durante dos años el efecto de la edad y sexo del animal en la composición botánica y química de la dieta del ganado apacentando pastizales nativos. La proteína cruda de la dieta y la

digestibilidad difirieron entre las clases de animal y estas diferencias variaron a través del tiempo.

2.3. Aprendizaje en la selección de la dieta y la importancia de los modelos sociales

Una poderosa influencia sobre las preferencias en la selección del alimento en los herbívoros es el contacto social. Los herbívoros aprenden a seleccionar su dieta adquiriendo conductas de modelos sociales. Las experiencias que mayormente marcan el comportamiento de los animales son las experiencias de las primeras etapas de su vida, que generalmente suceden por influencia de la madre, de hecho las madres son el modelo social más importante en la vida de los herbívoros. Por ejemplo, las ratas jóvenes muy rápidamente adquieren las mismas preferencias de alimento que miembros adultos de su grupo social (Rogers y Blundell, 1991). Esta transmisión social para las preferencias de alimento puede ocurrir por diferente vía, a través de la observación de animales adultos en el sitio de alimentación, vía señales químicas del alimento en el sitio de alimentación y también por medio de las señales del sabor en la leche materna (Galef, 1982). El uso de modelos sociales ha sido una práctica usada por algunos investigadores para inducir conductas recurrentes y constantes en los herbívoros, tales como caracteres de docilidad o agresividad, curiosidad o desinterés al consumo de ciertas plantas forrajeras, todo esto con la finalidad de mejorar el bienestar animal y el uso de agostaderos.

En el manejo del ganado en agostaderos, es de importancia crucial conocer sus patrones de comportamiento en el aprendizaje y selección de la dieta. La conducta de los animales es el resultado de una serie de complejas relaciones que se establecen entre ellos y su medio (Heady, 1964; Westoby, 1974; Dumont y Gordon, 2003). El comportamiento del animal esta basado en la conducta innata (reflejos), la conducta adquirida y las interacciones entre ambas (Launchbaugh et al., 1999). La innata esta constituida por patrones conductuales que se heredan,

dominadas por los sentidos y que se manifiestan involuntariamente, se asocian principalmente en conductas de alimentación, reproducción y los mecanismos de alerta ante peligro. La conducta adquirida, es el comportamiento adquirido a lo largo de la vida, a través del aprendizaje, generalmente por medio de experiencias positivas y negativas, y que pueden variar de un individuo a otro de la misma especie. Los animales procesan la información de los alimentos a través de dos sistemas interrelacionados: afectivos y cognitivos (García, 1989; Provenza *et al.*, 1992). El proceso afectivo involucra que una vez que el animal consume el alimento, cause un efecto post ingestivo ya sea positivo o negativo que provocará un incremento o disminución en el consumo del alimento. En el proceso cognitivo está involucrado el efecto post ingestivo ya sea positivo o negativo que integrará la señal y olor del alimento consumido, el animal utilizará los sentidos del olfato y vista para buscar o evitar el alimento dependiendo de las respuestas post ingestivas. El resultado de lo anterior será la modificación del comportamiento.

En las experiencias perceptivas se incluyen el uso de los sentidos de la vista y el olfato para aprender de la madre, de sus compañeros y aprender a base de prueba y error (Provenza *et al.*, 1992). Las modificaciones gustativas pueden ser temporales o definitivas, esto depende de la intensidad de la respuesta de los diferentes receptores. Los individuos reaccionan ante distintas situaciones de vida con un comportamiento individualizado, por lo que la forma de relacionarse con sus congéneres y otras especies dependerá esencialmente de las experiencias que ha tenido en el desarrollo de su vida. En este contexto, crías de corderos apacentando con sus madres en tierras con arbustos, ramonearon sobre vegetación de roble 15% más que animales que nunca habían tenido exposición a este tipo de árboles y arbustos, además esta diferencia persistió durante toda la estación de pastoreo (Lécrivain *et al.*, 1996); sin embargo, otros experimentos han sugerido que los efectos de experiencia en animales jóvenes son con frecuencia de poca duración. Corderos expuestos a *Senecio jacobaea* antes del destete, seleccionaron por tres semanas más de esta especie que corderos, sin previa experiencia, pero después de tres meses las diferencias en la selección habían desaparecido (Sutherland *et al.*,

2000). Similarmente Olson *et al.*, (1996) menciona que ovinos de un año que estuvieron expuestos a *Euphorbia esula* cuando fueron corderos, consumieron mas de esta especies que los ovinos que desconocían esta especie, pero entre la semana 3 a 4 rápidamente la consumieron. Cuando termina la dependencia de la madre, los compañeros de hato o rebaño pasan a ser modelos importantes de los cuales aprenden.

2.4. Importancia de la diversidad de plantas y distribución de forraje

Los ecosistemas, aun aquellos bajo presión de pastoreo, están compuestos por *tipos de vegetación* o comunidades vegetales que presentan características ecológicas distinguibles; a su vez, un tipo de vegetación puede mantener distintos *sitios*, definidos como áreas que en ausencia de disturbio, tienen el potencial para mantener una comunidad de plantas características, que se diferencia de otros sitios, ya sea debido a una diferencia significativa en el tipo o proporción de especies, y a su productividad potencial (Weixelman *et al.*, 1997). Distintas asociaciones de plantas en el paisaje dan origen a la variedad de sitios, lo cual implica variación y condiciones diferentes a través del paisaje y las estaciones del año.

La productividad y características del forraje en los ecosistemas en pastoreo varían a través del año. Las épocas del año definen periodos de crecimiento y de dormancia del forraje. Así, el comportamiento ingestivo de los animales que pastan en lugares con diversidad de especies puede variar entre las estaciones del año. La diferencia de la ingesta entre las épocas del año, es atribuida principalmente a la disponibilidad de especies y al estado fenológico, y estos a su vez, son afectados por los patrones de crecimiento y reproducción de las plantas forrajeras dependientes de la precipitación pluvial. Van Rees y Holmes (1986) observaron que la selección de especies en la dieta de bovinos cambia con el avance estacional de verano; las especies de pastos fueron preferidas al inicio del pastoreo, después los

arbustos y las hierbas al final de la época, esto como consecuencia de la disponibilidad y fenología de las plantas. En otro estudio se observó que el consumo de hierbas disminuye y el consumo de gramíneas aumenta a medida que avanza la madurez de las plantas (de la primavera al otoño) y que el consumo de hojas aumenta del invierno al verano y el de tallos disminuye (Galt, *et al.* 1982). Rosiere *et al.* (1975) evaluaron la composición de la dieta de novillos en diferentes estaciones y años, encontrando fluctuaciones en el consumo de gramíneas del 15% (primavera) al 70% (verano), de hierbas del 11% (verano) al 57% (invierno), y de arbustos del 69% (primavera) al 2% (verano). Las variaciones estacionales en la composición botánica de la dieta están estrechamente relacionadas con las condiciones climáticas y con la disponibilidad estacional de especies.

Pastizales con una mayor diversidad de sitios sosteniendo plantas con distintos tipos de crecimientos también implica que las plantas con distintas fenologías garanticen forraje disponible en distintos periodos del año. También el estado fenológico es el factor principal que afecta el valor nutritivo de las plantas forrajeras (Gutiérrez, 1991). La diferencia en el valor nutritivo entre especies y en la misma especie forrajera, provoca cambios en la preferencia ingestiva del ganado, por lo que la composición bioquímica del alimento es más importante que su estructura física para determinar la preferencia (Villalba y Provenza, 1999). En general, todas las plantas tienen un alto contenido de proteína en relación con un bajo contenido de fibra en la etapa de crecimiento, lo cual las hace altamente nutritivas y apetecibles como forraje. Sin embargo, el valor nutritivo del forraje disminuye generalmente a medida que las plantas avanzan en su estado de madurez. Ganskopp *et al.* (2004) evaluaron índices nutricionales en otoño-invierno de *Agropyron spicatum*, *Festuca idahoensis* y *Sitanion hystrix* en potreros sin pastorear, ligeramente pastoreados (33% de utilización) y fuertemente pastoreados (69% de utilización) con ganado en la época de embuche. En 11 de 12 comparaciones en septiembre/diciembre el contenido de proteína cruda (PC) entre los zacates fuertemente apacentados (6.9%) excedió al potrero sin apacentamiento (3.9%). En 6 de 12 comparaciones la PC de los zacates ligeramente apacentados

fue de 5.2%, mayor que en los zacates sin apacentar. El forraje fue más nutritivo en el año más seco de los dos años muestreados. El valor nutritivo también varía entre épocas del año, en otoño-invierno el forraje fue más digestible en los potreros apacentados fuertemente (59%), en los apacentados ligeramente fue 53% y el de menor digestibilidad fue el potrero sin apacentar con 49%. Por lo tanto, el apacentamiento ligero puede aumentar la calidad del forraje en otoño/invierno de *Agropyron spicatum*, *Festuca idahoensis* y *Sitanion hystrix*.

Generalmente los animales prefieren comer durante las horas de la mañana y tarde, sin embargo, cuando los animales pastorean en agostaderos o sistemas silvopastoriles, pueden pastar en horas que normalmente utilizan para descansar cuando pastan en praderas. El confort y el estado nutricional del forraje que se localiza en un determinado microclima son dos razones importantes por las cuales el animal pastorea en horario no usual. Por ejemplo, Cruz (1997) menciona que la nutrición mineral de las pasturas bajo la sombra es mejor que en pleno sol, particularmente bajo condiciones de escasez de agua y nutrimentos. Rutter (2006) estudió la preferencia de rumiantes por gramíneas y leguminosas, encontrando que tanto bovinos como ovinos preferían el trébol (70%); también observó que la preferencia por esta leguminosa, fue mayor en la mañana, aumentando el consumo de gramíneas por la tarde.

La diversidad de sitios sosteniendo distintas especies de plantas y asociaciones de especies es también de gran importancia para los herbívoros. Estos ambientes diversos y formas del paisaje significan beneficios, mayores oportunidades para encontrar refugio, alimento y condiciones que aseguren su supervivencia. Los bovinos pueden adaptarse a vivir en diferentes ambientes, dependiendo el sistema de producción (razas productoras de leche o de carne) en la que diferentes tipos de animales se crían (Bouissou y Boissy, 2005). De hecho, los patrones de distribución de los animales en el agostadero están asociados con la localización de atractivos del ganado como son: el porcentaje de pendiente, la posición hidrológica, la época del año y el estrato social de los animales dentro del hato. Los animales en agostadero se distribuyen para seleccionar su dieta de

acuerdo a sus experiencias pasadas, generalmente lo hacen reconociendo el paisaje de un sitio de pastoreo y no por reconocer una planta en específico. Al reconocer el paisaje, los animales lo relacionan con plantas que han causado una experiencia pasada positiva o negativa. Si es una retroalimentación positiva, el animal buscará esa planta en particular y si es negativa, provocará que el animal evite una planta en específico (Provenza, 1996). En un estudio realizado por Dumont *et al.* (2005) en vaquillas productoras de leche determinaron que la líder del grupo para pastoreo, considerada como la primera que inicia un movimiento de larga distancia y es seguida por el grupo, lo que puede indicar las zonas donde pastorean los animales, cual es la composición y preferencias del alimento.

El tipo y disponibilidad del forraje es variable entre sitios y dentro del mismo sitio. Existen estudios que han demostrado que la abundancia y distribución de las plantas afectan la composición de la dieta por los animales. Las plantas dentro de un sitio también son consumidas de acuerdo a su disponibilidad y calidad nutricional, Parsons *et al.* (2003) estudiaron la calidad del forraje y el uso de la vegetación por el ganado en un área riberena, el forraje al inicio del verano tuvo menos materia seca, mayor proteína cruda, menos fibra y una mayor tasa de desaparición *in situ* de la materia seca en comparación con el forraje de fines de verano. Al inicio del verano el uso de la vegetación ribereña fue más bajo y mayor en la vegetación alejada del arroyo en comparación con la época de fines de verano. La cantidad de forraje disponible puede variar en el agostadero a veces debido también al manejo, algunos sitios expuestos al fuego pueden tener mayor disponibilidad de forraje nuevo y más nutritivo que otros, esto a su vez motiva que el ganado se mueva en el agostadero buscando mayor disponibilidad de forraje nutritivo y palatable. Varios trabajos han demostrado que el forraje que crece después de que un potrero ha sido quemado, es abundante y nutritivo, por lo que es un fuerte atrayente para el ganado (Vermeire *et al.*, 2004). Short y Knight (2003) examinaron un área con manejo de fauna silvestre implementando 50, 70 y 90% de utilización de la biomasa. El nivel de utilización no afectó la composición botánica, ni la riqueza de especies de plantas.

Sin embargo, 50 y 90% redujeron la biomasa verde en pie durante la primavera, más no en verano.

Por otro lado, la constante variación de los sistemas de pastoreo es un reto para los herbívoros y estos responden de maneras distintas a las condiciones impuestas por el medio. Así por ejemplo, los patrones de pastoreo en agostaderos con colinas varían con la raza de bovinos. Vacas Tarentaise fueron observadas a una mayor distancia del agua y utilizando los terrenos escarpados y con pendiente fuerte, mientras que las vacas Hereford evitaron estos sitios (Bailey *et al.*, 2001).

Atrayentes como los agujajes, distribución de suplementos minerales y el confinamiento de bovinos en potreros pequeños a menudo minimizan la heterogeneidad espacial del consumo de forraje por el ganado, así mismo, los terrenos de topografía quebrada son un problema porque los recursos pueden ser afectados adversamente si el ganado se concentra en los terrenos planos. Parsons *et al.* (2003) estudiaron los patrones de distribución del ganado en un área ribereña, al inicio del verano el ganado se alejó más de la corriente de agua que a fines de verano, y cuando la temperatura ambiente fue más alta las vacas se observaron más cerca de la corriente de agua. Por lo tanto la época de uso al inicio o al final del verano afecta la distribución del ganado en las áreas ribereñas. En este contexto, atrayentes como los agujajes (Fontaine *et al.*, 2004) y las crías (Dwyer y Lawrence, 2000), constituyen herramientas de manejo para un uso más homogéneo de las tierras de pastoreo.

Los animales hacen un uso selectivo de los distintos sitios en el ambiente en que se encuentren; los individuos pueden elegir un sitio más o menos accesible dependiendo de su historia evolutiva. Bailey *et al.* (2006) estudiaron si la remoción del ganado con patrones de distribución indeseable, tiene potencial para incrementar la uniformidad del apacentamiento. Utilizaron vacas trepadoras de montaña (las observadas en pendientes pronunciadas y lejos del agua) y vacas moradoras de las partes bajas (usuarias de pendientes suaves cercanas del agua); los dos grupos de vacas apacentaron en forma similar, pero separadas, en dos ranchos durante tres

años. Durante las primeras 4 semanas de las 6 que los potreros fueron apacentados, las vacas trepadoras usaron áreas con más pendiente y más distantes del agua que las vacas moradoras de las partes bajas. La utilización del forraje fue más uniforme a través de las pendientes y variando horizontalmente las distancias al agua en potreros apacentados por vacas trepadoras de montañas que en las moradoras de las partes bajas. La altura del rastrojo de las áreas ribereñas y valles fueron mayores cuando se pastorearon por las vacas trepadoras de montañas (13.3 cm) que por las moradoras de las partes bajas (8.1 cm). El estudio demuestra que el ganado con patrones divergentes de apacentamiento, cuando es observado en el mismo potrero, mantiene una distribución espacial diferente que cuando son separados y sugiere que la selección individual del animal tiene potencial para incrementar la uniformidad del apacentamiento.

2.5. Necesidades de investigación

Es evidente que los herbívoros domésticos aprenden a seleccionar su dieta a partir de las interacciones sociales con sus semejantes y que en ausencia de la madre los herbívoros observarán y aprenderán de sus compañeros de grupo, esto es particularmente importante en los sistemas de producción de leche y doble propósito donde las crías son separadas de las madres dentro de los primeros días de nacidos y su experiencia de pastoreo se limita a pasturas de monocultivos en compañía de animales de la misma condición. La presencia ó acompañamiento de modelos sociales o individuos experimentados puede ser de gran importancia para capacitar animales inexpertos a seleccionar su dieta en ecosistemas donde existe una gran diversidad de plantas de donde elegir la dieta ¿Qué implicación tendrá esta práctica si el pastoreo se realiza en una pradera de monocultivo?

En el entendimiento de que los herbívoros seleccionan sus alimentos acorde a sus necesidades nutricionales y al paisaje en que pastorean, la disponibilidad de vegetación mixta en ambientes tropicales es una oportunidad para mantener

sistemas de producción pecuaria productivos y sostenibles. Lo contrario sucede con praderas cultivadas donde hay homogeneidad en el forraje (sin diversidad) y las oportunidades para un pastoreo selectivo se reducen; entonces la existencia de modelos sociales no tendría efecto. Sin embargo, cuando los animales que han pastoreado en praderas de monocultivos y son introducidos a sitios de pastoreo con diversidad de especies nativas, pueden mermar su capacidad de cosechar forraje en esos sitios debido a la inexperiencia. En áreas de vegetación secundaria, donde la disponibilidad, la variedad (plantas con distintas concentraciones de nutrientes y compuestos antinutricionales) y la estructura física del forraje cambian drásticamente; en estas condiciones, los animales tendrán mejores probabilidades de balancear su dieta, mantener su peso y condición corporal, y el acompañamiento de modelos sociales con experiencia puede potencialmente influenciar para elegir una dieta más diversa que incluya mas especies de plantas no gramíneas y cuando sean adultos puedan mantener la capacidad de pastorear en estos tipos de vegetación.

3. COMPORTAMIENTO DE TERNERAS EN PASTOREO SOBRE VEGETACION SECUNDARIA DE SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA

3.1. Introducción

Los pastizales de las regiones tropicales continuamente son invadidos y dominados por vegetación natural originando sitios con distintos grados de sucesión secundaria. Estos sitios son considerados pastizales perdidos, poco productivos y de poco valor forrajero. Esta creencia condena a estos tipos de vegetación a su destrucción para reemplazarlos por praderas de zacates mejorados o para inducir la vegetación de gramíneas nuevamente. La realidad es que esta vegetación puede ser potencialmente forraje para el ganado. Carranza-Montaña *et al.* (2003) reportaron que dos estratos, uno arbóreo y otro herbáceo, podrían producir mas biomasa que un pastizal puro, siendo las gramíneas las especies con mayor producción de

biomasa. En tales sitios coexiste una gran diversidad de especies de plantas que potencialmente puede incluirse en la dieta del ganado. Sosa *et al.* (2000) encontraron un total de 59 especies herbáceas y leñosas en ecosistemas de acahual, de las cuales 15 son buenas forrajeras, 12 tienen valor regular, 10 fueron consideradas como malas forrajeras y, las restantes se desconocen su valor forrajero. Sosa *et al.* (2004) también evaluaron 26 árboles y cuatro arbustos tropicales para alimentación de ovinos, el 70% de las especies analizadas contenían 12% o más de proteína cruda y la digestibilidad *in vitro* de la materia seca varió de 39 a 79; además, las mejores ganancias de peso se observaron cuando las dietas incluyeron de 75 a 100% de follaje arbóreo.

Los rumiantes como el ganado bovino han desarrollado adaptaciones y habilidades que les permiten cosechar su alimento imponiéndose a las restricciones impuestas por la estructura, disponibilidad y calidad del forraje, No obstante estas adaptaciones evolutivas, se ha demostrado que los bovinos aunque no están capacitados para el ramoneo, pueden desarrollar la habilidad de hacerlo bajo ciertas condiciones (Everitt, *et al.*, 1981; Betancourt, *et al.*, 2005). De manera que la exposición temprana y constante por periodos indefinidos puede contribuir a la capacitación de individuos (Ramos y Tennessen, 1992; Ganskopp y Cruz, 1999) que normalmente no ramonean, para ramonear y encontrar sus requerimientos nutricionales. Esto podría estar sucediendo con bovinos criados en regiones donde la vegetación arbustiva y arbórea es parte inevitable de los pastizales. Por ejemplo, Sosa *et al.* (2004) mencionaron que de 100 unidades ganaderas en el estado de Quintana Roo, México, el 57% de los productores mantienen áreas con vegetación forestal natural con el propósito de pastorear el ganado en época seca, o bien porque no cuentan con recursos económicos para el establecimiento de potreros con pastos introducidos. Además un 27% de los productores tiene áreas de vegetación secundaria como resultado del manejo inadecuado del pastoreo. Considerando los principios del comportamiento del pastoreo, los animales que por primera vez se enfrentan a sitios variados de pastoreo con plantas de todo tipo de crecimiento, contenido de nutrientes y mecanismos de defensa, pueden requerir tiempo para

acostumbrarse, de hecho, el aprendizaje a través de la observación de sus pares (modelos sociales) puede ser de gran utilidad al enfrentarse a sitios no familiares con componentes forrajeros desconocidos (Arnold y Maller, 1974; Howery *et al.*, 1998; Phillips and Youssef, 2003).

Los sistemas de producción de las zonas tropicales, particularmente los de doble propósito, tienden a aislar a los becerros de las madres, para mantenerlos en crianza artificial o semi artificial para maximizar la producción de leche y reducir el efecto del amamantamiento en la actividad reproductiva de las hembras (Pérez-Hernández *et al.*, 2002; Izaguirre-Flores *et al.*, 2007). En estos sistemas de crianza los becerros y terneras pastorean en praderas cultivadas apartados de su madre hasta los 6 o 8 meses de edad, y posteriormente las terneras que se seleccionan para reemplazos son puestas en potreros con vegetación secundaria o montes perturbados. En este cambio de ambiente de pastoreo, se ha observado que las terneras disminuyen su crecimiento y en consecuencia alcanzan una mayor edad al primer parto. Sin embargo, estos tipos de vegetación son una opción viable para alimentar al ganado. Primeramente, porque en estos ecosistemas existe una mayor variedad de especies con alto potencial forrajero con fenología distinta que garantizan disponibilidad de forraje en distintas épocas del año, y segundo, por que esa variedad se traduce en oportunidades para el ganado de satisfacer sus requerimientos nutricionales (Emmans, 1991). Aun cuando el ganado aprende a seleccionar su dieta acorde con los recursos existentes en el ecosistema que habitan (Heady, 1964; Dumont y Gordon, 2003) y seleccionan alimento que les proporcione un balance nutricional en su dieta (Rutter, 2006), cambios bruscos en el ambiente de pastoreo pueden ponerlos en desventajas debido a que pueden no estar habituados a los recursos nuevos. Una de las premisas de la teoría del aprendizaje por los animales, sugiere que la capacidad de aprender a seleccionar una dieta balanceada, esta en función de observar a animales experimentados (Rogers y Blundell, 1991; Phillips y Youssef, 2003). De forma que, animales que se introducen a potreros con vegetación distinta y desconocida, pudieran ser capacitados más rápidamente y sobrevivir en esos ambientes cuando son acompañados por modelos sociales

(animales experimentados), además que les permitirá expresar mejor sus habilidades sociales que serán cruciales para un desarrollo normal del comportamiento (Jensen *et al.*, 1998; Babu *et al.*, 2004). En el presente estudio se consideró como modelos sociales animales con experiencia de pastoreo en vegetación secundaria, para terneras que no habían tenido experiencia de pastoreo en vegetación secundaria, de manera que por medio de la observación pudieran aprender a seleccionar una dieta variada que incluyera vegetación tanto herbácea como arbórea. Entendiéndose como vegetación secundaria al conjunto de especies vegetales que emergió y se desarrolló en un ecosistema en particular después de haber sido chapeado parcialmente, sin llegar a la exposición total del suelo. Los objetivos fueron, determinar el efecto de la presencia de modelos sociales sobre el comportamiento del pastoreo y, la composición botánica de la dieta seleccionada por terneras sin experiencia previa de pastoreo en sitios con vegetación secundaria.

3.2. Materiales y métodos

3.2.1. Descripción del lugar de estudio

El estudio se realizó del 16 de septiembre al 11 de diciembre de 2006, en el Rancho Los Loros, Tantoyuca, Veracruz, ubicado a 21° 11' Latitud Norte y 98° 05' Longitud Oeste, a 150 msnm. El clima es (A)Ca(m)(e)w", descrito como semi cálido sub húmedo con temperatura media anual de 23.8°C y temperatura del mes más frío de 17.9°C, la precipitación pluvial anual oscila de 1200 a 1500 mm, distribuida mayormente en los meses de junio a octubre y la precipitación invernal es entre 5 y 10.2% de la total anual (García, 1988). El ecosistema que predomina en el área de estudio es selva mediana subperennifolia; este tipo de selva es difícil de caracterizar florísticamente debido a que en cierta forma existen tipos intermedios, compuestos por especies tolerantes a la sequía de las selvas altas y representantes de zonas más húmedas de las selvas bajas, incluyendo además algunas especies que solamente crecen en este tipo de vegetación (Gómez-Pompa, 1980). Durante más de 50 años el terreno experimental fue utilizado para pastoreo extensivo de bovinos,

sustentando vegetación secundaria. El terreno fue desmontado con tractor en el año 2003, se siguió con pastoreo de ganado hasta que se volvió a eliminar la vegetación con tractor en febrero de 2006, dejando algunos arbustos y árboles intactos solo donde el acceso fue limitado, posteriormente se colectó la leña y se introdujeron bovinos a pastar. Antes de iniciar el trabajo experimental, el potrero se dejó en recuperación durante 45 días, sosteniendo una mezcla de herbáceas y arbustos potencialmente con valor forrajero.

3.2.2. Animales utilizados y tratamientos

Se utilizaron 12 terneras (*Bos taurus* x *Bos indicus*) de raza Suizo Americano y Europeo encastadas con Criollo Lechero Tropical y Gir, 10 animales tenían entre 6 a 8 meses y dos de 16 meses de edad. Los 10 animales mas jóvenes estuvieron en crianza artificial desde el segundo día de nacidos hasta 90 días de edad, fueron alimentados con leche y sustituto de leche en la mañana y tarde, respectivamente; al momento de destetarse consumían 1 kg de concentrado comercial. Estos animales empezaron apacentar al mes de edad en praderas de Estrella de África (*Cynodon plectostachyus*) y posteriormente en *Brachiaria* (*Brachiaria brizantha*) y Guinea (*Panicum maximun*), de forma que estos animales no tenían experiencia de pastoreo en sitios con vegetación secundaria. Las dos becerras con mayor edad tenían experiencia previa en pastoreo de vegetación secundaria y fueron utilizados como modelos sociales para pastar con terneras sin experiencia. Previo al inicio del estudio, estas terneras apacentaron durante tres meses en sitios con vegetación secundaria. Ocho días antes de iniciar el período experimental, las terneras con experiencia se reunieron con las 10 terneras sin experiencia en praderas de gramíneas para facilitar su integración al grupo. Al iniciar el trabajo las terneras se asignaron aleatoriamente a uno de los dos tratamientos: terneras sin experiencia (T1; n=5) con peso de 131.4 ± 14.1 kg, y terneras sin experiencia (T2; n=5) con peso de 129.6 ± 6.4 kg más los dos modelos sociales con peso de 153.3 ± 4.1 (Figura 1).

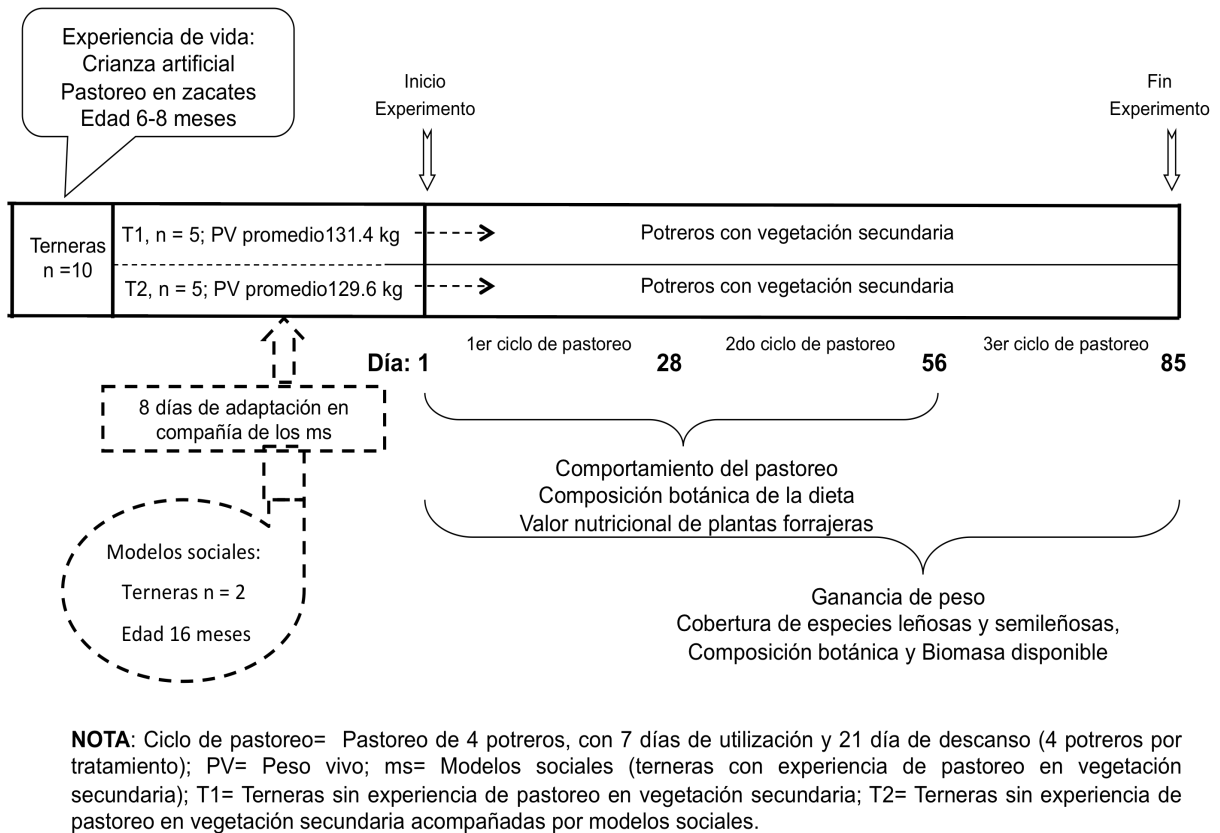


Figura 1. Protocolo para efecto de los modelos sociales (ms) en el comportamiento de terneras sin experiencia de pastoreo en sitios con alta diversidad de especies.

3.2.3. Manejo

El sitio experimental (3.95 ha) se dividió con cerco eléctrico en ocho potreros, cuatro potreros para cada tratamiento, entre los cuales se dejó un callejón de 3 m para evitar que los dos grupos socializaran y para el manejo de los animales. Para T1, cada potrero tuvo 4,100 m² y para T2 5,700 m² en promedio. Se realizaron tres ciclos de pastoreo rotacional, manejando 7 días de utilización y 21 días de descanso (Figura 1). Las plantas abundantes no consumidas por las terneras fueron eliminadas, y las consumidas y dominantes se mantuvieron a una altura alcanzable al ganado. Este manejo se realizó con machete según fuese necesario después de cada ciclo de pastoreo. Se pusieron tres bebederos y dos tanques de

almacenamiento los cuales se llenaron bombeando agua desde una represa, los bebederos quedaron a una distancia de 300 m al potrero mas cercano y de 520 m al potrero mas lejano. Las terneras fueron llevadas a tomar agua dos veces al día, ocupando un tiempo de 20 a 40 minutos por cada abrevada.

3.2.4. Procedimientos y variables evaluadas

Biomasa disponible y Composición botánica del estrato herbáceo. Se estimó la biomasa disponible del estrato herbáceo en cada potrero un día antes de ser utilizado por los animales y la biomasa remanente un día después de desocupado, ambas se expresaron en kilogramos de materia seca por hectárea (kg MS ha⁻¹). En cada muestreo se cosechó la biomasa dentro de aros de 0.25 m², donde se cortó la biomasa aérea a un centímetro de altura sobre el nivel del suelo con tijeras de podar pasto. El número de muestras (n=25 por potrero) se determinó mediante un muestreo preliminar realizado para determinar el tamaño de la muestra (Scheaffer *et al.*, 1995). En cada muestreo, los puntos se distribuyeron de manera aleatoria a lo largo de tres transectos distribuidos homogéneamente en cada potrero. La biomasa cosechada dentro de cada aro se pesó individualmente y después se mezcló para obtener una muestra compuesta, de la cual se tomaron tres submuestras de 250 g para determinar materia seca (MS) y tres para composición botánica de la vegetación herbácea. Las submuestras para MS se secaron en una estufa de aire forzado a 60 °C durante 48 horas (AOAC, 1990), para determinar la MS total por potrero.

Para estimar la composición botánica de la vegetación herbácea, se realizó un inventario florístico del sitio experimental. Todas las plantas dicotiledóneas colectadas fueron identificadas en el herbario Jorge Espinosa Salas del Departamento de Preparatoria Agrícola, y los zacates en el herbario del departamento de Zootecnia, ambos de la Universidad Autónoma Chapingo. De las tres submuestras obtenidas antes de la utilización de cada potrero, se determinó la

composición botánica herbácea, mediante el método directo de separación y pesado de especies. Las especies encontradas se organizaron en dos categorías arbitrarias para especies poco representadas que fueron otros bejucos y otras herbáceas.

Composición botánica y cobertura de especies leñosas. La composición botánica y cobertura de la vegetación leñosa y semileñosa se determinó mediante el método no destructivo línea de intersección (Bonham, 1988). En cada muestreo, se midieron tres transectos distribuidos homogéneamente en cada potrero antes de la utilización. Para evitar medir sobre las mismas plantas, a partir de los primeros transectos durante el primer ciclo de pastoreo, los siguientes transectos se movieron 2 metros a la derecha y a la izquierda en los siguientes dos ciclos de pastoreo, respectivamente. Se midieron únicamente las especies vegetales que no fueron cosechadas en el muestreo de vegetación herbácea, se midió la longitud de la copa de las especies interceptadas por el transecto (longitudes >1 cm). Las especies encontradas también se organizaron en familias y especies.

Composición botánica y valor nutritivo de la dieta de los animales. Se evaluó la composición de la dieta para conocer que especies de plantas y en que proporción formaron parte de la dieta de las terneras. Para esto, se empleó el método de conteo de bocados (Sanders *et al.*, 1980), que se realizó diariamente de 7:00 a 19:30 h durante un periodo de ocho semanas; se observaron todos los animales de forma secuencial durante pastoreo activo en períodos de 3 minutos por animal, registrando el número de bocados para cada especie de planta consumida. Un bocado fue considerado como lo describe Laca *et al.* (1994), si la cantidad prensada fue mucho o poco, indistintamente se consideró un bocado.

Para determinar el valor nutritivo de las especies forrajeras herbáceas, leñosas y semileñosas, entre el 16 de octubre y el 20 de noviembre, se colectaron 34 muestras de 250 gr de cada especie más representativa que formó parte de la dieta de las terneras. Las muestras se colectaron lo más parecido a lo que el animal consumió de las 34 especies. Las muestras secas se molieron para análisis químico en un molino tipo Wiley con maya de 1 mm; posteriormente se determinaron proteína

cruda (PC, %) multiplicando el nitrógeno total de cada especie por 6.25 (AOAC, 1990), fibra detergente ácida (FDA, %) y fibra detergente neutra (FDN, %) utilizando el método de Van Soest *et al.* (1991), y digestibilidad *in vitro* de la MS a 24, 48 y 72 horas por el método de Tilley y Terry (1963).

Hábitos de pastoreo. Para conocer los hábitos de pastoreo se observaron las actividades: descansando, pastoreando, caminando, y rumiando. Debido a que se observó previo al experimento que las terneras no pastaban durante la noche, los animales fueron observados cada 10 minutos de las 07:00 a 19:30 h (no incluyó el tiempo en que los animales fueron llevados a tomar agua), de los días 1 al 54 del período experimental, se obtuvieron solo 44 días completos de observación. El tiempo de observación por animal fue de 11.33 a 11.76 horas por día.

Ganancia de peso. La ganancia de peso se evaluó pesando las terneras al inicio y posteriormente cada 14 días durante las 12 semanas del período experimental.

3.2.5. Análisis estadístico

Para la variable tiempo dedicado a descansar, pastorear, caminar y rumiar se realizaron análisis de varianza empleando un modelo de mediciones repetidas en el tiempo, con el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS/STAT (2004). El modelo consideró los efectos entre animales de tratamiento, animal anidado en el tratamiento y el error; dentro de animales se consideró semana, semana por tratamiento, semana por animal anidado en el tratamiento y el error. En este análisis se incluyeron 35 días completos de observación.

Para la variable ganancia diaria de peso se realizó un análisis de varianza y se solicitaron las medias ajustadas (LSMeans) y se realizó una prueba de comparación múltiple utilizando una prueba de t (PDIFF), con el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS/STAT (2004). Previo al análisis, se realizó la

transformación de la variable (GDP+1) utilizando la transformación de raíz cuadrada con el propósito de homogeneizar las varianzas.

En cuanto al comportamiento ingestivo de los animales, los bocados por animal por día se expresaron como número de bocados min^{-1} , dividiendo el número total de bocados por día por el total de minutos observados por ternera. El número de bocados min^{-1} se modelaron utilizando regresión lineal polinomial y se ajustaron a un modelo cuadrático con estabilización de la meseta de la curva, utilizando el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS/STAT (2004). Para homogeneizar la varianza, se realizó la transformación logarítmica de variable (número de bocados $\text{min}^{-1}+0.1$). El modelo de predicción fue:

$$Y_{ij} = \beta_0 + \beta_1 x_i + \beta_2 x_i^2 + e_{ij} \quad \text{para } x \leq x^* \text{ (Punto de inflexión)} \quad (1)$$

$$Y = m \quad \text{Para } x > x^*$$

Donde Y_{ij} fue el logaritmo predicho para el número de bocados de una ternera en el tiempo i y la réplica j ; x_i fue el i -ésimo día de pastoreo; β_0 la intercepción interpretada como el valor predicho de número de bocados en el día 0; β_1 y β_2 reflejó la tasa de incremento en el número de bocados min^{-1} a través del tiempo; m representó la meseta de la curva para el número máximo posible después del tiempo x^* ; e_{ij} fue el error del período asumiendo tener NID $(0, \sigma^2)$. El procedimiento de mínimos cuadrados ponderados se utilizó en la estructura de los residuales del modelo para mejorar predicción. Mediante regresión con una variable dummy se compararon las líneas de regresión y los parámetros β_1 y β_2 de los tratamientos.

Para la estimación de la composición botánica de la dieta de los animales, se utilizó un modelo que incluyó el total de especies en la dieta $L = 39$ (equivalente a 34 especies más cinco grupos llamados malvas, otras hierbas, otro bejucos, otras leñosas y zacates), $K = 2$ tratamientos, $J = 10$ bovinos e $I = 53$ días de observación. Del periodo de 56 días, se eliminaron los días 14, 18, y 55 en los que no hubo observaciones, el análisis incluyó 1857 observaciones y un total de 127253 bocados. Se aplicó un modelo multinomial, tomando Y_{ijkl} como el número de bocados de la l -

ésima especie que cosechó el j -ésimo bovino del k -ésimo tratamiento en el i -ésimo día:

$$f_{ijk} = \frac{n_{ijk}!}{l!} = \frac{1}{l!} \theta_{ijkl} y_{ijkl} / y_{ijkl}!$$

Donde $i=1,2,\dots,I$; $j=1,2,\dots,J_k$; $k=1,2$; $l=1,2, \dots,L$; $J_1+ J_2=10$; n_{ijk} es el número total de bocados en el i -ésimo día por el bovino j -ésimo bajo el tratamiento k -ésimo; $\mathbf{y}_{ijk}=(y_{ijk1},y_{ijk2},\dots,y_{ijk39})$, y θ_{ijkl} denota la probabilidad de que en el i -ésimo día el bovino j -ésimo del tratamiento k -ésimo ingiera un bocado de la especie l -ésima. El valor esperado de Y_{ijkl} es

$$E(Y_{ijkl}) = \mu_{ijkl} = n_{ijk} \theta_{ijkl}$$

Las probabilidades asociadas a las categorías (cada especie de planta) se estimaron mediante la representación Poisson del modelo multinomial (Dobson, 2002). Utilizando la función liga canónica para el modelo Poisson, mediante la función GLM del paquete estadístico R 2.6.1 (2007), se estimó el siguiente modelo

$$\ln \mu_{ijkl} = \ln n_{ijk} + \ln \theta_{ijkl} = \ln n_{ijk} + \delta + \tau_{kl} \quad (2)$$

donde δ es el intercepto, τ_{kl} es el efecto asociado a la especie l -ésima bajo el tratamiento k -ésimo.

Para ajustar las tendencias de consumo través de tiempo se supone que $\mu_{ijkl} = n_{ijk} \theta_{ijkl} = n_{ijk} e^{\beta_0 kl + \beta_1 kl \ln i}$, $e = 2.7182$, de modo que

$$\ln \mu_{ijkl} = \ln n_{ijk} + \beta_0 kl + \beta_1 kl \ln i, \quad i = 1, \dots, 5 \quad (3)$$

Para los modelos ajustados 2 y 3, se utilizaron como ponderadores de la función de varianza las frecuencias de las observaciones. Las estimaciones de los parámetros de regresión y los correspondientes valores de probabilidad se exhiben en los resultados.

3.3. Resultados

3.3.1. Biomasa y composición botánica del sitio

3.3.1.1. Biomasa disponible y composición botánica del estrato herbáceo

La biomasa disponible fue similar entre los potreros utilizados independientemente del tratamiento, durante las primeras cuatro semanas osciló entre 1,176 y 1,857 kg MS ha⁻¹, en las semanas 5 a 8 se incrementó hasta 2,308 kg MS ha⁻¹ y en las últimas cuatro semanas se mantuvo entre 1,069 a 2,379 kg MS ha⁻¹ (Cuadro 1). En algunos potreros de ambos tratamientos, la disponibilidad fue ligeramente mayor debido a diferencias en la cobertura de vegetación arbustiva y arbórea que tiende a limitar el crecimiento del estrato herbáceo.

La utilización de biomasa fue mayor en el segundo y tercer ciclo de pastoreo para ambos tratamientos (Cuadro 1). La utilización de la vegetación osciló de 45 a 650 kg MS ha⁻¹ en las primeras 4 semanas, de 75 a 1,102 kg MS ha⁻¹ en las semanas del 5 al 8, y de 113.7 a 772.9 kg MS ha⁻¹ en las semanas 9 a 12. La variabilidad que se presenta en la disponibilidad y utilización de la biomasa a través del tiempo, son consecuencia de las condiciones climáticas y por el tipo de vegetación en que se realizó el estudio. Es posible que la baja utilización de biomasa observada en la semana 3 se deba al efecto de la lluvia que se registró en esos días, la cual reduce el tiempo de pastoreo e incrementa crecimiento de la vegetación, dando como resultado que el valor de utilización fuese menor.

Cuadro 1. Disponibilidad y utilización de la biomasa herbácea (MS) en un sitio de vegetación secundaria de selva mediana pastoreado por terneras en un período de 12 semanas en la época húmeda 2006.

Semana	T1		T2	
	DB	UB	DB	UB
 Kg MS ha ⁻¹			
1 ^{er} ciclo				
1	1790.3	290.2	1525.4	192.9
2	1216.3	177.9	1463.3	390.4
3	1857.4	57.0	1176.9	45.1
4	1583.8	424.9	1757.8	650.3
Media*	1611.9	237.5	1480.8	319.7
2 ^{do} ciclo				
5	2021.8	138.6	1450.7	75.9
6	1549.1	373.5	2107.8	683.2
7	2308.9	590.2	1151.2	95.1
8	1278.3	303.3	2106.5	1102.8
Media*	1789.6	351.4	1704.0	489.3
3 ^{er} ciclo				
9	1841.3	113.7	1889.0	470.3
10	1423.5	197.0	1875.2	234.6
11	2379.9	148.4	1347.4	218.9
12	1069.6	501.5	1722.9	772.9
Media*	1678.6	240.1	1708.6	424.2

* Media se refiere a la composición media de cuatro semanas que hacen un ciclo de pastoreo.

T1= Terneras sin experiencia de pastoreo en vegetación secundaria.

T2= Terneras sin experiencia de pastoreo en vegetación secundaria acompañadas por modelos sociales.

DB= Disponibilidad de Biomasa.

UB = Utilización de Biomasa.

La vegetación de los potreros en ambos tratamientos incluyó 16 familias de plantas herbáceas. La familia más abundante independientemente del tratamiento fue *Verbenaceae* (40.6 a 45.6%); seguida por las familias *Poaceae* (18.4 a 22.6%), *Acanthaceae* (13.6 a 14.6%), *Compositae* (6.0 a 8.5%) y *Leguminosae* (5.8 a 7.1%). Las familias *Verbenaceae*, *Acanthaceae*, *Compositae* y *Leguminosae* sumaron 64.4 a 71.2% en T1, y 72.3 a 75.5% en T2. La proporción de algunas familias tales como *Euphorbiaceae* y *Poaceae* disminuyó con el tiempo de pastoreo, mientras que otras

como *Verbenaceae*, *Acantaceae* y *Leguminosae* incrementaron su contribución botánica del primer al tercer ciclo de pastoreo (Cuadro 2).

Cuadro 2. Composición botánica (%) del estrato herbáceo en una vegetación secundaria de selva mediana utilizada por terneras en pastoreo rotacional, en un período de 12 semanas en la época húmeda 2006.

Familias	T1			T2			Número de Spp.
	Ciclos de pastoreo						
	1	2	3	1	2	3	
Acanthaceae	13.68	15.43	11.55	12.88	15.23	15.80	3
Convolvulaceae	0.83	0.80	0.05	1.33	0.60	0.98	2
Compositae	6.85	9.50	9.25	6.58	6.38	5.15	6
Euphorbiaceae	1.40	0.43	0.15	2.05	0.40	0.08	4
Poaceae	25.90	21.43	20.45	17.93	20.15	16.98	8
Labiatae	0.10	0.08	0.10	0.38	0.10	0.03	3
Lamiaceae	0.10	0.00	0.03	0.00	0.03	0.03	1
Leguminosae	4.93	6.18	6.28	6.18	7.05	8.13	5⁺
Lygodiaceae	0.98	0.58	1.93	0.25	0.33	0.45	1
Malvaceae	1.43	0.88	1.68	1.78	0.98	1.28	4
Moraceae	0.40	1.30	0.45	0.38	0.63	0.45	1
Rubiaceae	0.83	0.75	0.25	0.73	0.63	1.23	1
Solanaceae	0.53	0.80	0.00	0.58	0.33	0.35	2
Sterculiaceae	0.12	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	1
Tiliaceae	0.89	0.65	2.58	0.98	0.95	2.28	1
Verbenaceae	38.98	40.05	42.78	46.63	43.80	46.43	3
Otros Bejucos	0.68	0.65	1.25	0.75	0.65	0.08	3 ⁺
Otras Hierbas	1.33	0.51	1.21	0.71	1.73	0.38	4 ⁺
Total							53

⁺Incluye plantas poco frecuentes, más otras no identificadas.

T1= Terneras sin experiencia de pastoreo en vegetación secundaria.

T2= Terneras sin experiencia de pastoreo en vegetación secundaria acompañadas por modelos sociales.

En la familia *Verbenaceae* las especies más abundantes y mayormente consumidas por el ganado fueron *Lippia dulcis* y *Lantana achyranthifolia*, mientras que en la familia *Acanthaceae*, la más abundante fue *Blechnum brownei* y la más escasa *Dicliptera sexangularis*, ambas con buena preferencia por el ganado. Las siete especies de la familia *Compositae* fueron consumidas por el ganado, siendo las más abundantes *Sclerocarpus uniserialis*, *Spilanthes uliginosa* y *Calyptocarpus vialis*. Las cinco especies de la familia *Leguminosae* fueron consumidas por el ganado y las más abundantes fueron *Desmodium incanum* y *Rynchosia longeracemosa*.

3.3.1.2. Composición botánica y cobertura de la vegetación leñosa y semileñosa.

La composición botánica de especies leñosas y semileñosas por ciclo de pastoreo (Cuadro 3) fue mayor para la familia *Leguminosae* (33.7 a 44.5%), seguida de *Euphorbiaceae* (30.9 a 39.1%), y *Myrtaceae* (9.7 a 11.8%) en T1. En T2 fue mayor la cobertura de *Euphorbiaceae* (33.8 a 40.0%), seguida por *Leguminosae* (31.8 a 34.3%), y *Myrtaceae* (11.4 a 12.7%). La familia de mayor importancia en preferencia para las terneras fue *Leguminosae*, de la que siete 7 de 10 especies fueron consumidas. De la familia *Euphorbiaceae* tres de las cinco especies fueron consumidas, y de la familia *Myrtaceae* solo una de dos fue consumida. Del total de 38 especies de estos estratos, 26 provenientes de 15 familias fueron consumidas.

La cobertura de especies leñosas y semileñosas para los tres ciclos de pastoreo fue 58.4% en T1, y 55.2% en T2. La cobertura por familias fue mayor para *Leguminosae* (17.8 a 32.0%), seguida de *Euphorbiaceae* (18.9 a 20.6%), y *Myrtaceae* (5.3 a 8.1%) en T1. En T2 la cobertura fue mayor para *Euphorbiaceae* (17.9 a 22.5%), seguida por *Leguminosae* (14.8 a 19.6%), y *Myrtaceae* (6.2 a 6.7%). Las especies más abundantes de la familia *Leguminosae* fueron *Acacia farnesiana*, *A. cornigera* y *Senna hirsuta*. De *Euphorbiaceae*, las más abundantes fueron *Croton cortesianus* y *Adelia barbinervis*. De la familia *Myrtaceae* la más abundante fue *Eugenia capuli*.

Cuadro 3. Composición botánica (%) de especies leñosas y semileñosas en una vegetación secundaria de selva mediana utilizada por terneras en pastoreo rotacional, en un período de 12 semanas en la época húmeda 2006.

Familia	Tratamiento 1			Tratamiento 2			No. de Spp.
	Ciclos de pastoreo			Ciclos de pastoreo			
	1	2	3	1	2	3	
Anonaceae	3.23	2.67	4.34	6.62	3.70	4.80	1
Bignoniaceae	0.73	1.87	1.18	1.97	0.33	0.61	1
Euphorbiaceae	30.85	37.95	39.09	33.78	39.58	40.03	5
Labiatae	1.03	0.91	0.67	0.82	1.09	1.03	1
Leguminosae	44.49	38.39	33.71	31.84	33.30	34.27	10
Malpighiaceae	2.30	1.65	1.50	2.50	0.78	1.08	2
Malvaceae	0.58	0.06	0.08	0.18	0.56	0.05	1
Ulmaceae	0.41	1.15	1.38	0.11	0.23	0.52	1
Meliaceae	0.00	0.00	0.00	0.16	0.00	0.00	1
Moraceae	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.24	1
Myrsinaceae	0.24	0.00	0.77	0.04	0.00	0.41	1
Myrtaceae	9.97	9.74	11.77	12.16	11.41	12.69	2
Nyctaginaceae	0.00	0.70	0.43	1.29	2.79	0.68	1
Palmae	0.59	0.09	0.00	0.41	0.54	0.00	1
Rubiaceae	1.50	2.20	1.04	4.73	1.24	0.80	2
Scrophulariaceae	0.00	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	1
Solanaceae	1.08	1.10	2.23	0.05	0.78	0.56	4
Sterculiaceae	1.83	0.74	0.98	1.56	1.54	1.29	1
Theophrastaceae	1.16	0.61	0.84	1.77	2.15	0.93	1
Total							38

Tratamiento 1= Terneras sin experiencia de pastoreo en vegetación secundaria.

Tratamiento 2= Terneras sin experiencia de pastoreo en vegetación secundaria acompañadas por modelos sociales.

Cuadro 4. Cobertura de especies leñosas y semileñosas (%) por familias, en una vegetación secundaria utilizada por terneras en pastoreo rotacional, en un período de 12 semanas en la época húmeda 2006.

Familia	Tratamiento 1			Tratamiento 2			Número de Spp.
	Ciclos de pastoreo			Ciclos de pastoreo			
	1	2	3	1	2	3	
Anonaceae	3.665	1.488	2.663	4.738	2.750	2.593	1
Bignoniaceae	0.402	0.819	0.575	0.791	0.186	0.404	1
Euphorbiaceae	20.390	18.873	20.597	17.905	21.856	22.494	5
Labiatae	0.631	0.394	0.359	0.313	0.527	0.655	1
Leguminosae	32.033	19.404	17.777	14.772	19.587	19.421	10
Malpighiaceae	1.446	0.905	0.888	1.357	0.574	0.625	2
Malvaceae	0.284	0.034	0.029	0.117	0.360	0.035	1
Ulmaceae	0.562	0.656	0.844	0.080	0.171	0.365	1
Meliaceae	0.000	0.000	0.000	0.118	0.000	0.000	1
Moraceae	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.164	1
Myrsinaceae	0.190	0.000	0.295	0.029	0.000	0.243	1
Myrtaceae	8.074	5.297	6.661	6.248	6.396	6.657	2
Nyctaginaceae	0.000	0.254	0.159	0.724	1.192	0.454	1
Palmae	0.176	0.048	0.000	0.302	0.399	0.000	1
Rubiaceae	1.402	1.211	0.507	3.328	0.649	0.457	2
Scrophulariaceae	0.000	0.060	0.000	0.000	0.000	0.000	1
Solanaceae	0.580	0.481	1.074	0.036	0.576	0.271	4
Sterculiaceae	0.917	0.341	0.463	0.823	0.989	0.561	1
Theophrastaceae	0.597	0.269	0.372	0.714	1.124	0.593	1
Total							38

Tratamiento 1= Terneras sin experiencia de pastoreo en vegetación secundaria.

Tratamiento 2= Terneras sin experiencia de pastoreo en vegetación secundaria acompañadas por modelos sociales.

3.3.2. Valor nutricional de plantas forrajeras

Independientemente de los potreros asignados a cada tratamiento, se encontraron en el sitio un total 83 especies herbáceas (no incluye gramíneas), leñosas y semileñosas, de las cuales la mayoría tiene un cierto valor forrajero (Cuadro 5).

Las cuatro especies con mayor contenido de PC fueron *A. cornigera* (26.2%), *Pisonia aculeata* (25.4%), *A. farnesiana* (24.0%) y *Calliandra houstoniana* (20.2%), las tres primeras con alta preferencia de consumo y la última con preferencia media de consumo por las terneras. La digestibilidades más altas a 72 horas fueron para *Dorstenia choconiana* var. *integrifolia* (71.1%), *Spilanthes uliginosa* (70.3%), *Capraria biflora* (69.9%), *Merremia discoidesperma* (68.9%) y *M. dissecta* (68.5%), de las cuales la primera, la tercera y la quinta fueron altamente preferidas por las terneras. Los valores de FDN fueron bajos para *Diphysa floribunda* (25.0%), *Lantana achyranthifolia* (27.4%), *D. choconiana* (27.5%) y *Merremia dissecta* (28.7%), todas altamente preferidas en el consumo por terneras. Los valores más bajos de FDA se registraron para *P. aculeata* (20.7%), *D. choconiana* (20.9%), *M. discoidesperma* (21.4%), *Malvaviscus arboreus* (21.5%).

Cuadro 5a. Análisis químico-nutricional de 34 especies consumidas por terneras pastoreadas en vegetación secundaria de selva mediana en la época húmeda 2006.

Nombre científico	PC	FDN	FDA	Cenizas	DIVMS		
					24 h	48 h	72 h
<i>Acacia cornigera</i> (L.) Willd.	26.2	41.9	28.4	8.6	37.2	45.9	48.5
<i>Acacia farneciana</i> L.	24.0	41.9	22.0	8.8	28.6	36.6	38.6
<i>Adelia barbinervis</i> Schlet Cham.	10.1	51.8	25.8	8.5	32.8	43.0	45.1
<i>Bauhinia divaricata</i> L.	10.9	38.2	24.7	8.5	38.3	42.1	43.1
<i>Blechum brownei</i> Juss.	12.3	29.3	23.4	7.5	44.4	56.7	57.9
<i>Calliandra houstoniana</i> (Mill.) Stand.	20.2	39.0	34.0	8.7	24.5	26.4	27.2
<i>Calyptocarpus vialis</i> Less.	13.0	37.4	33.4	7.5	50.6	57.4	58.1
<i>Capraria biflora</i> L.	16.0	33.2	23.2	8.2	58.7	66.7	69.9
<i>Coccoloba barbadensis</i> Jacq.	10.9	52.5	41.9	8.5	16.2	19.1	21.3
<i>Corchorus siliquosus</i>	17.6	31.1	24.3	8.1	48.4	58.0	59.5
<i>Croton cortesianus</i> H.B.K.	18.7	31.9	24.7	8.3	56.6	64.8	68.4
<i>Croton reflexifolius</i> H.B.K.	17.3	51.7	36.1	8.0	34.9	52.0	52.4
<i>Desmodium incanum</i> DC. in DC.	15.9	39.8	28.1	8.6	23.4	24.3	28.1
<i>Diphysa floribunda</i> Peyritsch	16.5	25.0	21.9	8.5	50.0	57.7	58.6
<i>Dorstenia choconiana</i> var. <i>integrifolia</i> Donn. Smith	14.9	27.5	20.9	7.2	60.6	70.3	71.1
<i>Eugenia capuli</i> (Schl. et Cham) Berg.	13.4	48.1	35.5	8.7	24.1	26.3	27.1
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	16.3	45.2	27.6	8.5	22.0	34.3	42.8
<i>Hyptis verticillata</i> Jacq.	16.1	31.4	22.6	8.1	47.5	56.5	56.9
<i>Merremia discoidesperma</i> (Donn. Smith) O'Donnell	18.9	33.6	21.4	8.0	54.5	67.4	68.9

PC= Proteína Cruda.

FDA= Fibra Detergente Ácida.

FDN= Fibra Detergente Neutra.

DIVMS= Digestibilidad *In vitro* de la Materia Seca.

Cuadro 5b. Análisis químico-nutricional de 34 especies consumidas por terneras pastoreadas en vegetación secundaria de selva mediana en la época húmeda 2006.

Nombre científico	PC	FDN	FDA	Cenizas	DIVMS		
					24 h	48 h	72 h
			%				
<i>Jacquinia aurantiaca</i> Aiton	11.5	55.1	43.6	8.5	46.3	51.9	53.6
<i>Lantana achyranthifolia</i> Desf.	16.4	27.4	22.6	8.0	45.5	49.6	52.6
<i>Ligodium venustum</i> Swartz	16.6	55.5	36.4	8.4	35.5	37.0	38.7
<i>Lippia dulcis</i> Trev.	11.2	38.6	33.1	7.7	44.3	49.1	49.5
<i>Malpighia glabra</i> L.	9.0	35.1	24.3	7.9	43.7	53.9	57.1
<i>Malvaviscus arboreus</i> Cav.	16.1	30.8	21.5	7.6	38.3	50.8	54.9
<i>Merremia dissecta</i> (Jacq) Hallier	11.5	28.7	24.0	8.3	52.8	66.4	68.5
<i>Parmentiera aculeata</i> (Kunth) Seem.	10.9	55.4	32.1	8.1	29.4	31.5	34.0
<i>Pisonia aculeata</i> L.	25.4	52.3	20.7	8.1	35.8	48.7	50.0
<i>Psicidia piscipula</i> (L.) Sarg	17.8	42.6	32.3	8.1	32.3	39.2	40.5
<i>Randia aculeata</i> L.	15.2	44.6	34.7	8.6	26.8	37.9	42.9
<i>Randia sp.</i>	11.6	45.4	37.0	8.6	27.3	32.3	32.6
<i>Sclerocarpus uniserialis</i> (Hook) Benth. & Hook. f. ex. Hemsl.	16.9	32.3	25.2	8.0	53.2	64.6	65.6
<i>Spilanthes uliginosa</i> Sw.	12.2	29.6	22.4	7.9	57.5	70.0	70.3
<i>Trema micrantha</i> var. <i>floridana</i> (L.) Bleme	16.4	41.8	27.3	8.6	26.6	32.5	35.2

PC= Proteína Cruda.

FDA= Fibra Detergente Ácida.

FDN= Fibra Detergente Neutra.

DIVMS= Digestibilidad *In vitro* de la Materia Seca.

3.3.3. Comportamiento del pastoreo

No se observó efecto de la inclusión de modelos sociales en el tiempo dedicado a descansar ($P=0.696$), a pastar ($P=0.973$), caminar ($P=0.133$) ni a rumia ($P=0.199$). Los tiempos dedicados a estas actividades solo se modificaron a través del tiempo de la misma manera en ambos tratamientos ($P<0.001$), sin embargo, si se observó un efecto del animal dentro del tratamiento ($P<0.05$) en todas las actividades (Cuadro 6).

En general, durante el día y en el periodo observado, las terneras dedicaron de 5.27 a 7.02 h al pastoreo, 2.13 a 3.35 h al descanso, 1.39 a 2.47 h a rumiar y 0.56 a 0.94 h a caminar (Figura 2). También se observó una relación directa entre el tiempo dedicado a pastorear y a descansar, cuando el tiempo dedicado a pastorear aumenta, el tiempo de descanso disminuye, y viceversa. Las actividades de pastoreo y descanso son visiblemente variables entre las semanas (Figura 2), en este estudio puede ser atribuido a la distancia que los animales tenían que recorrer para tomar agua y a una mayor pendiente del terreno en los últimos 4 de 8 potreros, coincidiendo la utilización de estos potreros a las semanas 3, 4, y 7.

Cuadro 6. Análisis de varianza para modelo con mediciones repetidas para efectos principales e interacciones en las actividades de terneras en pastoreo con y sin modelos sociales en un sitio de vegetación secundaria.

FV	GL	CM Descanso	CM Pastoreo	CM Caminar	CM Rumia
Entre animales					
Tratamiento	1	0.1022 ^{NS}	0.0010 ^{NS}	0.2492 ^{NS}	0.6471 ^{NS}
Animal (Tratamiento)	8	2.1926 ^{**}	3.0572 ^{**}	0.0742 ^{NS}	0.9028 [*]
Error	40	0.6635	0.9390	0.1062	0.3800
Dentro de animales					
Semana	6	10.0434 ^{**}	23.2430 ^{**}	0.4690 ^{**}	4.3565 ^{**}
Semana x tratamiento	6	0.8418 ^{NS}	0.3755 ^{NS}	0.1470 ^{NS}	0.3934 ^{NS}
Semana x animal (Tratamiento)	48	0.3488 ^{NS}	0.3755 ^{NS}	0.0745 ^{NS}	0.2186 ^{NS}
Error	240	0.5284	0.5923	0.1238	0.2700

FV= Fuente de Variación.

GL= Grados de Libertad.

CM= Cuadrado Medio.

NS= No significativo.

* Significativo (P< 0.05).

** Significativo (P< 0.01).

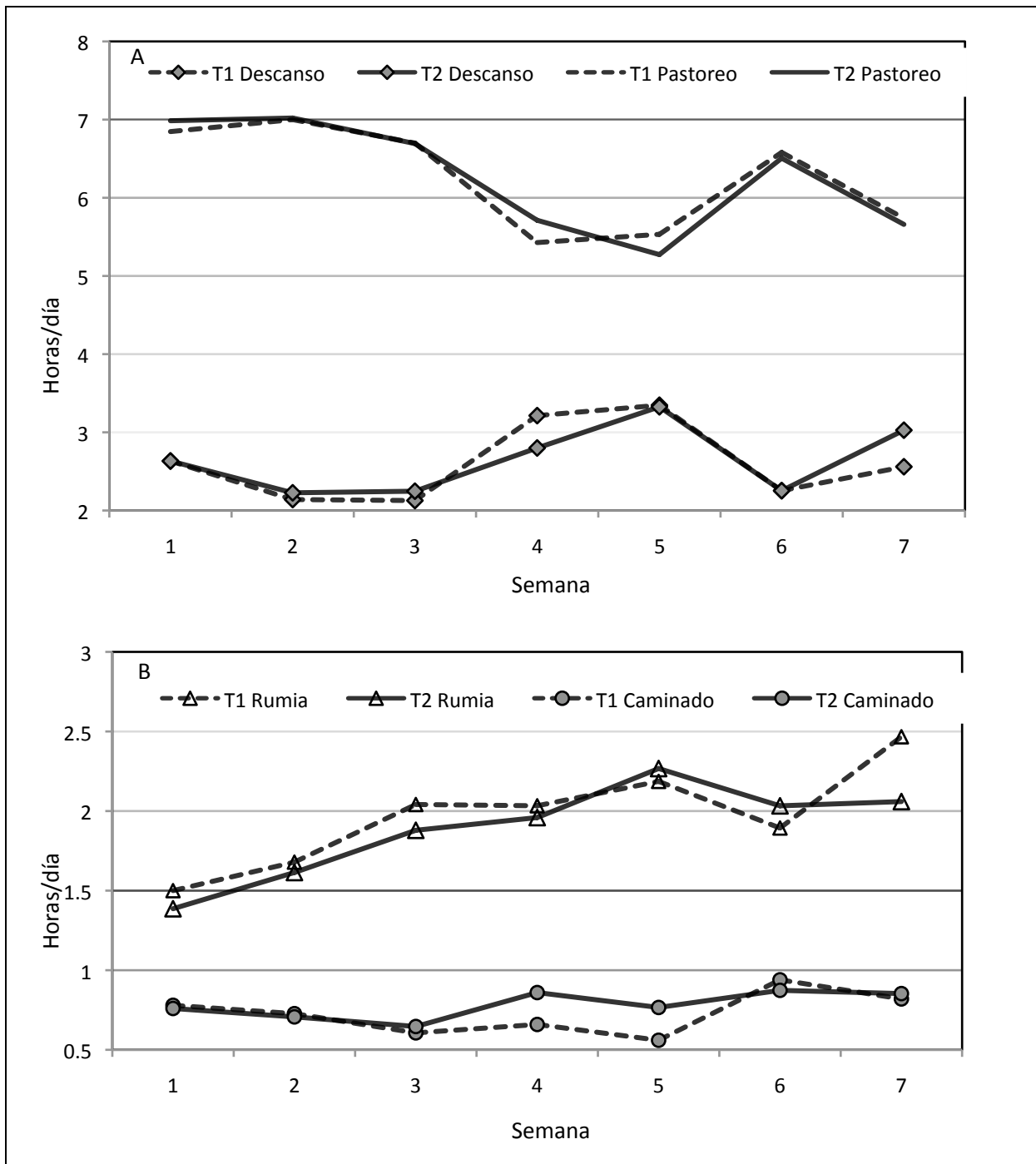


Figura 2. Tiempo (horas por día) dedicados al descanso y pastoreo (A), rumia y caminado (B), de terneras pastoreando en un sitio con vegetación secundaria durante un período de siete semanas. Se examinaron terneras pastoreando sin (T1) y con (T2) compañía de modelos sociales en un sitio de vegetación secundaria.

3.3.4. Ganancia de peso

La ganancia diaria de peso de los animales fue distinta entre tratamientos a través del tiempo ($P < 0.01$). La interacción tratamiento*semana de evaluación se manifestó a través de los días debido a que la ganancia de peso en algunas evaluaciones fue mayor para un tratamiento y en otras, mayor para el otro tratamiento (Figura 3). La ganancia diaria durante el periodo de estudio fue $111 \text{ gr animal}^{-1} \text{ d}^{-1}$ para T1 y $99.9 \text{ gr animal}^{-1} \text{ d}^{-1}$ para T2; solo como referencia cabe señalar que los modelos sociales obtuvieron una ganancia diaria de $190.4 \text{ gr animal}^{-1} \text{ d}^{-1}$.

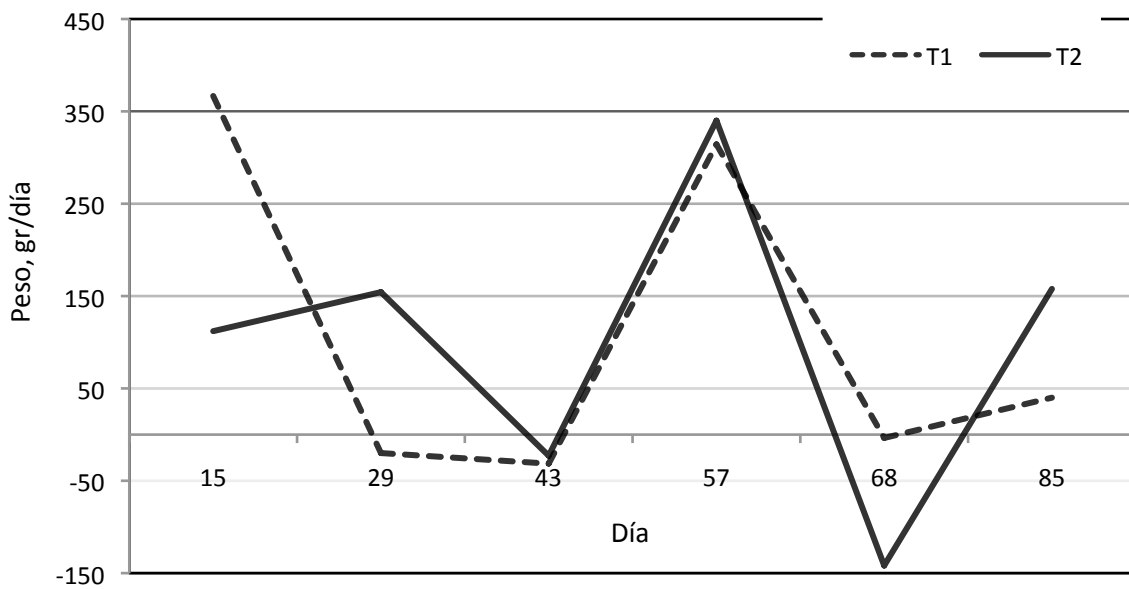


Figura 3. Ganancia diaria de peso de terneras apacentadas en un sitio con vegetación secundaria durante un período de 12 semanas. Se examinaron terneras pastoreando sin (T1) y con (T2) compañía de modelos sociales en un sitio de vegetación secundaria.

3.3.5. Composición botánica de la dieta

Incrementos de bocados. Para los bocados min^{-1} , los parámetros estimados (obtenidos con el modelo 1) fueron significativos para ambos tratamientos ($P < 0.001$, Cuadro 7), aunque no hubo diferencias entre los tratamientos (β_1 , $P = 0.908$; β_2 , $P = 0.850$). El modelo 1 (m y x_0) estimó para ambos tratamientos un máximo de 23.9 bocados min^{-1} en el día 6.2 para T1 y en el día 5.0 para T2. La diferencia observada en cada tratamiento fue el incremento en el número de bocados en el tiempo, el cual inició con 14.9 bocados min^{-1} en T1 y 15.4 en T2, hasta estabilizarse en una tasa máxima de 23.8 bocados min^{-1} (Figura 4). Aun que la comparación de las curvas indica que los animales que fungieron como modelos sociales no influyeron ($P = 0.757$) en el número de bocados tomados por las terneras sin experiencia de apacentamiento en sitios de vegetación secundaria, si se redujo el tiempo para alcanzar el máximo de bocados en 1.2 días.

Cuadro 7. Parámetros estimados y error estándar de las ecuaciones predichas para el número de bocados por terneras sin experiencia pastoreando sin (T1) y con (T2) modelos sociales en vegetación secundaria. El modelo antes del punto de inflexión fue $Y = \beta_0 + \beta_1 x_i + \beta_2 x_i^2$ y después del punto de inflexión fue $y=m$, para ambos tratamientos.

Parámetro	T1		T2	
	Estimado ¹	Error estándar	Estimado	Error estándar
β_0	2.4543	0.1111	2.4501	0.2283
β_1	0.2316	0.0715	0.2487	0.1356
β_2	-0.0187	0.0090	-0.0223	0.0175
M	2.2355		2.0005	

¹Todos los parámetros estimados fueron diferentes de 0 ($P < 0.001$).

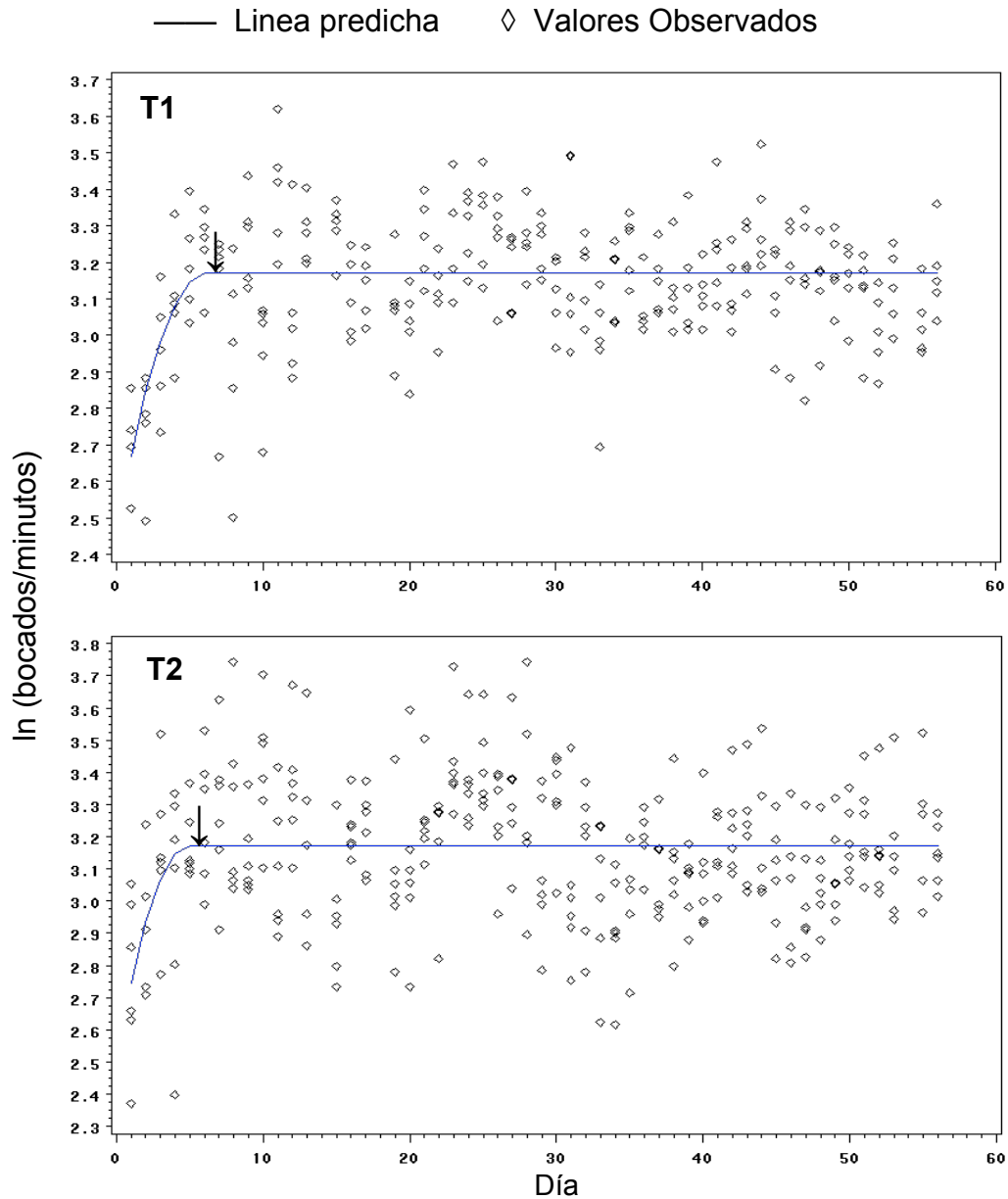


Figura 4. Número de bocados min^{-1} de terneras pastando en un sitio de vegetación secundaria durante un período de 56 días. Se analizaron terneras sin experiencia de pastoreo en vegetación secundaria sin (T1) y con (T2) compañía de modelos sociales. Los bocados están representados en la escala logarítmica en un modelo cuadrático. Las flechas sobre las curvas indican el punto de inflexión (x^*) donde el modelo antes de x^* fue para T1 $Y = 2.45 + 0.23X - 0.019X^2$; T2 $Y = 2.45 + 0.25X - 0.022X^2$ y después de x^* fue para T1 $Y = 3.172$ para T2 $Y = 3.136$.

Efecto de los modelos sociales en la composición botánica de la dieta. El modelo 2 ajustado, tuvo una *deviance* residual de 36221 con 20514 grados de libertad. La composición botánica de la dieta fue distinta entre los tratamientos ($P=0.0161$). La proporción en la composición de la dieta de 25 especies y los grupos malvas, otras hierbas, otros bejucos y otras leñosas difirió en la dieta de los dos tratamientos ($P<0.05$) y la proporción de nueve especies y el grupo de zacates fue similar para ambos tratamientos ($P>0.05$; Cuadro 8). Los animales de ambos tratamientos incluyeron en su dieta 26 familias de plantas que suman un total de 56 especies herbáceas (no incluye zacates), semileñosas y leñosas.

Las especies que mas contribuyeron a la composición botánica de la dieta de los animales de ambos tratamientos fueron: zacates 36.8%, *Lippia dulcis* 10.6%, *Blechum brownei* 8.6%, mozotes 5.3%, *Lantana achyranthifolia* 4.5%, otras hierbas 4.3%, *Calyptocarpus vialis* 3.8%, *Acacia farnesiana* 3.7%, *Adelia barbinervis* 3.7%, *Acacia cornigera* 2.6%, *Lygodium venustum* 1.9%, otros bejucos 1.8%, *Merremia dissecta* 1.5%, *Corchorus siliquosus* 1.4%. En general, las plantas herbáceas contribuyeron más en la dieta de los animales (48.9 y 45.1%), seguida por los zacates con 36.9 y 36.8%, leñosas 9.9 y 12.4% y semileñosas 4.2 y 5.4%, para T1 y T2, respectivamente. Claramente se puede observar que los modelos sociales influyeron a que sus compañeras de grupo (T2) consumieran más de las especies leñosas y semileñosas, y relativamente menos de las herbáceas.

Cuadro 8a. Composición (%) de la dieta de terneras sin experiencia sin (T1) y con (T2) modelos sociales pastoreando en vegetación secundaria durante un período de 8 semanas.

No.	Especies	T1	T2
1	<i>Lippia dulcis</i> Trev.	9.68 ^x	11.6 ^y
2	<i>Blechnum brownei</i> Juss.	9.01 ^a	8.26 ^b
3	<i>Lantana achyranthifolia</i> Desf.	5.31 ^x	3.61 ^y
4	<i>Calyptocarpus vialis</i> Less.	3.29 ^x	4.4 ^y
5	<i>Lygodium venustum</i> Swartz	2.31 ^x	1.48 ^y
6	<i>Merremia dissecta</i> (Jacq) Hallier	1.57	1.34
7	<i>Corchorus siliquosus</i> L.	1.53 ^a	1.22 ^b
8	<i>Desmodium incanum</i> DC. in DC.	1.11	1.27
9	<i>Merremia discoidesperma</i> (Donn. Sm.) O'Donnell	0.4 ^a	0.25 ^b
10	<i>Acalypha rhombifolia</i> Schltldl.	0.35	0.28
11	<i>Euphorbia serpens</i> H.B.K.	0.29 ^x	0.1 ^y
12	<i>Scutellaria pseudocaerulea</i> Briq.	0.08	0.1
13	<i>Hyptis verticillata</i> Jacq.	0.01 ^x	0.14 ^y
14	<i>Sclerocarpus uniserialis</i> (Hook) Benth. & Hook. f. ex. Hemsl.	5.95 ^x	4.32 ^y
15	Otras hierbas ¹	4.63 ^a	4.04 ^b
16	Otros bejucos ²	1.94 ^a	1.62 ^b
17	Malvas ³	1.51 ^a	1.2 ^b
	Total Herbáceas	48.97	45.23

Valores en la misma línea con diferente literal difieren (^{a,b} P<0.05; ^{x,y} P<0.001).

1: *Bidens odorata*, *Spilanthes uliginosa*, *Desmanthus virgatus*, *Desmodium Sp.*, *Borreria laevis*, *Dorstenia choconiana* var. *integrifolia*, *Euphorbia hirta* var. *Nocens*, *Dicliptera sexangularis*, *Centrosema virginianum*, *Centrosema pubescens*.

2: *Ipomoea indica*, *Ipomoea fimbriosepala*, *Ipomoea tuxtlensis*.

3: *Sida cordifolia*, *Sida rhombifolia*, *Melochia pyramidata*.

Cuadro 8b. Composición (%) de la dieta de terneras sin experiencia sin (T1) y con (T2) modelos sociales pastoreando en vegetación secundaria durante un período de 8 semanas.

No.	Especies	T1	T2
18	<i>Adelia barbinervis</i> Schlet Cham.	4.21 ^x	3.2 ^y
19	<i>Acacia farnesiana</i> L.	1.77 ^x	5.65 ^y
20	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	1.09 ^a	0.87 ^b
21	<i>Parmentiera aculeata</i> (Kunth) Seem.	1.08	0.89
22	<i>Randia aculeata</i> L.	0.65 ^x	0.93 ^y
23	<i>Diphysa floribunda</i> Peyritsch	0.48	0.35
24	<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg	0.44 ^x	0.21 ^y
25	<i>Eugenia capuli</i> (Schl. et Cham) Berg.	0.06 ^a	0.01 ^b
26	<i>Bauhinia divaricata</i> L.	0.05 ^x	0.18 ^y
27	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	0.01 ^x	0.15 ^y
28	<i>Croton reflexifolius</i> H.B.K.	0 ^a	0.09 ^b
29	Otras leñosas ⁴	0.05 ^a	0.01 ^b
	Total Leñosas	9.89	12.54
30	<i>Acacia cornigera</i> (L.) Willd.	2.19 ^x	2.99 ^y
31	<i>Pisonia aculeata</i> L.	1	0.92
32	<i>Jacquinia aurantiaca</i> Aiton.	0.44 ^a	0.59 ^b
33	<i>Randia</i> sp.	0.19 ^a	0.08 ^b
34	<i>Malpighia glabra</i> L.	0.13 ^a	0.28 ^b
35	<i>Sabal mexicana</i> Mart.	0.13	0.19
36	<i>Malvaviscus arboreus</i> Cav.	0.11	0.16
37	<i>Calliandra houstoniana</i> (Mill.) Stand.	0.04 ^x	0.16 ^y
38	<i>Croton cortesianus</i> H.B.K.	0.02 ^a	0.06 ^b
	Total Semileñosas	4.25	5.43
39	Zacates ⁵	36.89	36.77

Valores en la misma línea con diferente literal difieren (^{a,b} P<0.05; ^{x,y} P<0.001).

4: *Psidium guajava*, *Pithecellobium dulce*, *Citrus Limettioides*, *Chlorophora tinctoria*, *Coccoloba barbadensis*.

5: *Leptochloa filiformis*, *Panicum ghiesbreghtii*, *Panicum hirticaule*, *Paspalum fasciculatum*, *Paspalum variable*, *Setaria geniculata*, *Cynodon plectostachyus*, *Brachiaria brizantha*.

Las estimaciones (del modelo 3) en la evolución del consumo a través del tiempo, dieron como resultado un incremento en el número de bocados para las especies 12, 30, 36 ($P < 0.05$), y 2, 3, 4, 6, 8, 23, 24, 35, y 39 ($P < 0.001$) en T1; mientras que en T2 fueron 2, 5, 8, 13, 35 ($P < 0.05$), y 3, 4, 12, 16, 19, 27, y 39 ($P < 0.001$). Las especies en las que disminuyeron los bocados en T1 fueron 7, 17, 22, 34 ($P < 0.05$), 1, 10, 14, 18, 20, 21, 25, 29, 31 y 32 ($P < 0.001$); para T2 las especies 22 ($P < 0.05$), y las especies 1, 7, 10, 14, 18, 21, 31 y 32 ($P < 0.001$); numerales del Cuadro 8 en la columna izquierda. Las terneras pastando sin modelos sociales (T1) consumieron más especies de las que posteriormente disminuyeron o suspendieron el consumo que aquellas terneras pastando con modelos sociales. En general, ambos tratamientos prefirieron especies herbáceas, pero las terneras del T1 consumieron más de las herbáceas y menos leñosas y semileñosas que las terneras del T2. La figura 5 ilustra algunos ejemplos de plantas en las cuales el consumo disminuyó, aumentó o permaneció constante a través del tiempo, contrastando ambos tratamientos. En el caso de *A. cornigera* se observó al inicio un mayor consumo por parte de los animales del T2, al mismo tiempo que el consumo fue menor pero ascendente en T1, con tendencia de ambos, a estabilizar el consumo de estas especies por arriba de 2.5%. Para *A. farnesiana* y *Lantana achyranthifolia*, el consumo fue en aumento para T2, y permaneció bajo y sin cambios en las preferencia de consumo para T1. El consumo de zacates fue alto y en aumento del 25 al 40%, para ambos tratamientos. Se infiere que las especies en las que disminuyó el consumo pudo haber sido parcialmente la concentración de algunos compuestos tóxicos o antinutricionales conforme las plantas maduraron; y también a la decisión de los animales de incluir especies con mayor palatabilidad y mejor valor nutricional, después de percibir la sensación de bienestar al explorar una gran diversidad de especies.

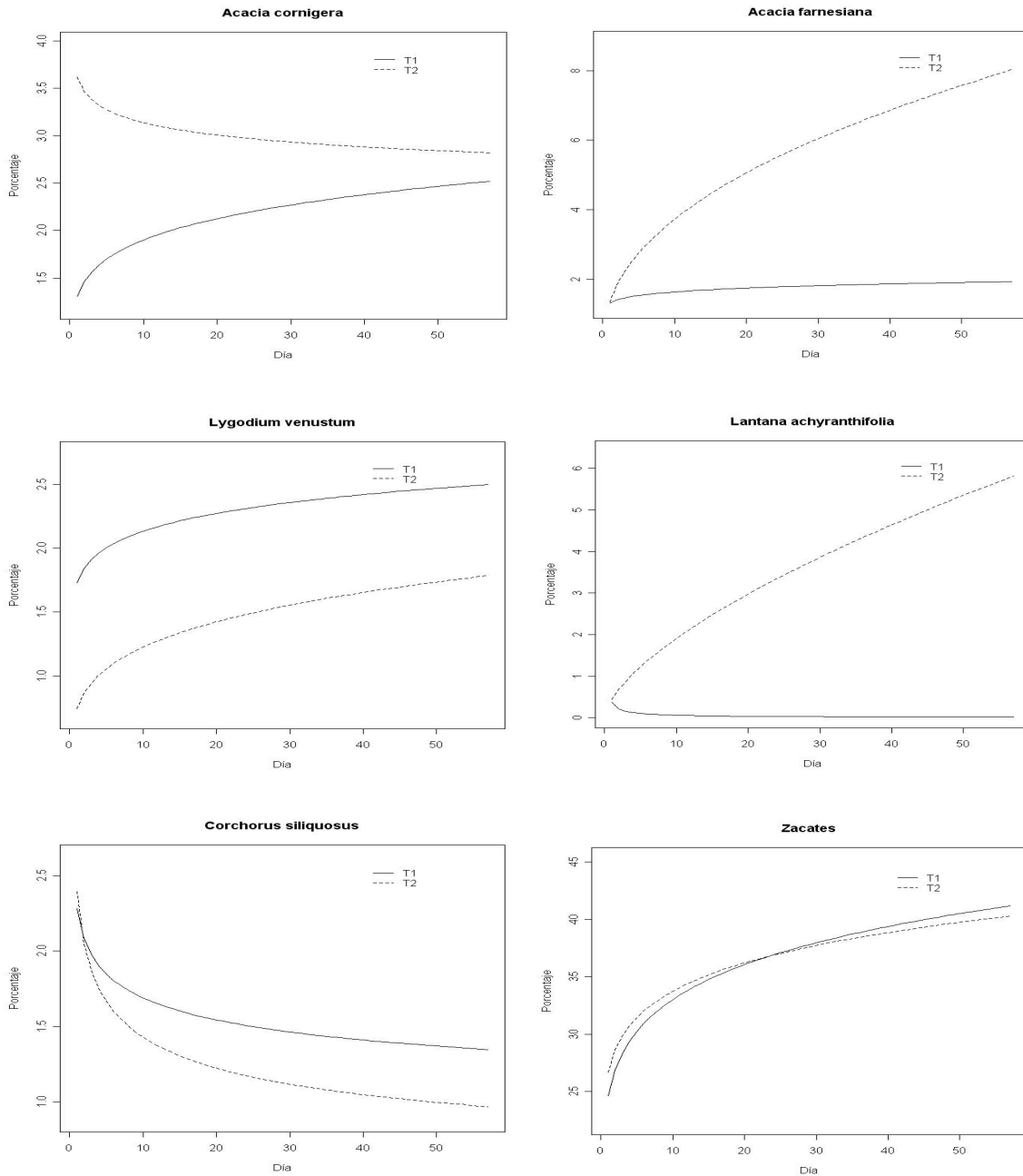


Figura 5. Evolución del consumo (%) por terneras pastoreando en un sitio de vegetación secundaria durante un período de 56 días, para las especies *Acacia cornigera*, *Acacia farnesiana*, *Lygodium venustum*, *Corchorus siliquosus*, *Lantana achyranthifolia* y el grupo de zacates. T1= terneras sin experiencia de pastoreo en vegetación secundaria y T2= terneras sin experiencia de pastoreo en vegetación secundaria acompañadas por modelos sociales.

3.4. Discusión

La compañía de modelos sociales con experiencia en pastoreo-ramoneo de sistemas con vegetación mixta realmente no alteró el tiempo que las terneras dedicaron a pastar; a su vez, aparentemente la disponibilidad y la estructura física del forraje en el sistema en estudio no impusieron restricciones sobre la ingestión de alimento que implicara mayores tiempos de pastoreo, como sucede en ambientes donde el forraje es poco accesible y escaso. El tiempo dedicado al pastoreo (5.3 a 7.0 h) por las terneras en este estudio, es similar a los reportados por becerros que pastorean en praderas de zacates, Contreras (2004) reporta 5.64 h d⁻¹ en becerros con edad promedio de 4.5 meses y Gregorini *et al.* (2005) reporta 4.6 a 5.5 h d⁻¹. Sin embargo, los resultados en tiempo de pastoreo, son ligeramente diferentes a los reportados por Silva *et al.* (2005), debido a que las terneras en su estudio recibieron suplementación alimenticia. Los tiempos dedicados a descansar, rumiar y caminar también fueron similares en estos estudios. Se puede asumir que cuando el forraje es abundante, aunque las fuentes de forraje y su estructura física son distintas a la de un pastizal (como en este estudio), tomará a los animales el mismo tiempo cosechar la cantidad de materia seca requerida según su edad y estado fisiológico, independientemente de la compañía de pares con experiencia.

Para el número de bocados min⁻¹, los resultados observados refuerzan la idea de que animales que son introducidos en sitios con diversidad de especies con potencial forrajero, requieren de un determinado tiempo para adaptarse (Olson *et al.*, 1996; Sutherland *et al.*, 2000) y alcanzar un número de bocados que les permita satisfacer sus necesidades de materia seca durante el tiempo dedicado al pastoreo.

Las ganancias de peso fueron variables a través del tiempo y se observó la misma tendencia en ambos tratamientos. No hay una explicación precisa a la fluctuación del peso tan marcada, que en algunos periodos llegó a ser negativa, la disponibilidad de forraje y la calidad no pareció ser un factor que afectará esta variable. Por otro lado, los animales recorrían cierta distancia para tomar agua cuya pendiente era mayor en algunos potreros, que podría bajo ciertas circunstancias,

provocar desgaste físico y esto puede afectar la ganancia de peso. Las terneras que estuvieron acompañadas por los modelos sociales tuvieron ligeramente una menor ganancia de peso que sus compañeras, esto pudo haber sido debido parcialmente a la dominancia de los animales experimentados. Algunas investigaciones han demostrado que en la medida que los animales subordinados se aproximen a los dominantes, los animales subordinados pueden reducir la tasa de bocados, detener el consumo o moverse alrededor, pero rara vez pueden afectar considerablemente el comportamiento de los dominantes (Bennett *et al.*, 1985; Bennett y Holmes, 1987). Los movimientos de los modelos sociales, pudieron haber desplazado a los subordinados ocasionando que los modelos sociales tuvieran mayor libertad en la selección del sitio de pastoreo. Esto puede disminuir la cantidad y calidad de los recursos disponibles para los subordinados (Bennett *et al.*, 1985; Bennett y Holmes, 1987). Si la diferencia relativa en la utilización de los recursos es grande, los animales dominantes pueden ganar más peso (Broom y Leaver, 1978; Bennett y Holmes, 1987). No obstante, los resultados demuestran que el balance al final del estudio es positivo, es decir, hubo incremento de peso en el periodo de 12 semanas, lo cual demuestra la importancia y utilidad de sitios con vegetación secundaria asociada a las gramíneas, y que comúnmente son considerados sin valor para el ganado. Las ganancias de peso son bajas comparadas por las reportadas por Segura y González (1992) para animales entre 9 y 12 meses de edad pastoreando en zacates y suplementadas (337 a 592 gr d^{-1}), y las reportadas por Velázquez *et al.* (1999) en terneras *Bos taurus* x *Bos indicus* (213 gr d^{-1}) pastoreando en pastos tropicales. Sin embargo, otros estudios han reportado en beceras después del destete ganancia diarias de -0.095 y 0.024 gr d^{-1} en un periodo de 12 semanas (Sandoval, *et al.*, 2005), Obispo *et al.* (2001) reportan ganancia de pesos de 130 a 890 gr d^{-1} en beceras entre 9 y 10 meses de edad alimentadas con forraje de *Cynodon dactylon* y suplementados con fuentes proteicas. Además, las ganancias de peso de los modelos sociales, sugiere que animales adaptados tienen mayor capacidad para obtener su alimento que aquellos sin experiencia, y por lo tanto deben cubrir un periodo de adaptación que les permita tener un buen desempeño en estos tipos de vegetación. Estos sitios con alta diversidad de especies bajo un

manejo adecuado de los animales y de la vegetación, pueden ser una alternativa para el aprovechamiento de los recursos forrajeros nativos, a la vez que se conserva la biodiversidad.

La dieta de las terneras estuvo compuesta basicamente por especies o grupo de especies de mayor disponibilidad y accesibilidad en los potreros, tales como zacates, herbáceas como *Lippia dulcis*, *Blechum brownei*, *Sclerocarpus uniserialis*, *Lantana achyranthifolia*, *Calyptocarpus vialis*, algunas arbóreas leguminosas y no leguminosas como *Acacia farnesiana*, *Acacia cornigera*, *Adelia barbinervis*; un nivel de consumo más bajo para una gran diversidad de especies herbáceas, leñosas y semileñosas poco disponibles, pero con un buen valor forrajero (PC>10%; DIVMS>40%). Lo anterior indica que el factor disponibilidad del forraje provocó una alta preferencia por las especies más abundantes, y aun cuando no sean tan accesibles pero con un buen valor forrajero como *A. farnesiana*, *A. cornigera* y *Adelia barbinervis*. Diversas investigaciones coinciden en que la proporción de lo ofertado influye en la preferencia de consumo (Parsons *et al.*, 1994; Rutter *et al.*, 2004). Harvey *et al.* (2000) y Rook *et al.* (2002), mencionan que la relativa disponibilidad de trébol afecta la proporción del trébol incluido en la dieta, la proporción del trébol en la dieta de ovinos disminuye conforme la disponibilidad disminuye. La alta diversidad de especies que las terneras incluyeron en su dieta indica que aun cuando los bovinos no son preferentemente consumidores de herbáceas y leñosas, pueden llegar a incluir en su dieta una gran diversidad de especies si son puestos en ambientes de pastoreo donde se les permita cosechar su propio alimento, tratando de balancear sus requerimientos nutricionales.

El consumo fue inicialmente alto para algunas especies de plantas y decreció conforme transcurrieron los días; y para algunas otras especies o grupos fue bajo al inicio y aumentó a través del tiempo. Estos cambios en el consumo regularmente son ocasionados por la palatabilidad, el desarrollo fenológico de la planta, el contenido energético y nutricional, o la concentración de compuestos antinutricionales en las distintas especies. No existen referencias sobre la palatabilidad de las plantas encontradas en el sitio de estudio, y en este no se evaluó

la presencia de compuestos antinutricionales como para relacionar las distintas respuestas, sin embargo, Provenza (1996) y Villalba y Provenza (2000) mencionan que, cuando el animal percibe saciedad de energía, nutrientes o toxinas, disminuirá el consumo de estos componentes en las subsecuentes comidas o en el transcurso de los días, permitiendo también el consumo de otras especies. Algunas especies como *Trema micrantha*, *Croton reflexifolius*, *Guazuma ulmifolia*, *Diphysa floribunda*, *Malvaviscus arboreus*, *Capraria biflora*, *Calliandra houstoniana* fueron altamente preferidas por las terneras pero contribuyeron poco en la composición de la dieta, debido a que su disponibilidad fue baja. Dado las observaciones en campo y valor forrajero de estas especies, es de suponerse que con alta disponibilidad, pueden llegar a incluirse en una mayor proporción en la dieta de los bovinos en apacentamiento sobre vegetación secundaria.

La diferencia observada entre el grupo de terneras acompañadas con y sin modelos sociales, sugiere que los animales pueden aprender a incluir una mayor proporción de las especies semileñosas y leñosas cuando son acompañados en pastoreo con animales que han tenido previa experiencia en sitios con diversidad de especies forrajeras. Este resultado soporta la idea de que el aprendizaje en la selección de la dieta, indudablemente mejora el desempeño de los animales cuando pastorean en sitios de vegetación secundaria y que el comportamiento productivo de los animales cuando lleguen a ser adultos sea mejor. Otras investigaciones han demostrado que la exposición temprana a ciertos alimentos o forraje puede incrementar el consumo de estas especies en la vida futura (Ramos y Tennessen, 1992; Launchbaugh y Provenza, 1994). En este contexto, Howery *et al.* (1998) menciona que la experiencia a temprana edad en la vida afecta la distribución del ganado en agostadero y que los cambios en el comportamiento se desarrollarán acorde a los antecedente y experiencias individuales y acorde a las condiciones sociales y ambientales que predominen. Además una estrategia adicional cuando los bovinos consumen gran diversidad de especies en la dieta es que, principalmente la vegetación leñosa y semileñosa pueden inducir una reducción en los problemas causados por parásitos internos debido a efectos directos de los taninos sobre las

larvas de los parásitos en rumiantes (Min *et al.*, 2003) y la disminución de la infestación de larvas por medio de la ingesta debido a la morfología de las plantas (Barry *et al.*, 2002).

3.5. Conclusiones e implicaciones

La alta disponibilidad de biomasa y gran diversidad de especies encontradas en el área de estudio contribuyeron a una mayor selección de especies de plantas en la dieta de las terneras, independientemente del tratamiento. El tener un sitio con familias de vegetaciones distintas, dará la oportunidad de que los bovinos tengan disponibilidad de consumir otras plantas al final de la época de pastoreo (de lluvias). La inclusión de modelos sociales no afectó los tiempos que las terneras sin experiencia en vegetación secundaria dedicaron a descansar, pastar, caminar, y rumiar; y tampoco afectaron el número de bocados cosechados por minuto por animal, sin embargo se observó al inicio un incremento en el número de bocados a través del tiempo para ambos tratamientos. Aún cuando las ganancias de peso no fueron las adecuadas, el sistema de pastoreo con alta diversidad de especies permitió el desarrollo de las terneras y puede evitar las pérdidas de peso aun sin la presencia de modelos sociales.

Se encontró que los modelos sociales influyeron en la selección de la dieta, la proporción en la selección de la dieta fueron diferentes entre los tratamientos, por lo que los animales pueden aprender a incluir una mayor proporción de las especies semileñosas y leñosas cuando son acompañados en apacentamiento con animales que han tenido previa experiencia en sitios con diversidad de especies forrajeras. En total los animales de ambos tratamientos incluyeron en su dieta 56 especies herbáceas (no incluye zacates), leñosas y semileñosas. También hay un efecto de los modelos sociales sobre la evolución del consumo a través del tiempo, se observó menor número de especies en el que aumentó o disminuyó el consumo en el grupo de terneras acompañadas por modelos sociales. El período de adaptación es relativamente corto para que los animales seleccionen su dieta de acuerdo a sus preferencias, bajo las condiciones fisiográficas, cambios en el ambiente y estructura de la vegetación en que se desarrolló éste estudio. Además en estos sitios de vegetación secundaria existe una gran diversidad de especies que forman parte de la dieta los bovinos, y muchas de estas especies son aún desconocidas por los productores

4. Literatura citada

- Anderson, D.M., Holechek, J.L. 1983. Diets obtained from esophageally fistulated heifers and steers simultaneously grazing semidesert tobosa rangeland. Proc. West. Sec. Amer. Sci. 34:161-164.
- AOAC. 1990. Official methods of analysis of the association of official analytical chemist. Vol 1.15th ed. Asso. Offic. Anal. Chem. Washington, D.C. pp. 69-88.
- Arnold, G.W., Maller, R.A. 1974. Some aspects of competition between sheep for supplementary feed. Anim. Prod. 19, 309-314.
- Babu, L.K., Pandey, H.N., Sahoo, A. 2004. Effect of individual versus group rearing on ethological and physiological responses of crossbred calves. Appl. Anim. Behav. Sci. 87, 177-191.
- Bailey, D.W., Gross, J.E., Laca, E.A. Rittenhouse, L.R., Coughenhour, M.B., Swift, D.M., and Sims, P.L. 1996. Mechanisms that result in large herbivore grazing distribution patterns. J. Range Manage. 49:386-400.
- Bailey, D.W., Kress, D.D., Anderson, D.C., Boss, D.L., Miller, E.T. 2001. Relationship between terrain use and performance of beef cows grazing foothill rangeland. J. Anim. Sci. 79:1883–1891.
- Bailey, D. W., Van Wagoner, H.C., and Weinmeister, R. 2006. Individual animal selection has the potencial to improve uniformity of grazing on foothill rangeland. Rangeland Ecology & Management 59: 351-358.
- Barry, T.N., Hoskin, S.O., Wilson, P.R. 2002. Novel forages for growth and health in farmed deer. New Zealand Veterinary Journal 50, 244-251.
- Bedell, T.E. 1968. Seasonal forage preferences of grazing cattle and sheep in western Oregon. J. Range Manage. 21: 291-297.

- Bennett, I.L., Finch, V.A., Holmes, C.R. 1985. Time spent in shed and its relationship with physiological factors of thermoregulation in three breeds of cattle. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 13, 227-236.
- Bennett, I.L., Holmes, C.R. 1987. Formation of feeding order in a group of cattle and its relationship with grazing behaviour, heat-tolerance and production. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 17, 9-18.
- Betancourt, K., Ibrahim, M., Villanueva, C., Vargas, B. 2005. Efecto de la cobertura arbórea sobre el comportamiento animal en fincas ganaderas de doble propósito en Matiguas, Matagalpa, Nicaragua. *Livestock Research for Rural Development* 17. <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd17/7/beta17081.htm>. Accesado Marzo 19, 2008.
- Bonham, C.D., 1988. *Measurements for terrestrial vegetation*. John Wiley and Sons. New York, USA. pp. 33-40.
- Bouissou, M.F. Boissy, A. 2005. Le comportement social des bovins et ses conséquences en élevage. *Prod. Anim.* 18: 87-99.
- Broom, D.M., Leaver, J.D. 1978. Effects of group-rearing or partial isolation on later social behaviour of calves. *Animal Behaviour* 26, 1255-1263.
- Broom, D.M. 1991. Animal welfare: concepts and measurement. *J. Anim. Sci.* 69:4167-4175
- Carranza-Montaña, M.A., Sánchez-Velásquez, L.R., Pineda-López, M.R., Cuevas-Guzmán, R. 2003. Calidad y potencial forrajero de especies del bosque tropical caducifolio de la sierra de Manantlán, México. *Agrociencia* 37, 203-210.
- Chatterton, N.J., Goodin, J.R., Mckell, C.M., Parker, R.V., Rible, J.M. 1971. Monthly Variation in the Chemical Composition of Desert Saltbush. *Journal of Range Manage.* 24:37-40.

- Contreras, G.S. 2004. Cambio en la conducta de pastoreo de becerros criollo lechero tropical y sus cruzas con ganado *Bos taurus* x *Bos indicus*. Tesis profesional. Instituto Tecnológico Agropecuario No. 18. Ursulo Galvan, Veracruz.
- Cruz, P. 1997. Effect of shade on the growth and mineral nutrition of a C4 perennial grass under field conditions. *Plant and soil* 188:227-237.
- Dobson, A.J. 2002. An introduction to generalized linear models. 2nd ed. Chapman & Hall/CRC. Boca Raton, Florida, USA. 225 p.
- Dumont, B., and Gordon, J. 2003. Diet selection and intake within sites and across landscapes. In: Proceeding of the VI International Symposium on the Nutrition of Herbivores, Mérida, México, 19-24 October 2003. 't Mannelje, L., Ramírez-Avilés, L., Sandoval-Castro, C., Ku-Vera, J.C. (Eds.). pp. 175-194.
- Dumont, B., Boissy, A., Achard, C., Sibbald, A.M., and Erhard, H.W. 2005. Consistency of animal order in spontaneous group movement allows the measurement of leadership in a group of grazing heifers. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 95: 55-66.
- Dwyer, C.M., Lawrence, A.B. 2000. Effect of maternal genotype and behaviour on the behavioural development of their offspring in sheep. *Behaviour* 137:1629–1654.
- Emmans, G.C. 1991. Diet selection by animals: Theory and experimental designs. *Proc. Nut. Soc.* 50:59-64.
- Everitt, J.H., Gonzalez, C.L., Scott, G., Dahl, B.E. 1981. Seasonal food preference of cattle of native range in the south Texas plains. *J. Range Manage.* 34, 384-388.
- Fontaine, A.L., Kennedy, P.L., Johnson, D.H. 2004. Effects of distance from cattle water developements on grassland birds. *J. Range Manage.* 57: 238-242.
- Galef, B.G. 1982. Studies in social learning in Norway rats: a brief review. *Developmental Psychobiology* 15: 279-295.

- Galt, H. D., Theurer, B., Martin, S.C. 1982. Botanical composition of steer diets on mesquite and mesquite-free desert grassland. *J. Range Manage.* 35: 320-325.
- Ganskopp, D., and Cruz, R. 1999. Selective differences between naive and experienced cattle foraging among eight grasses. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 62, 293-303.
- Ganskopp, D., Svejcar, T., Vavra, M. 2004. Livestock forage conditioning: Bluebunch wheatgrass, idaho fescue, and bottlerbrush squirreltail. *J. Range Manage.* 57: 384-392.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). 4^a ed. México D.F. 217 p.
- Garcia, J. 1989. Food for Tolman: Cognition and cathexis in concert. *In: Aversion, avoidance and anxiety.* T. Archer and L. Nilsson (eds.), Hillsdale, N.J. pp.45-85.
- Gómez-Pompa, A. 1980. Ecología de la Vegetación del estado de Veracruz. Instituto de Investigaciones sobre Recursos Bióticos, A.C. Xalapa, Veracruz. Editorial CECSA. México. pp. 57-58.
- Gregorini, P., Eirin, M., Agnelli, M.L., Refi, R., Ursino, M., Ansin, O.Z. 2005. Efecto del momento de asignación diaria de la pasture en el patrón diario de pastoreo de vaquillonas Aberdeen Angus. www.ipcva.com.ar/Files/capa28/NA15.pdf. Accesado Marzo 19, 2008.
- Grings, E. E., Short, R.E., Haferkamp, M.R., Heitschmidt, R.K. 2001. Animal age and sex effects on diets of grazing cattle. *J. Range Manage.* 54: 77-81.
- Gutiérrez, A.J.L. 1991. Nutrición de rumiantes en pastoreo. Departamento editorial de la Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, Chih. pp. 31-84.

- Harvey, A., Parsons, A.J., Rook, A.J., Penning, P.D., Orr, R.J. 2000. Dietary preference of sheep for perennial ryegrass and white clover at contrasting sward surface heights. *Grass Forages Sci.* 55, 242-252.
- Heady, H. F. 1964. Palatability of herbage and animal preference. *J Range Manage.* 17:76-82.
- Howery, L.D., Provenza, F.D., Banner, R.E., Scott, C.B. 1998. Social and environmental factors influence cattle distribution on rangeland. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 55, 231-244.
- INEGI. 2007. Compendio estadístico de la producción pecuaria. <http://www.inegi.gob.mx/lib/buscador/busqueda.aspx?s=inegi&textoBus=Compendio%20estadístico%20de%20la%20producción%20pecuaria&i=&e=&seccionBus=docit>. Accesado diciembre 2007.
- Izaguirre-Flores F., Martínez-Tinajero, J.J., Sánchez-Orozco, L., Ramón-Castro, M.A., Pérez-Hernández, P., Martínez-Priego, G. 2007. Influencia del amamantamiento y presencia del toro en el comportamiento productivo y reproductivo de vacas pardo suizo en el trópico húmedo. *Rev. Cient- Fac. Cien. V. XVII*, 614-620.
- Jensen, M.B., Vestergaard, K.S., Krohn, C.C. 1998. Play behaviour in dairy calves kept in pens: the effect of social contact and space allowance. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 56, 97-108.
- Laca, E. A., Distel, R.A., Griggs, T.C., Demments, M.W. 1994. Effects of canopy structure on patch depression by grazers. *Ecology.* 75, 706-716.
- Launchbaugh, K.L., and Provenza, F.D. 1994. The effect of flavor concentration and toxin dose on the formation and generalization of flavor aversions in lambs. *J. Anim. Sci.* 72, 10-13.

- Launchbaugh, K.L., Walker, J.W., Taylor, C.A. 1999. Foraging Behavior: experience or inheritance? *In*: Editors: K.L. Launchbaugh, K.D. Sanders, J.C. Mosley, *Grazing Behavior of Livestock and Wildlife 1999*. Idaho Forest, Wildlife & Range Exp. Sta. Bull. #70, Univ. of Idaho, Moscow, ID. pp. 28-35.
- Le Du Y. L. P., Baker, R.D. 1981. The digestibility of herbage selected by esophageally fistulated cows, steers calves and wether sheep when strip-grazing together. *Grass and Forage Sci.* 36: 237-239.
- Lécrivain, E., Abreu da Silva, M., Demarquet, F., Lasseur, J. 1996. Influence du mode d'élevage des agnelles de renouvellement sur leur comportement au pâturage et leurs performances zootechniques. *Renc. Rech. Ruminants* 3, 249-252.
- Min, B.R., Barry, T.N., Attwood, G.T., McNabb, W.C. 2003. The effects of condensed tannins on the nutrition and health of ruminants fed fresh temperate forages: a review. *Anim. Feed Sci. Tech.* 106, 3-19.
- Obispo, N.E., Pares, P., Hidalgo, C., Palma, J., Godoy, S. 2001. Consumo de forraje y ganancia diaria de peso en bovinos de carne en crecimiento suplementados con fuentes proteicas. *Zootecnia Trop.* 19(3), 423-442.
- Olson, B.E., Wallander, R.T., Thomas, V.M., Kott, R.W. 1996. Effect of previous experience on sheep grazing leafy spurge. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 50, 161-176.
- Parsons, A.J., Newman, J.A., Penning, P.D., Harvey, A., Orr, R.J. 1994. Diet preference of sheep: effects of recent diet, physiological state and species abundance. *J. Anim. Ecol.* 63, 465-478.
- Parsons, C.T., Momont, P.A., Delcurto, T., Mcinnis, M., Porath, M.L. 2003. Cattle distribution patterns and vegetation use in mountain riparian areas. *J. Range Manage.* 56: 334-341.

- Pérez-Hernández, P., García-Winder, M., and Gallegos-Sánchez, J. 2002. Postpartum anoestrus is reduced by increasing the within-day milking to sucking interval in dual purpose cows. *Anim. Reprod. Sci.* 73, 159-168.
- Phillips, C.J.C., and Youssef M.Y.I. 2003. The effect of previous experience of four pasture species on the grazing behaviour of ewes and their lambs. *Anim. Sci.* 77, 329-333.
- Provenza, F.D., Pfister, J.A., Cheney, C.D. 1992. Mechanisms of learning in diet selection with reference to phytotoxicosis in herbivores. *J. Range Manage.* 54:36-45.
- Provenza, F.D. 1995. Postingestive feedback as an elementary determinant of food preference and intake in ruminants. *J. Range Manage.* 48:2-17.
- Provenza, F.D. 1996. Acquired aversions as the basis for varied diets of ruminants foraging on rangelands. *J. Anim. Sci.* 74: 2010-2020.
- Provenza, F.D., Villalba, J.J., Haskell, J., MacAdam, J.W., Griggs, T.C., Wiedmeier, R.D. 2007. The value to herbivores of plant physical and chemical diversity in time and space. *Crop Sci.* 47:382-398.
- R Foundation for Statistical Computing. 2007. The R Project for Statistical Computing, version 2.6.1. Accesado Noviembre 2, 2007.
- Ramos, A., and Tennessen, T. 1992. Effects of previous grazing experience on the grazing behaviour of lambs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 33, 43-52.
- Rogers, P.J., Blundell, J.E. 1991. Mechanisms of diet selection: the translation of needs into behaviour. *Proc. Nut. Soc.* 50:65-70.
- Rook, A.J., Harvey, A., Parsons, A.J., Penning, P.D., Orr, R.J. 2002. Effects of long-term changes in relative resource availability on dietary preference of grazing sheep for perennial ryegrass and white clover. *Grass Forage Sci.* 57, 54-60.

- Rosiere, R. E., Beck, R.F., Wallace, J.D. 1975. Cattle diet on semidesert grassland: botanical composition. *J. Range Manage.* 28: 89-93.
- Rutter, S.M., Orr, R.J., Yarrow, N.H., Champion, R.A. 2004. Dietary preference of dairy heifers grazing ryegrass and white clover, with and without an anti-bloat treatment. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 85, 1-10.
- Rutter, S. M. 2006. Diet preferentce for grass and legumes in free-ranging domestic sheep and cattle: current theory and future application. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 97: 17-35.
- SAGARPA. 2008. http://www.siea.sagarpa.gob.mx/ar_compec_principal.html. Accesado enero de 2008.
- Sanders, K. D., Dahl, B. E., and Scott, G. 1980. Bite-Count versus fecal analysis for range animal diets. *J. Range Manage.* 33:146-149.
- SAS/STAT. 2004. SAS systems for windows. Version 9.1. SAS Institute Inc., Campus Drive, Cary, North Carolina 27513.
- Scheaffer, R.L., Mendenhall, W., Ott, L. 1995. Elementary survey sampling. Fifth Edition, Duxbury Press. Belmont, CA. 501 p.
- Short, J.J., Knight, J.E. 2003. Fall grazing affects big game forage on rough fescue grasland. *J. Range Manage.* 56: 213-217.
- SIAP. 2008. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. <http://www.siap.gob.mx/Integracion/EstadisticaBasica/Pecuario/Anuario.php>. Accesado febrero 2008.
- Silva, R.R., Carvalho, G.G.P., Magalhães, A.P., Silva, F.F., Prado, I.N., Franco, I.L., Veloso, C.M., Chaves, M.A., Panizza, J.C.J. 2005. Comportamento ingestivo de novilhas mestiças de holandês em pastejo. *Arch. Zootec.* 54, 63-74.

- Sosa, R.E.E., Sansores, L.L.I., Zapata, B.G. de J. Ortega, R.L., 2000. Composición botánica y valor nutricional de la dieta de bovinos en un área de vegetación secundaria en Quintana Roo. *Téc Pecu Méx*; 38(2), 105-117.
- Sosa, R.E.E., Pérez R.D., Ortega R.L., Zapata B.G. 2004. Evaluación del potencial forrajero de árboles y arbustos tropicales para alimentación de ovinos. *Téc Pecu Méx*; 42(2), 129-144.
- Sutherland, R.D., Betteridge, K., Fordham, R.A., Stafford, K.J., Costall, D.A. 2000. Rearing conditions for lambs may increase tansy ragwort grazing. *Journal of Range Management* 53, 432–436.
- Tilley, J.M.A., Terry, R.A. 1963. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *Grass and Forage Sci.* 18(2), 104-111.
- Van Rees, H., Holmes, J.H.G. 1986. The botanical composition of the diet of free-ranging cattle on an alpine range in Australia. *J. Range Manage.* 39: 392-395.
- Van Soest, P.J., Robertson, J., Lewis, B. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74, 3583-3597.
- Vermeire, L.T., Mitchell, R.B., Fuhledore, S.D., Gillen, R.L. 2004. Patch burning effects on grazing distribution. *J. Range Manage.* 57: 248-252.
- Vidal, B.J., Valdez, H.M., Torres, C.G. 2007. El cambio climático global. Universidad Autónoma Chapingo. Extensión al Campo. Año 1, Núm.05. 40-52.
- Villalba, J.J., and Provenza, F.D. 1999. Effects of food structure and nutritional quality and animal nutritional state on intake behaviour and food preferences of Sheep. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 63. 145-163.

Villalba, J.J., Provenza, F.D. 2000. Postingestive feedback from starch influences the ingestive behaviour of sheep consuming wheat straw. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 66, 49-63.

Weixelman, D.A., Zamudio, D.C., Zamudio, K.A., Tausch, R.J. 1997. Classifying ecological types and evaluating site degradation. *J. Range Manage.* 50:315-321.

Westoby, M. 1974. An analysis of diet selection by large generalist herbivores. *Am. Nat.* 108, No. 961: 290-304.