



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE AGRONOMÍA

MEMORIA DE TÍTULO

**EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON MORERA (*Morus alba*) A CABRAS,
EN EL ÚLTIMO TERCIO DE LACTANCIA, SOBRE LA PRODUCCIÓN Y
COMPOSICIÓN LÁCTEA.**

RODRIGO ALEJANDRO RETAMAL CONTRERAS

SANTIAGO, CHILE

2006

**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE AGRONOMÍA**

**EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON MORERA (*Morus alba*) A CABRAS,
EN EL ÚLTIMO TERCIO DE LACTANCIA, SOBRE LA PRODUCCIÓN Y
COMPOSICIÓN LÁCTEA.**

Memoria para optar al Título
Profesional de Ingeniero Agrónomo
Mención: Producción Animal.

RODRIGO ALEJANDRO RETAMAL CONTRERAS

PROFESORES GUÍAS

Calificaciones

Sr. Héctor Manterola B.
Ingeniero Agrónomo, M.S.

Srta. Dina Cerda A.
Químico Laboratorista.

PROFESORES CONSEJEROS

Sr. Patricio Azócar C.
Ingeniero Agrónomo, M.S.

Sra. Susana Muñoz M.
Ingeniero Agrónomo, M.S.

SANTIAGO, CHILE

2006

AGRADECIMIENTOS

- Hago solemnes e infinitos agradecimientos a mi familia. Agradezco a mi mamá por todos sus esfuerzos laborales y familiares para ayudarme a alcanzar tan anhelada meta; agradezco a mi papá, quien tuvo mañanas frías de invierno y tardes infinitas de sol acarreadas en sus espaldas; agradezco también a mi hermana Claudia y todas esas historias y anécdotas que nos hicieron reír en torno a una tasa de té mientras estudiaba.
- Agradezco a la familia Garay García, quienes me han apoyado siempre. Oscar gracias por el computador!!, Diana gracias por esas conversaciones gratas y divertidas, Sra. Esperanza gracias por toda la hospitalidad de su hogar, Don Patricio gracias por esas conversaciones de la vida, y agradezco con especial delicadeza a Jimena, quien me ha apoyado en todo momento y ha sido puente, trampolín y camino de mi vida.
- Agradezco a mis profesores guías Sr. Héctor Manterola. Gracias por sus conversaciones llenas de consejos, los cuales han contribuido a mi formación personal y profesional. A la Srta. Dina Cerda. Gracias por sus consejos, retos y críticas, las cuales siempre me fueron entregadas con cariño y aprecio. Gracias por los desayunos!!.
- Agradezco a los profesores Sra. Susana Muñoz, quién me apoyó con sus aportes técnicos e ideas. A Don Patricio Azócar, Gracias por su apoyo y orientación en el desarrollo de este trabajo.
- Agradezco a Don Hugo Jiménez, Sitzy López, Cristian Meneses, Viviana Pérez y Raquel Becerra, quienes me ayudaron mucho en el desarrollo de este trabajo.
- Agradezco a Gilda Gómez, Marisol Lobos, Paulina Sauma. Les agradezco la tremenda ayuda brindada. Gracias por ese gran don de gente.
- A la familia Vera Vargas, gracias por esos 16 años de amistad (y es sólo el comienzo!!).
- Finalmente, agradezco a todas aquellas personas que no alcancé a incluir es estas estrechas líneas, pero no les quepa duda que la vida les agradecerá, por todo lo que alguna vez.....compartimos.

INDICE

| | Páginas |
|--|----------------|
| RESUMEN | 1 |
| Palabras clave | 1 |
| ABSTRACT | 2 |
| Key words | 2 |
| INTRODUCCIÓN | 3 |
| Hipótesis | 5 |
| Objetivo general | 5 |
| Objetivos específicos | 5 |
| REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA | 6 |
| Antecedentes generales | 6 |
| Cultivo de la morera (<i>Morus sp</i>) | 7 |
| Composición química y valor nutritivo | 8 |
| Uso de morera en alimentación de rumiantes | 11 |
| MATERIALES Y MÉTODOS | 13 |
| Lugar y duración del estudio | 13 |
| Material de estudio | 13 |
| Animales | 13 |
| Material Vegetal | 13 |
| Instalaciones y equipamiento | 14 |
| Método | 15 |
| Controles | 16 |
| Consumo de morera y heno de alfalfa | 16 |
| Producción de leche por tratamiento | 16 |
| Producción de leche Individual en cada tratamiento | 16 |

III

| | |
|--|-----------|
| Peso vivo (PV) de las cabras | 16 |
| Consumo de agua | 16 |
| Determinaciones | 17 |
| Composición química de la leche | 17 |
| Composición química de los suplementos | 17 |
| a) Proteína Bruta (PB) | 17 |
| b) Digestibilidad Aparente de la Materia Seca (DAPMS) | 17 |
| c) Pared Celular (FDN) | 17 |
| d) Energía Bruta (EB) | 17 |
| Diseño experimental | 18 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 20 |
| Análisis de los suplementos | 20 |
| Características nutritivas de los suplementos | 20 |
| Consumos de los suplementos | 24 |
| Consumo de Materia Seca (MS) | 24 |
| Consumo de Energía Metabolizable (EM) | 26 |
| Consumo de Proteína Bruta (PB) | 28 |
| Consumo de MS Digestible | 30 |
| Consumo de Fibra Detergente Neutro (FDN) | 31 |
| Consumo de agua | 33 |
| Efecto de la inclusión de morera sobre la producción de leche | 34 |
| Efectos de la inclusión de morera sobre la composición química de la leche | 38 |
| Sólidos totales | 38 |
| Proteína de la leche | 39 |
| Efectos de la inclusión de morera sobre el Peso Vivo (PV) de los animales | 40 |
| CONCLUSIONES | 42 |
| BIBLIOGRAFÍA | 43 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|------------------|--|----|
| FIGURA 1 | Variación del contenido de Proteína Bruta (PB) en heno de alfalfa y morera. | 21 |
| FIGURA 2 | Variación de Digestibilidad Aparente de la Materia Seca (DAPMS) en heno de alfalfa y morera. | 21 |
| FIGURA 3 | Variación del contenido de Fibra de Detergente Neutro (FDN) en heno de alfalfa y morera. | 22 |
| FIGURA 4 | Valores de Energía Metabolizable (EM) en heno de alfalfa y morera. | 24 |
| FIGURA 5 | Evolución del consumo de Materia Seca en tratamientos con morera y heno de alfalfa. | 25 |
| FIGURA 6 | Consumo total de suplementos en ambos tratamientos. | 26 |
| FIGURA 7 | Evolución en el consumo de Energía Metabolizable en tratamientos y heno de alfalfa. | 27 |
| FIGURA 8 | Consumo total de EM en tratamientos suplementados con heno de alfalfa y morera. | 28 |
| FIGURA 9 | Evolución del consumo de Proteína Bruta en tratamientos con morera y heno de alfalfa. | 29 |
| FIGURA 10 | Consumo total de PB en tratamientos suplementados con heno de alfalfa y morera. | 29 |
| FIGURA 11 | Evolución en el consumo de Materia Seca Digestible en tratamientos suplementados con heno de alfalfa y morera. | 30 |
| FIGURA 12 | Consumo total de MS Digestible en tratamientos suplementados con heno de alfalfa y morera. | 31 |
| FIGURA 13 | Evolución del consumo de Fibra Detergente Neutro en tratamientos suplementados con heno de alfalfa y morera. | 32 |

| | | |
|------------------|--|----|
| FIGURA 14 | Consumo total de FDN en tratamientos suplementados con heno de alfalfa y morera. | 33 |
| FIGURA 15 | Evolución de la producción de leche en tratamientos suplementados con heno de alfalfa y morera. | 35 |
| FIGURA 16 | Producciones totales de leche fluida y sólidos totales en tratamientos con heno de alfalfa y morera. | 37 |
| FIGURA 17 | Variación de sólidos totales de la leche en tratamientos con heno de alfalfa y morera. | 38 |
| FIGURA 18 | Producción de proteína total en la leche en los tratamientos suplementados con heno de alfalfa y morera. | 39 |
| FIGURA 19 | Evolución del peso de vivo de los animales, a través del ensayo. | 41 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | | |
|-----------------|---|----|
| CUADRO 1 | Efecto de sustitución de concentrado por follaje de Morera (<i>Morus alba</i>) sobre producción de leche y el consumo en vacas Holstein, pastoreando Kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i>). | 12 |
| CUADRO 2 | Consumo promedio de agua en los animales a través del ensayo. | 34 |
| CUADRO 3 | Variación de la producción de leche fluida y sólidos totales en cabras alimentadas con diferentes suplementos en el último tercio de lactancia. | 36 |

RESÚMEN

El estudio se llevó a cabo en la Estación Experimental Germán Greve de la Universidad de Chile. Se evaluaron los efectos de la suplementación con morera (*Morus alba*) sobre la producción y composición de la leche en el último tercio de lactancia en cabras. Se utilizaron 30 cabras mestizas (F1), cruce de Anglo Nubian y Criolla que se encontraban en el último tercio de la lactancia, las que fueron asignadas a los tratamientos según edad, tipo de parto y progenie. Dado que el grupo de animales presentó cuatro factores de variación: biotipo, fecha de parto, edad y número de parto, los animales fueron agrupados en éstas variables, de modo que cada grupo quedara representado en igual magnitud. Los subgrupos resultantes se asignaron al azar en los tratamientos experimentales que fueron: a) T0, dieta en base a heno de alfalfa y b) T1, dieta basada en hojas y tallos de morera. Las cabras permanecieron en el ensayo 60 días. El forraje se suministró en forma fresca picada. Se recolectaron muestras del material ofrecido y rechazado para el análisis de los suplementos (digestibilidad aparente de la materia seca, proteína bruta, fibra detergente neutro y energía metabolizable). También se realizó un control lechero donde se evaluó: producción de leche por tratamiento, proteína y sólidos totales de la leche. Por último, se determinó ganancias de peso en los animales sometidos a los tratamientos. Se observaron diferencias significativas ($P < 0,05$) para producción de leche, pero no hubo diferencias para el consumo de materia seca ni composición química de la leche. Los registros de producción mostraron diferencias entre tratamientos, se encontró diferencias significativas de una mejor respuesta de las cabras alimentadas con morera. Los resultados sobre el peso vivo de las cabras reflejaron que hubo diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$) en el cambio de peso al final del experimento con el tratamiento suplementario de morera.

Palabras claves: *Morus alba*, morera, leche de cabra, composición de la leche, cabras.

ABSTRACT

The study was carried out in the Experimental Station German Greve University of Chile. The effects of supplementing with mulberry (*Morus alba*) on production and composition of milk in goats as evaluated. Thirty goats (F1), crosses of Anglian Nubian and Creole that were in the last third of lactation, were assigned to the treatments according to: strain, parturition data, age and number of parturition. The animals were grouped according to these variables, so that each group was represented. The experimental treatments were: a) T0, alfalfa hay as supplement b) T1, mulberry leaves and stems as supplement. The goats remained in the assay for 60 days. The forage was provided chopped fresh form. Samples of offered and rejected forage were collected for chemical analysis dry matter apparent digestibility, crude protein, neutral detergent fiber and metabolizable energy. Also a milk control was done to determine: milk production, protein and total solids in milk. Finally, live weight gains was determined in both treatments. Significant differences ($P<0.05$) for milk production was observed, but there was not differences for dry matter intake and milk chemical composition. The production registries showed differences between treatments, there were tendencies of one better answer of the goats fed with mulberry. Finally live weight showed statistically significant differences ($P<0.05$) in favour of the mulberry supplemented treatment.

Key words: *Morus alba*, mulberry, goat milk, milk composition, goats.

INTRODUCCIÓN

Dentro de los rubros pecuarios existentes, la producción de leche es, sin lugar a dudas, la más demandante en principios nutritivos (Manterola, 2005)¹. Esto se explica dado que el animal entrega diariamente una cantidad de nutrientes, entre los que destacan proteínas, carbohidratos, ácidos grasos y sales minerales. Por lo tanto el animal, debe tener acceso permanente a una fuente rica en principios nutritivos, para así sustentar la producción de leche (Manterola, 2005)¹.

La favorable aptitud de la cabra para la producción láctea, su facilidad de conversión alimenticia y sus índices de reproducción, entre otros, hacen que su explotación sea una alternativa para muchos productores a pequeña o gran escala, especialmente en regiones con limitados recursos forrajeros y con restricciones de área e instalaciones (Elizondo, 2004).

En Chile, la crianza de cabras para producción de leche ha estado radicada en la zona centro-norte del país, en un ambiente semi-árido y realizada en condiciones extensivas (Burrows, 2005). En las zonas áridas y semiáridas, los pastizales utilizados están caracterizados por marcadas fluctuaciones anuales, estacionalidad en la producción y en la calidad del forraje (Azócar y Lailhacar, 1990). Consecuentemente, es necesario suplementar a los animales con alimentos de bajo costo que otorguen energía y proteína en los períodos críticos, para extender el período de lactancia y mantener la producción (Azocar y Rojo, 1996).

Una posibilidad de suplemento son las praderas cultivadas, que pueden ser de alfalfa o mezcla de trébol blanco con ballica, que generan forraje de aproximadamente 12 a 15 ton·ha⁻¹·año⁻¹ de materia seca. Sin embargo, son cultivos de alto costo, que utilizan grandes

¹ Comunicación personal

extensiones de terrenos, además de la alta velocidad de crecimiento en verano y otoño que da como resultado una maduración explosiva, aumentando el contenido de fibra y lignina y disminuyendo la concentración proteica y digestibilidad de la materia orgánica, con una consecuente caída en el consumo voluntario (Sánchez, 2000).

Alternativamente, existen especies leñosas con producción de forraje de alta calidad (Arias, 2001) que permiten mejorar la dieta de los animales y disminuir el efecto de la época seca sobre la producción animal. Además, el hábito de ramoneo de la cabra, le permite satisfacer sus necesidades alimenticias, en aquellos lugares donde la disponibilidad de agua para producir forrajes es muy limitada (Agraz, 1981).

Estudios realizados durante los últimos diez años, destinados a explorar nuevas opciones y hacer de la ganadería una actividad más rentable y con una menor dependencia de insumos externos, señalan a la morera *Morus sp.* como una de las especies que ha mostrado mejores atributos para la producción de carne y leche en rumiantes, combinado con alimentos que aporten energía (Murillo *et al.*, 2000).

Asimismo, en Chile desde hace tres años se han llevado a cabo diversos estudios de introducción y adaptación de la morera como especie forrajera, dentro del marco del proyecto Fondef D 01 I 10 10 (Manterola, 2005)¹.

Así , considerando el alto valor nutritivo, palatabilidad y disponibilidad en nuestro país, la morera se presenta como una importante alternativa para la suplementación en la producción animal, especialmente en la época estival, cuando las praderas se caracterizan por su baja productividad y calidad insuficiente provocando una disminución de la producción de leche en caprinos.

Hipótesis

La suplementación con morera durante el último tercio de la lactancia en cabras provoca un aumento en la producción de leche y cambios en su composición nutritiva.

Objetivo general

Cuantificar el comportamiento productivo de cabras criollas al incluir morera en sus dietas.

Objetivos específicos

- Cuantificar y caracterizar el consumo de morera en cabras a pastoreo en pradera natural del secano interior, durante el último tercio de lactancia.

- Cuantificar el efecto del consumo de morera sobre la producción de leche durante el último tercio de lactancia.

- Cuantificar el efecto del consumo de morera durante el último tercio de lactancia, sobre la composición de la leche.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Antecedentes generales

La morera pertenece a la familia Moraceae y a la subclase Urticales. Es un árbol originario de Asia, del Himalaya (Soo-Ho *et al.*, 1990), que se ha adaptado a nuestro país especialmente para la producción de follaje. Su cultivo responde a variados rangos climáticos; desde el nivel del mar hasta 2000 m de altura, con temperaturas de 18 a 38°C y precipitaciones de 600 a 2500 mm (Ting-Zing *et al.*, 1988). Es asociada usualmente en la sericultura, específicamente en la alimentación del gusano de seda (*Bombyx mori*); (Sánchez, 2000).

Existe alrededor de 68 especies del género *Morus*, la mayoría de ellas se encuentran en Asia, especialmente en China y Japón, 24 y 19 especies respectivamente. También se registra existencia en el continente Americano, escasamente en África y Europa y, no está presente en Australia (Datta, 2002).

La morera en condiciones de crecimiento libre puede alcanzar hasta 12 m de altura. Se propaga muy bien por estacas de la parte lignificada de la rama y posee buena respuesta a la poda (Benavides, 1996; Pezo e Ibrahim, 1998; Sánchez, 2000), comportándose como arbusto perenne. El follaje que produce, bajo sistemas de poda, puede alcanzar 20 ton·ha⁻¹·año⁻¹ (Manterola, 1999). En lugares como India, China y Afganistán su follaje se utiliza en la alimentación de rumiantes, pero sólo a partir de los años ochenta comenzó el interés en su cultivo intensivo y uso en la alimentación de animales en producción (Datta, 2002).

Cultivo de la morera (*Morus sp.*)

El método de reproducción o multiplicación más conocido y practicado mundialmente es por estacas, pero en ciertos lugares se prefiere la semilla (Sánchez, 2000). Al compararla con otras forrajeras perennes, el sembrar por semilla probablemente asegura un sistema radicular más profundo con mayor capacidad para encontrar agua y nutrientes, que se reflejará en mayor productividad y más larga longevidad (Maldonado *et al.*, 2000). Sin embargo, las ventajas de la reproducción vegetativa (por estacas) son la garantía de las características productivas, la facilidad de obtención de material y la facilidad de siembra (Martín *et al.*, 1999).

Para la alimentación de los rumiantes, el método preferido de cosecha ha sido el corte de toda la planta o las ramas a mano, aunque se puede predecir que un corte mecánico sea usado en el futuro para facilitar la alimentación en fresco a grande escala o para el secado artificial (Sánchez, 2000). La conservación del forraje de morera por medio de ensilado se ha logrado con éxito (Vallejo *et al.*, 1992; González, 1999) y ha habido otros estudios preliminares en el secado de las hojas (Ojeda *et al.*, 1997).

El rendimiento de biomasa y la proporción de hojas varía con la especie y la variedad de morera. El clima (precipitación y radiación solar) y la fertilidad del suelo, son factores determinantes en la productividad (Espinoza y Benavides, 1999). Incrementando la densidad de siembra se aumentan los rendimientos en hojas (Gong *et al.*, 1995).

Rojas (2005), en sus estudios observó que la producción diaria promedio de MS por planta presenta un patrón de comportamiento similar al de producción de MS por superficie, con la salvedad que los valores más altos se registraron en una plantación a baja densidad (alta producción de MS/día/planta con corte a 90 días en baja densidad. El rendimiento fue de 2245 kg./ha aproximadamente.

Por otra parte, rendimientos de hojas frescas de hasta $40 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$, aproximadamente 10 ton de MS han sido reportadas en la India (Mehla *et al.*, 1987). Rendimientos de MS de las hojas y tallos tiernos de $45,2 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$, fueron obtenidos en Costa Rica (Sánchez, 2000). También Espinosa (1996), con diferentes variedades de morera obtuvo desde 14,1 a $25,4 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$. En Cuba, Martín *et al.* (1999), obtuvieron valores similares de $25 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$. Cosechas de materia seca de hojas de menos de $10 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$ se pueden esperar bajo condiciones de producción menos intensiva (Sánchez, 2000).

Rojas (2005) observó diferencias en la producción de MS por hectárea con diferentes frecuencias de corte, así observó que con frecuencias de corte de 90 días se obtiene aproximadamente un 11% más de MS por hectárea que a frecuencias más cortas. Asimismo, este efecto es más evidente si la densidad es baja (alrededor de un 44% más de MS /há, a 90 días).

Composición química y valor nutritivo de la Morera

Benavides (1991) señala que un árbol o arbusto puede ser calificado como forrajero, cuando reúne ventajas de tipo nutricional, de producción y de versatilidad agronómica sobre otros forrajes utilizados tradicionalmente.

Benavides (1996) afirma que el valor nutritivo de la morera es uno de los más altos encontrados en productos de origen vegetal, incluso superior a forrajes tradicionales como la alfalfa. Su biomasa posee niveles altos de proteína, siendo la más importante en las hojas de morera, la ribulosa-1,5-bifosfato carboxilasa (rubisco), cuyo sitio activo es responsable por la fijación de carbono (Kellogg y Juliano, 1997). El N en rubisco puede representar el 43% del total de N de la morera (Yamashita y Ohsawa, 1990). La composición de

aminoácidos esenciales (AAE) representa más del 46% de los (AA), semejante a la soya (Sánchez, 2000).

La proteína bruta (PB) en las hojas varía entre un 14 y 30% de la materia seca (MS) dependiendo de la variedad, edad de las hojas y condiciones de crecimiento (Yao *et al.*, 2000; Martín *et al.*, 2000; Sánchez, 2000). En áreas semiáridas Shayo (2000) ha reportado valores de PB del orden de un 8% de la MS. En general, los valores de PB pueden ser considerados similares a la mayoría de forrajes de leguminosas (Sánchez, 2000) encontrando sumas, para distintas especies de morera, desde 16,3% (Maldonado *et al.*, 2000), incluyendo 23% (Benavides, 1996) y llegando a valores de 26% (González, 1999).

Hernández (2003) encontró que, hojas en crecimiento se constituyeron como el órgano con mayor concentración de PB. En una segunda etapa de muestreo, la concentración de PB disminuyó con el avance de la madurez, obteniendo como promedios 22,4; 22,53 y 21, 79% de la MS en San José, Los Andes y Angostura respectivamente.

Rojas (2005) reportó diferencias en el valor nutritivo en las hojas de morera al combinar frecuencia de corte y densidad de plantación. Así describe valores de 15,1% mayor de PB en densidad media, respecto del valor de PB en densidad alta (para una misma frecuencia de corte). Sin embargo, la densidad baja tuvo un valor aún mayor (19,8%). La razón sería la competencia que ejercerían las hojas entre sí a altas densidades (hay mayor sombra), disminuyendo así sus tasas fotosintéticas.

El comportamiento descendente en el nivel de PB con el avance de la madurez, en tallos tiernos y estructuras reproductivas, también fue observado por Hernández (2003). Este descenso coincide con el aumento proporcional del contenido de MS en las mismas estructuras, durante el mismo periodo, lo que podría explicar el efecto del aumento de la concentración de otros componentes de la MS como carbohidratos estructurales, carbohidratos no estructurales, lípidos, minerales, AA libres, entre otros.

No sólo es importante la cantidad y composición nutritiva en un alimento, como lo son los altos contenidos de PB sino también, el grado de digestibilidad del alimento que determina la disponibilidad de los nutrientes para el animal (Elizondo y Boschini, 2002). Al respecto Shayo (2000) reportó valores de digestibilidad *in vitro* de morera que supera el 80%. Bajo el mismo esquema Sánchez (2000) ha reportado valores superiores al 90% para hojas de morera. Estos datos se asemejan a los obtenidos por Gómez, *et al* (1995), quien informa una elevada DMS *in vitro* en hojas, con un 92%, y para la planta entera un 78%. Por otra parte, Trujillo (2002) afirma que la digestibilidad en vástagos de morera es cercana al 50%. Según Cáceres (2001), estos valores alcanzan 28,7%, 23,0% y 80% para la MS, PB y DMS, respectivamente. Maldonado *et al.*, (2000) informa para la MS, una DIV de 86,05%. Mientras que Jegou *et al.*, (1994) reporta una DIVMS de 79% para la MS y 89% para la DIVPB.

Una de las cualidades principales de la morera como forraje es su alta palatabilidad. Sánchez, (2000), informa que los pequeños rumiantes consumen hojas y tallos tiernos frescos, aún cuando no hayan sido expuestos previamente. Si el forraje se les ha ofrecido entero, pueden arrancar la corteza de las ramas. En el caso de los bovinos consumen la totalidad de la biomasa si ésta está finamente molida (Sánchez, 2000).

Por otra parte, López *et al* (2000) afirma que en la medida que aumenta la proporción de paredes celulares, la obtención de coeficientes de digestibilidad relativamente constantes o incrementales concuerda en términos de la mayor capacidad de las especies rumiantes para utilizar los carbohidratos estructurales. Esto se explicaría a través de una posible adaptación de la microflora a los mayores aportes de celulosa y hemicelulosa que tienen las dietas con un mayor contenido de paja y por el hecho de que esta fracción normalmente es la más digestible entre los componentes de las paredes celulares.

También sorprende en esta especie vegetal su alto contenido de minerales con valores de cenizas de hasta 25% (Benavides, 1996). Los contenidos de Ca están entre 1,8 – 2,4% y de P entre 0,14 – 0,24% (Shayo, 1997). Sin embargo, en las variedades Criolla, Tigreada e

Indonesia; Espinoza y Benavides (1999) encontraron valores de 1,90% para el Ca y 0,38% para el P.

Uso de morera en alimentación de rumiantes

Aunque el alto valor de la morera para las vacas lecheras se ha reconocido desde hace tiempo en Italia (Vezzani, 1938; Maymore *et al.*, 1959) y se ha usado en forma tradicional en los países del Himalaya, la investigación de morera para rumiantes ha sido más bien escasa. Jayal y Kehar (1962), basados en los valores altos de digestibilidad de las hojas de *Morus indica*, sugirieron que la morera podría ser usada como suplemento a las dietas de forrajes de menor calidad.

Su comportamiento en animales ha sido estudiado, pero con mayor énfasis en rumiantes menores. En cabras lecheras, Rojas y Benavides (1994), encontraron que la producción de leche se incrementó en $0,5 \text{ kg}\cdot\text{animal}^{-1}\cdot\text{día}^{-1}$ cuando la suplementación de morera aumentó del 1,0% al 2,6% del peso vivo en base a MS.

En otros estudios de lechería caprina, se ha observado un efecto positivo en el nivel de producción de leche cuando se han utilizado distintos niveles de inclusión de morera en la dieta de los animales productivos. Al utilizarse amapola (*Malvaviscus arboreus*) junto con morera, se han alcanzado producciones de leche que van en un rango de $2,2$ y $4,0 \text{ kg}\cdot\text{d}^{-1}$, niveles que normalmente serían alcanzados con concentrados comerciales (Rojas y Benavides, 1994).

Oviedo (1995) al comparar el follaje de Morera con el concentrado, como suplemento a vacas en pastoreo, obtuvo un nivel de producción de leche similar ($13,2$ y $13,6 \text{ kg}\cdot\text{día}^{-1}$, respectivamente) para cada suplemento a iguales niveles de consumo de MS y muy superior al obtenido con sólo pastoreo ($11,3 \text{ kg}\cdot\text{día}^{-1}$).

Esquivel *et al.* , (1996), al reemplazar el concentrado por follaje de Morera tampoco encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) en la producción de leche de vacas Holstein en pastoreo y sin efectos apreciables en la calidad de la leche (Cuadro 2).

Cuadro 1. Efecto de sustitución de concentrado por follaje de morera (*Morus alba*) sobre la producción de leche y el consumo en vacas Holstein pastoreando Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*).

| Parámetro | Concentrado/Morera | | |
|--|--------------------|-------|-------|
| | 100/0 | 60/40 | 25/75 |
| Producción leche ($\text{kg} \cdot \text{d}^{-1}$) | 14,2 | 13,2 | 13,8 |
| Consumo Concentrado | 6,4 | 4,2 | 1,9 |
| Consumo Morera | 0 | 2,8 | 5,5 |
| Consumo Pradera | 9,3 | 7,8 | 6,2 |
| Consumo Total ($\text{MS} \cdot \text{d}^{-1}$) | 15,7 | 14,8 | 13,6 |

Fuente: Esquivel *et al.* 1996.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar y duración del estudio

El estudio se realizó en la Estación Experimental Germán Greve Silva (Rinconada de Maipú), específicamente en el módulo de Investigación en Producción de Caprinos. Los análisis químicos de forraje y de leche se efectuaron en el Laboratorio de Nutrición Animal, ambos centros dependientes del Departamento de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, ubicada en la comuna de La Pintana, Provincia de Santiago, Región Metropolitana. El estudio tuvo una duración de 60 días.

Materiales de estudio

Animales

Para la realización del ensayo se utilizaron 30 cabras mestizas (F1), cruce de Anglo Nubian y Criolla que se encontraban en el último tercio de la lactancia, las que fueron asignadas a los tratamientos según edad, tipo de parto y progenie.

Material vegetal

Los suplementos se obtuvieron de la misma Estación Experimental. El heno de alfalfa (*Medicago sativa*) se obtuvo de una pradera de entre 4 a 7 años. La morera (*Morus alba*) se obtuvo de árboles adultos de más de 15 años de edad.

Instalaciones y equipamiento

Se utilizó, dos corrales adaptados a los requerimientos del ensayo, con una superficie aproximada de 600 m² cada uno; con 4 comederos (2 por corral) de madera y en forma de V con medidas de 2,3 x 0,9 x 0,5 m. También se contó con 2 bebederos de metal (1 por corral) con una capacidad de 50 L los cuales fueron acondicionados para su uso.

Para la labor de ordeña se utilizaron dos mangas de ordeño, con una capacidad de 12 cabras por manga. Se utilizó una maquina de ordeño Alfa Laval Agri de dos puntos con línea alta, especial para ordeña de rumiantes menores. El vacío que se utilizó fue de 30 kpa, pulsaciones de 180 ppm y una relación de vacío de 1:1 según lo recomendado en la literatura.

Para las labores de corte y recolección de la morera se utilizó un serrote curvo de poda, tijera de poda convencional, cuerda, escalera y tijera de poda para corte en altura.

Método

Dado que el universo de animales presentó cuatro factores de variación: biotipo, fecha de parto, edad y número de parto, los animales fueron agrupados, de modo que cada factor quedara representado en igual magnitud. Los grupos resultantes se asignaron al azar en dos tratamientos: T0: Suplementado con heno de alfalfa y T1: Suplementado con hojas y tallos de morera.

Las cabras fueron suplementadas durante el período de encierro (16⁰⁰ a 9⁰⁰ AM del día siguiente) con heno de alfalfa o con hojas y tallos de morera (*Morus alba*).

La labor de ordeña comenzaba a las 8⁰⁰ y concluía a las 9⁰⁰, hora en la cual los animales se reunían con sus crías y tenían acceso a la pradera natural. A las 16⁰⁰ los animales eran separados de sus crías y encerrados en los corrales asignados a cada tratamiento hasta el día siguiente.

Todas las cabras fueron ordeñadas diariamente y, semana por medio se realizó un control lechero individual durante dos días consecutivos, a partir del cual se obtuvo la producción de leche individual y grupal, además de muestras de leche individuales de cada tratamiento para su posterior análisis. Para estos efectos se adaptó la máquina de ordeño con la inclusión de dos tarros de aluminio con una capacidad de 15 L que permitieron separar la leche y lograr un control individual de las cabras.

La morera fue cortada diariamente por las mañanas. Las estructuras seccionadas fueron tallos tiernos y hojas verdes, que eran ofrecidos en la tarde del mismo día. El suministro de morera fue en ramas de una longitud que varió entre 0,5 a 1,2 m aproximadamente, con el fin de evitar posibles interferencias en el patrón de consumo. Previo a la oferta diaria de suplemento, se procedía a tomar muestras de cada agregado, para obtener una muestra compuesta al término de cada semana.

El consumo de agua de ambos tratamientos, se obtuvo mediante la diferencia del nivel del bebedero al momento del encierro y salida al potrero en la mañana.

Controles

Consumo de morera y heno de alfalfa. Se obtuvo por diferencia entre lo ofrecido y rechazado, de cada tratamiento (consumo grupal medido en kg.). Posteriormente, se determinó materia seca y valor nutritivo de cada suplemento. Además, mediante observación se caracterizó la conducta de consumo de los animales.

Producción de leche por tratamiento. Los controles lecheros se realizaron cada 15 días, mediante la recolección total de la leche por grupo, durante dos días consecutivos. La producción de leche de ambos días de control se promedió y, para el cálculo de producción total, se asumió ese promedio 7 días hacia atrás y siete días hacia adelante.

Producción de leche Individual en cada tratamiento. En los controles lecheros se pesó la leche por individuo en cada tratamiento. Se utilizó una balanza mecánica de pesaje máximo de 5 kg con precisión de 25 g.

Peso vivo (PV) de las cabras. Las cabras se pesaron cada 15 días, en ayuno, posterior a la ordeña, coincidiendo con los controles lecheros.

Consumo de agua. El consumo de agua se midió diariamente en cada tratamiento. La medición se realizó mediante la diferencia de agua en el bebedero entre el inicio del encierro y término del mismo.

Determinaciones

Composición química de la leche. En las muestras de leche se determinó proteína bruta mediante el método de Kjeldahl y sólidos totales por diferencia de peso entre leche fresca y el peso de la leche luego de secado en aire forzado a 70°C, hasta lograr peso constante.

Composición química de los suplementos. Previo a las determinaciones, las muestras de forraje ofrecido y rechazado, se secaron en estufa a 70° C, para posteriormente ser colocadas en estufa con aire forzado a 105°C, finalmente fueron pesadas y molidas a 1 mm de espesor. En ellas se determinó:

- a) Proteína Bruta (PB). Se obtuvo por determinación del contenido de N por el método de Kjeldahl y el producto del N * 6,25 se obtuvo la PB. Los resultados fueron expresados en % (BÜCHI Laboratories).
- b) Digestibilidad Aparente de la Materia Seca (DAPMS). Se determinó a través del método propuesto por Cerda *et al.* (1987), previa determinación de la digestibilidad enzimática de la materia seca (DENZMS).
- c) Pared Celular (FDN). Se determinó en un destilador de fibra VELP, siguiendo el método propuesto por Göering y Van Soest (1970).
- d) Energía Bruta (EB). Se determinó por combustión del forraje en presencia de oxígeno usando un calorímetro de bomba balístico GALLENKAMP (Givens, 1986). Para el cálculo de energía digestible (ED) y para la Energía Metabolizable (EM) se utilizaron las fórmulas:

$$ED = EB \times \% \text{ DAPMS}$$

Donde EB: Energía Bruta (expresada en $\text{Mcal}\cdot\text{kg}^{-1}$ MS) y DAPMS: Digestibilidad Aparente de la materia seca (expresada en % de materia seca).

$$EM = ED \times 0,84$$

Donde ED: Energía Digestible y 0,84 (NRC, 1984): Factor de conversión, que considera un 16% de pérdida de energía digestible a metabolizable.

Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar con 2 tratamientos y 15 repeticiones cada uno. Para el análisis de los datos se utilizó el paquete estadístico SPSS^{MR} versión 8.0 (SPSS Inc., 2001).

El modelo estadístico fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : Respuesta (Producción de leche, Sólidos totales, PV)

μ : Promedio general

T_i : Tratamiento ($i=1$: Heno de Alfalfa; $i=2$: Morera)

E_{ij} : Error experimental

Se realizaron análisis de comparación ANDEVA para contrastar las medias de las variables normales individuales: peso vivo (PV), producción de leche (PL) y composición química de la leche (CQL).

La comparación de la variable consumo se realizó mediante regresión lineal en el tiempo y la comparación de ellas mediante la prueba T de Student, teniendo en cuenta un nivel de significancia estadística del 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de los suplementos

Características nutritivas de los suplementos

Al analizar la composición nutritiva de los suplementos a través del ensayo, se observó un mayor contenido de Proteína Bruta (PB) en las hojas de morera, con porcentajes de: 22,10; 20,31; 20,64; 16,52; 13,82 y 17,7% en las semanas 1, 2, 3, 4, 7 y 9, respectivamente, estos valores se encuentran en un rango normal que va desde 14 a 30% reportados por (Yao *et al*, 2000; Martín *et al*, 2000; Sánchez, 2000). No obstante, Hernández (2003), reportó niveles inferiores a los obtenidos en este trabajo los cuales promediaron 15,88% de PB para similar período. Asimismo, los valores obtenidos en este estudio en morera son mayores a los obtenidos por Maldonado, *et al* (2000), quien reportó un nivel de 16,3% de PB para similares condiciones. En las semanas restantes, el heno de alfalfa presentó mayores porcentajes de PB, siendo más notoria la sexta semana, con un 16,98% contrastando al 14,57% de PB en la morera. (Figura 1).

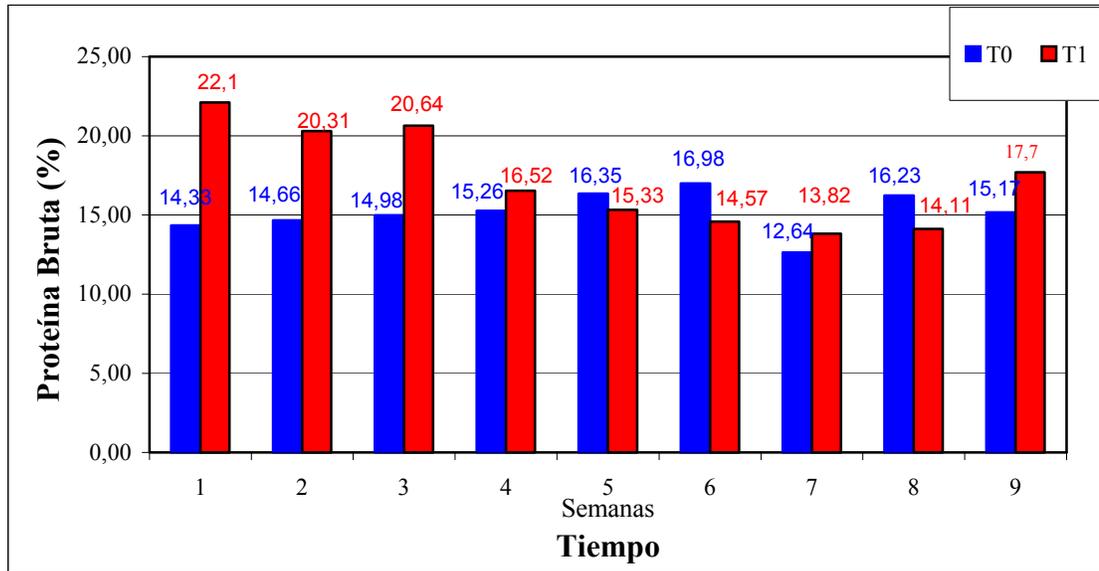


Figura 1. Variación del contenido de Proteína Bruta (PB) en heno de alfalfa y morera.

La digestibilidad aparente de la materia seca (DAPMS), tendió a ser superior y más constante en la morera, manteniéndose la diferencia entre ambos suplementos durante todo el período. El grado de superioridad de DAPMS en la morera respecto de los determinados en heno de alfalfa fue aproximadamente un 21,35% (Figura 2).

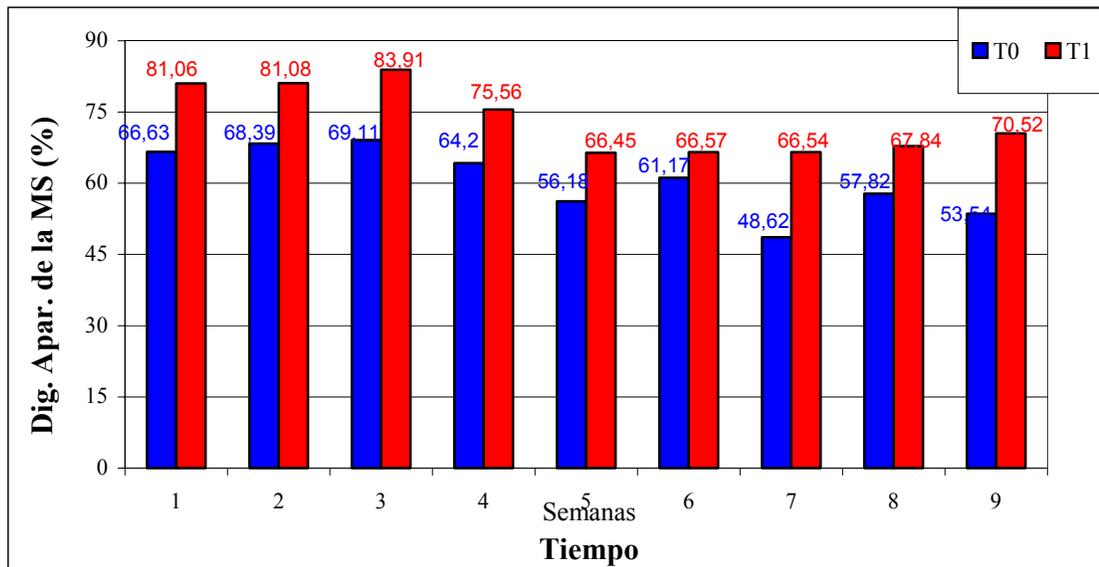


Figura 2. Variación de Digestibilidad Aparente de la Materia Seca (DAPMS) en heno de alfalfa y morera.

El nivel más alto de DAPMS para la morera se obtuvo durante la tercera semana de ensayo, alcanzando un 83,91%. El valor más bajo se presentó la séptima semana y fue 66,54%; el valor promedio durante el ensayo fue de 73,28%, levemente inferior a los obtenidos por Hernández (2003) con 79,18% y 83,2%, y Cáceres (2001) el cual obtuvo un 80% en el mismo ítem.

A su vez, el heno de alfalfa tuvo su punto más alto y más bajo en las mismas semanas que la morera, con porcentajes de 69,11 y 48,62% respectivamente. Sin embargo, el promedio de 61% de DAPMS para heno de alfalfa a través del ensayo fue menor.

El contenido de fibra detergente neutro (FDN) en la morera tuvo valores de menor magnitud comparados con los del heno de alfalfa en todos los análisis, los cuales tendieron a aumentar hasta la séptima semana (Figura 3).

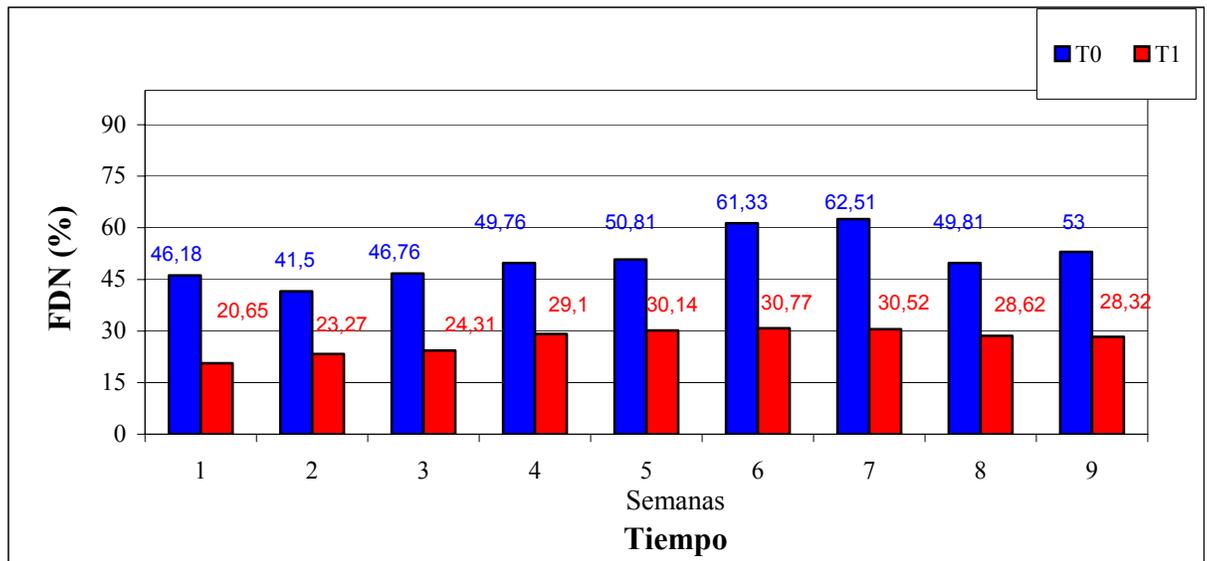


Figura 3. Variación del contenido de Fibra de Detergente Neutro (FDN) en heno de alfalfa y morera.

Durante la segunda semana, se obtuvo la menor diferencia entre los suplementos, obteniendo un valor de 41,5% el heno de alfalfa y 23,27% en morera. Este valor es menor que el reportado por Shayo (1997) y Omar *et al.* (1999), el cual alcanzó un 25% de FDN en base a la materia seca de hojas adultas de morera.

La mayor diferencia ocurrió la séptima semana, con un 62,51% en el heno de alfalfa versus un 30,5% de la morera. El valor promedio de FDN para la morera obtenido en este trabajo fue de 27%, valor que se acerca a los reportados por Almeida y Fonseca (2000) y Hernández (2003), los cuales fueron de 29,7 y 32,9 % respectivamente, pero inferiores a los publicados por Yao *et al.* (2000), quienes determinaron un nivel de FDN de 42,9% de la materia seca en morera.

Es importante destacar que la cantidad de FDN, está directamente relacionada con la digestibilidad de los nutrientes, que principalmente están en el contenido celular (Benavides, 1996). Por lo tanto, un alimento con bajo contenido de FDN, posee un mayor cantidad de nutrientes altamente digestibles. No obstante, una mayor cantidad de FDN también se traduce en un mayor contenido de celulosa y hemicelulosa, compuestos que también son aprovechados por el animal, a su vez la disponibilidad de éstos depende del grado de lignificación del forraje.

Los valores de energía metabolizable (EM) (Figura 4) durante las primeras cuatro semanas de ensayo, determinados en morera, fueron superiores a los determinados en el heno de alfalfa en porcentajes de: 21,7; 17; 24 y 20% respectivamente. Esto se revierte en la sexta y octava semana, con valores de EM en el heno de alfalfa 22,45 y 12,36% superiores a los valores en morera. No obstante, la EM en morera vuelve a ser superior en las dos últimas semanas, con porcentajes de 23 y 19%. En los estudios realizados por Hernández (2003) y Benavides (2002) se obtuvieron valores que se acercan a los presentados en este trabajo, los valores reportados por los autores mencionados fueron de 2,69 Mcal·kg⁻¹ y 2,94 Mcal·kg⁻¹, respectivamente.

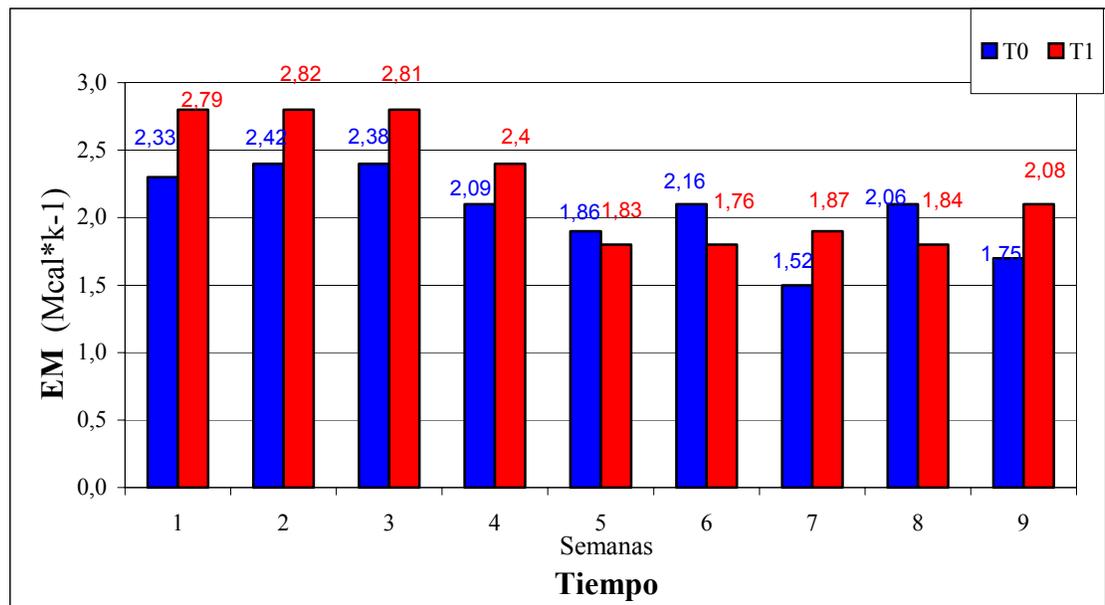


Figura 4. Valores de Energía Metabolizable (EM) en heno de alfalfa y morera.

No cabe duda que los valores de PB y EM determinados en morera son elevados. Sin embargo, éstos valores son aún más significativos, ya que también se determinaron altos valores de DAPMS y bajos valores FDN, lo anterior se traduce en un mayor contenido de nutrientes y una gran disponibilidad de los mismos, características determinantes en la utilización del alimento por el animal en crecimiento, mantenimiento y producción (González, 1999).

Consumo de los suplementos

Consumo de Materia Seca (MS). La evolución del consumo de MS de morera y alfalfa, se presenta en la Figura 5. Aún cuando no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$) en el consumo de forraje entre los tratamientos ($\text{kg} \cdot \text{animal}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$), se puede observar que T0 tendió a un consumo de MS superior a T1. Al comienzo la diferencia bordeó los $40 \text{ g} \cdot \text{animal}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$, para finalizar con una diferencia cercana a los $10 \text{ g} \cdot \text{animal}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$ (Figura 5).

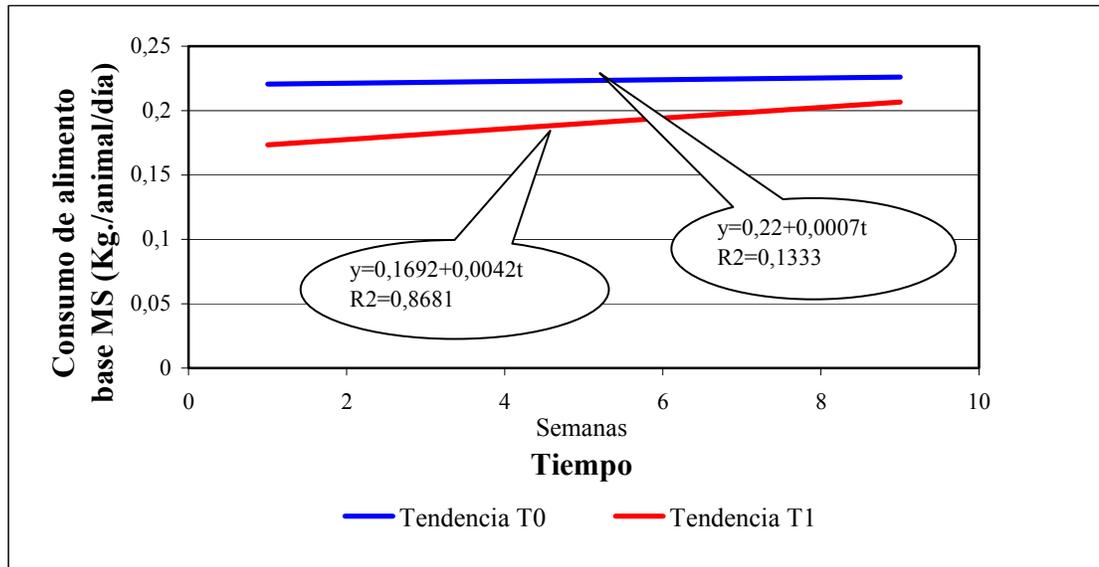


Figura 5. Evolución del consumo de Materia seca en tratamientos con morera y heno de alfalfa.

El consumo de MS promedio, por tratamiento, fue de $223 \text{ g}\cdot\text{animal}^{-1}\cdot\text{día}^{-1}$ en T0 y de $193 \text{ g}\cdot\text{animal}^{-1}\cdot\text{día}^{-1}$ T1. La cantidad de alimento consumido por animal, en relación a su PV fue de un 0,391% en (T0) y un 0,44% en (T1) del PV, estos valores son menores al 1,94% reportado por Elizondo (2004), con la salvedad que en ese estudio la morera se ofreció *Ad libitum*. La MS total consumida al final del ensayo de $14,07 \text{ Kg}\cdot\text{animal}^{-1}\cdot\text{día}^{-1}$ en T0 y $11,97 \text{ Kg}\cdot\text{animal}^{-1}\cdot\text{día}^{-1}$ en T1 (Figura 6).

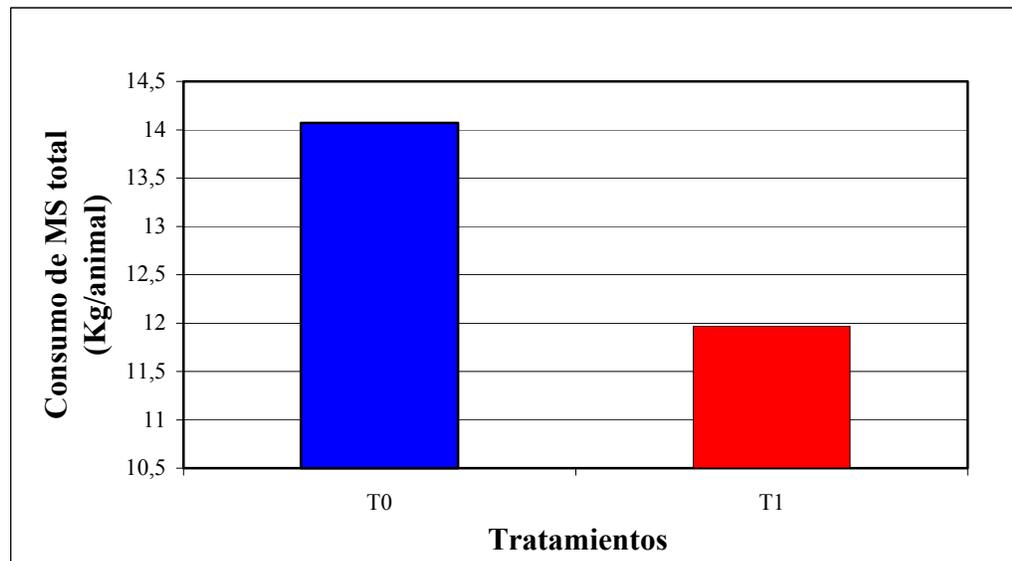


Figura 6. Consumo total de suplementos en ambos tratamientos.

La dieta de heno de alfalfa presentó un contenido promedio de 90% de MS, mientras que la dieta de morera bordeó un 20%, valor algo inferior a los reportados por autores como Boschini (2002), el cual ha reportado niveles promedios de MS de 23,7 y 23,6% en hojas y tallos respectivamente a los 84 días de rebrote. En Costa Rica, Benavides *et al.* (1995) y Espinoza (1996) reportaron rangos de 25 a 32% y 23 a 29% de MS en hojas y tallos juveniles, respectivamente y 24 a 45% para tallos lignificados. Lo anterior explicaría que durante el ensayo las cabras dejaron una porción similar de rechazo con características semejantes para la dieta con heno de alfalfa. No obstante en la dieta con morera, al comienzo del estudio las cabras dejaban tallo, pecíolo y algunos trozos de hojas, al avanzar el estudio las fracciones rechazadas fueron tallo y pecíolo y, al final del estudio solo tallo. Que un forraje tenga un nivel bajo de MS no siempre es negativo, lo anterior descansa en el hecho que el forraje tendría un buen nivel de agua, factor de vital importancia en lugares donde escasea este vital elemento.

Consumo de Energía Metabolizable (EM). En el consumo de energía metabolizable en ambos tratamientos no hubo una tendencia clara a través del ensayo. En algunas semanas

T0 tuvo un mayor consumo de EM y en las restantes el T1. En la Figura 7 se puede observar la evolución en el consumo de EM a través del ensayo.

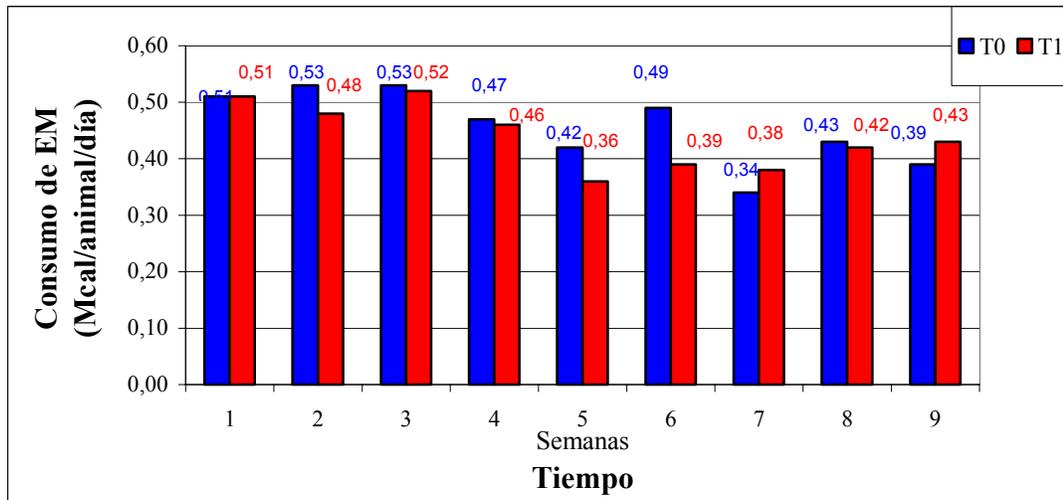


Figura 7. Evolución en el consumo de Energía Metabolizable en tratamientos con morera y Heno de alfalfa.

La mayor diferencia entre los niveles de consumo en ambos tratamientos, se produjo en la sexta semana. T0 tuvo un consumo mayor de EM que T1 en $0,1 \text{ Mcal} \cdot \text{k}^{-1} \cdot \text{animal}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$ base MS. Por el contrario, la menor diferencia se logró la semana 4 con una diferencia de $0,02 \text{ Mcal} \cdot \text{Kg}^{-1} \cdot \text{animal}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$ (base MS). Los valores expresados en el gráfico son algo inferiores los descritos por González (1999), quien reportó valores en el consumo de energía metabolizable del orden de $0,58$ a $0,69 \text{ Mcal} \cdot \text{Kg}^{-1} \cdot \text{animal}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$.

El tratamiento suplementado con heno de alfalfa consumió mayor cantidad total de EM. (Figura 8).

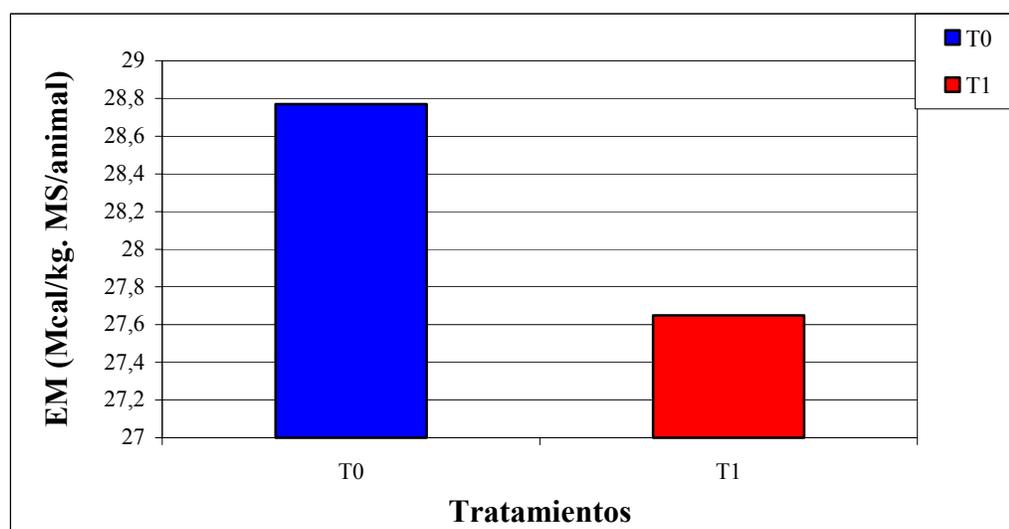


Figura 8. Consumo total de EM en tratamientos suplementados con heno de alfalfa y morera.

La diferencia fue de $1,12 \text{ Mcal}\cdot\text{Kg}^1\cdot\text{animal}^{-1}$. No obstante, no hay diferencias estadísticamente significativas entre ambos ($P>0,05$).

Consumo de Proteína Bruta (PB). Al igual que en el consumo de MS y EM; el consumo de PB no presentó diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($P>0,05$). No obstante, durante las primeras tres semanas los animales suplementados con morera tuvieron un mayor consumo de PB que los alimentados con heno de alfalfa. T1 tuvo un consumo promedio de $32 \text{ g}\cdot\text{animal}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$ de proteína en base a MS, mientras que para T0 fue de $35 \text{ g}\cdot\text{animal}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$ de PB en base a MS, durante el estudio. Los valores de consumo de PB son muy inferiores al valor reportado por Elizondo (2004), cercano a los $146 \text{ g}\cdot\text{animal}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$. Sin embargo, si se relaciona el nivel de consumo de MS y consumo de PB, ambos estudios se acercan, dado que esa relación para T0 es de 15,7%, para T1 16,6% y en el caso de Elizondo esa relación es de 19,4%.

Entre la cuarta y séptima semana T0 tuvo el mayor consumo y en la semana 6 ocurre la mayor diferencia 10 g. entre el consumo de PB de T0 y T1 (Figura 9).

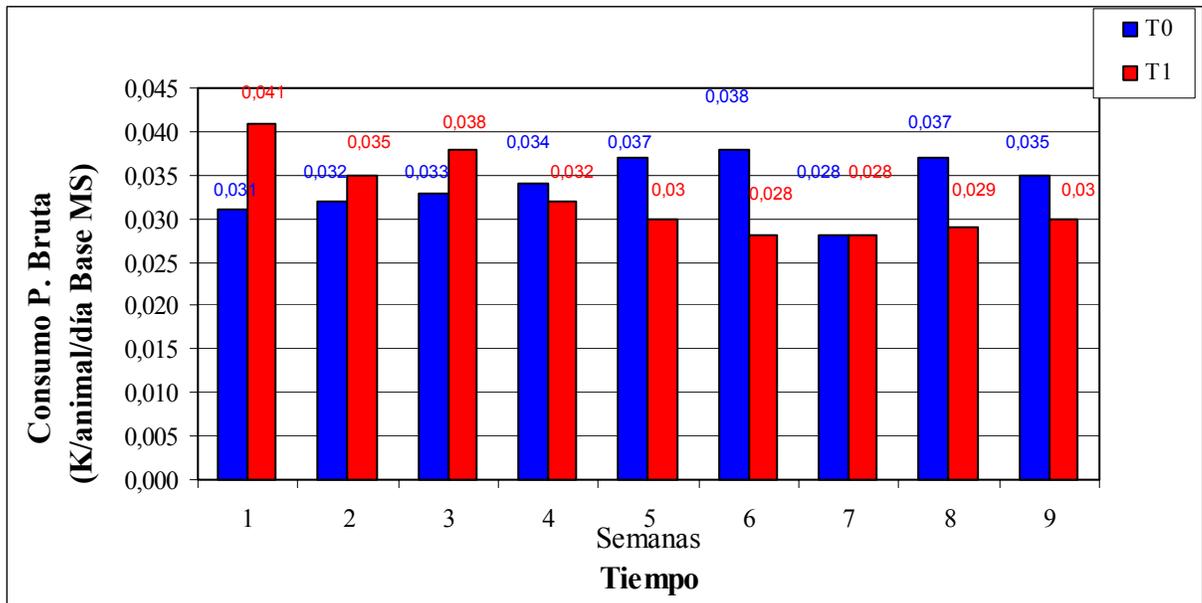


Figura 9. Evolución del consumo de Proteína Bruta en tratamientos con morera y heno de alfalfa.

Al comparar el consumo total (Figura 10) de PB en ambos tratamientos, se puede apreciar que es el tratamiento suplementado con heno de alfalfa el que tuvo el mayor consumo. Sin embargo, la diferencia producida es de $110 \text{ g} \cdot \text{animal}^{-1}$.

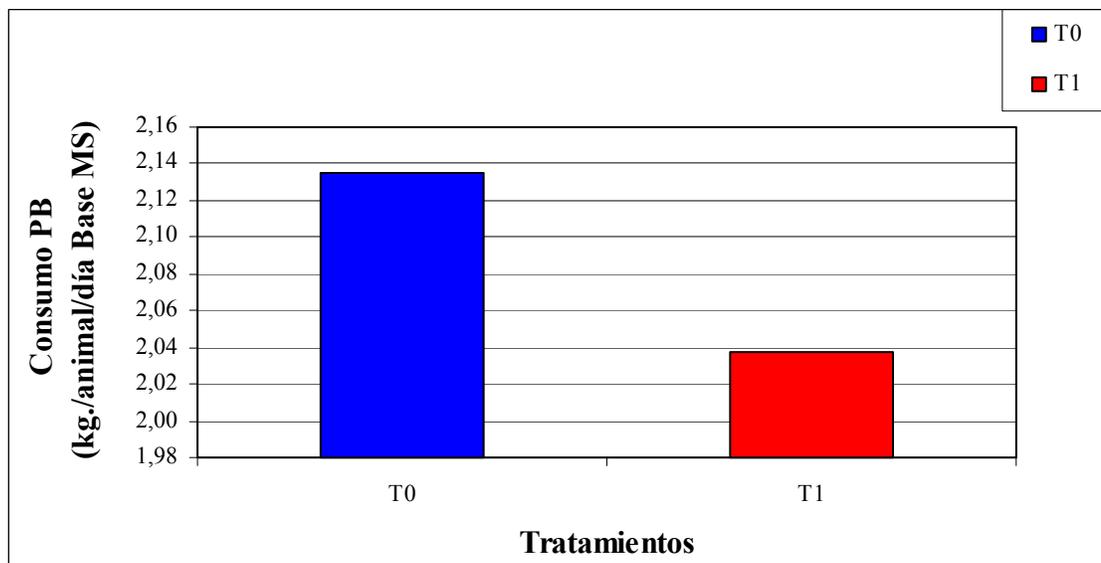


Figura 10. Consumo total de PB en tratamientos suplementados con heno de alfalfa y morera.

Consumo de MS Digestible. De la relación entre DAPMS y el consumo de MS (Figura 7), se obtiene el consumo de MS digestible. Éste último es mayor en los animales suplementados con morera en casi la totalidad del ensayo, excepto la segunda semana en la cual T0 tuvo un mayor consumo.

En la figura 11, se puede ver que la mayor diferencia en el consumo de MS digestible ocurrió en las semanas 7 y 9 donde T1 tuvo un mayor consumo de MS digestible de aproximadamente 30g. en ambas semanas. Por el contrario, la menor diferencia se observa en la semana número 5 donde el consumo de MS digestible entre tratamientos es de 5g.

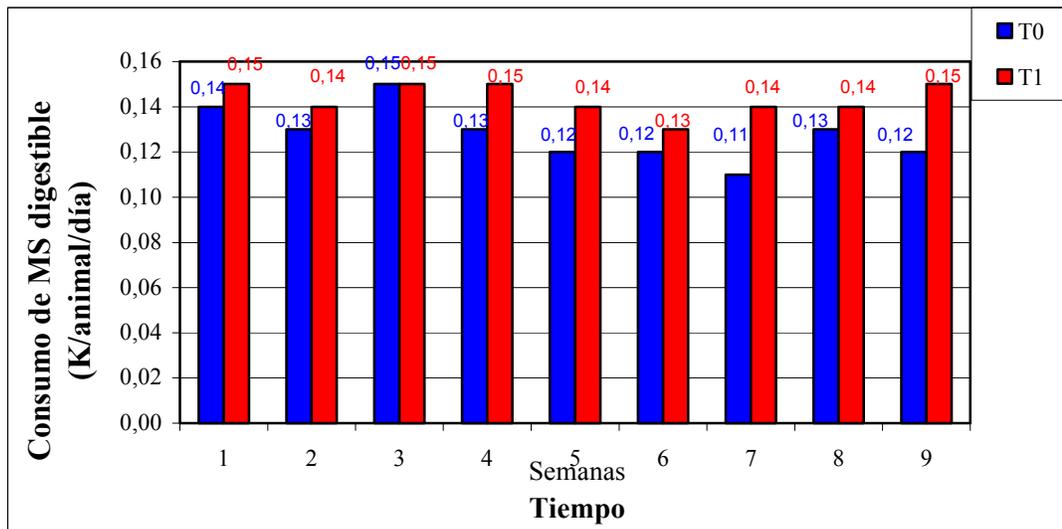


Figura 11. Evolución en el Consumo de Materia Seca Digestible en T0 y T1.

La literatura no es abundante en alusión al consumo de MS digestible, pero sí alude reiterativamente a la DAPMS de la morera, la cual en la mayoría de los estudios supera el 80%.

Si bien no hubo diferencias en consumo de MS, PB y EM, el hecho que existan diferencias en consumo de MS digestible tiene un gran valor, dado que a igual ingesta de MS, EM y PB, fue T1 el que tuvo una mayor disponibilidad de nutrientes, ya que al consumir morera,

el animal tiene menos pérdidas de éstos a través de las fecas que T0; dado que T0 tuvo una menor ingesta de MS digestible, por lo tanto todo lo anterior nos podría llevar a interpretar como si T1 hubiese tenido un consumo más alto de MS, EM y PB. Aún así, es importante considerar otros aspectos del consumo, como es FDN de la cual se detallará más adelante.

Al final del estudio, fue T1 el que tuvo el consumo MS digestible más alto, determinando así que T1 tuviera un mayor estatus nutritivo a través del estudio, estatus que le permitiría sostener de mejor forma un incremento en mantención, crecimiento o lactancia (Figura 12).

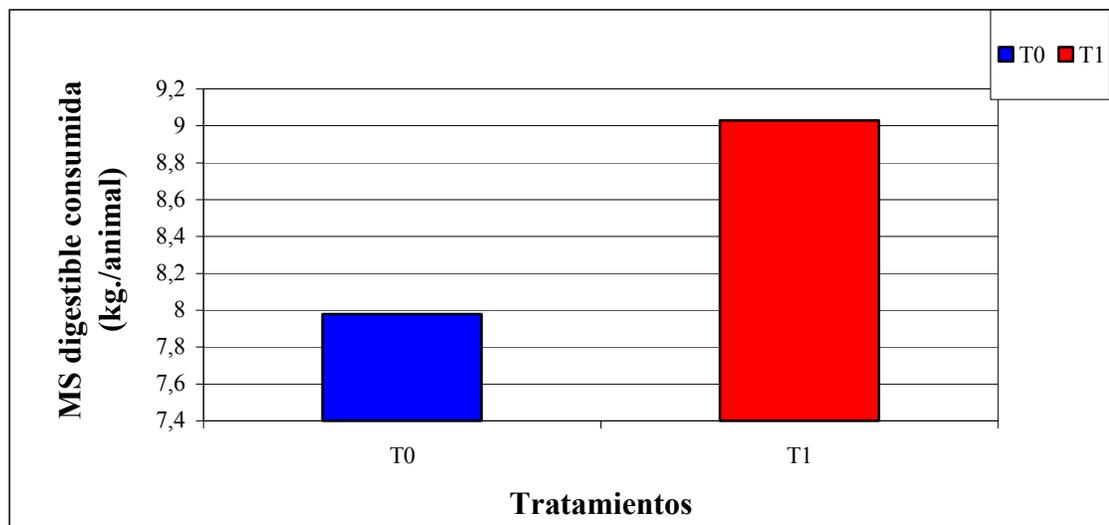


Figura 12. Consumo total de MS Digestible en tratamientos suplementados con heno de alfalfa y morera.

Los análisis estadísticos arrojaron diferencias significativas ($p < 0,05$).

Consumo de Fibra Detergente Neutro (FDN). No cabe duda que al no existir diferencia entre los consumo de MS entre T0 y T1 y sí haber diferencias en la cantidad de FDN de los alimentos; determina que existan diferencias notorias en el consumo de FDN. Así desde el inicio del ensayo, hubo diferencias en el nivel de consumo de FDN entre los tratamientos que se mantuvo estable durante el estudio. Es importante señalar que el consumo de FDN

en ambos tratamientos aumentó en el tiempo, siendo superior en aquellos animales alimentados con heno de alfalfa (Figura 13).

Lo anterior, sumado a un mayor consumo de MS digestible, supone como si T1 hubiese tenido durante todo el estudio una mayor “ingesta” de todos los nutrientes, dada las menores pérdidas en las fecas.

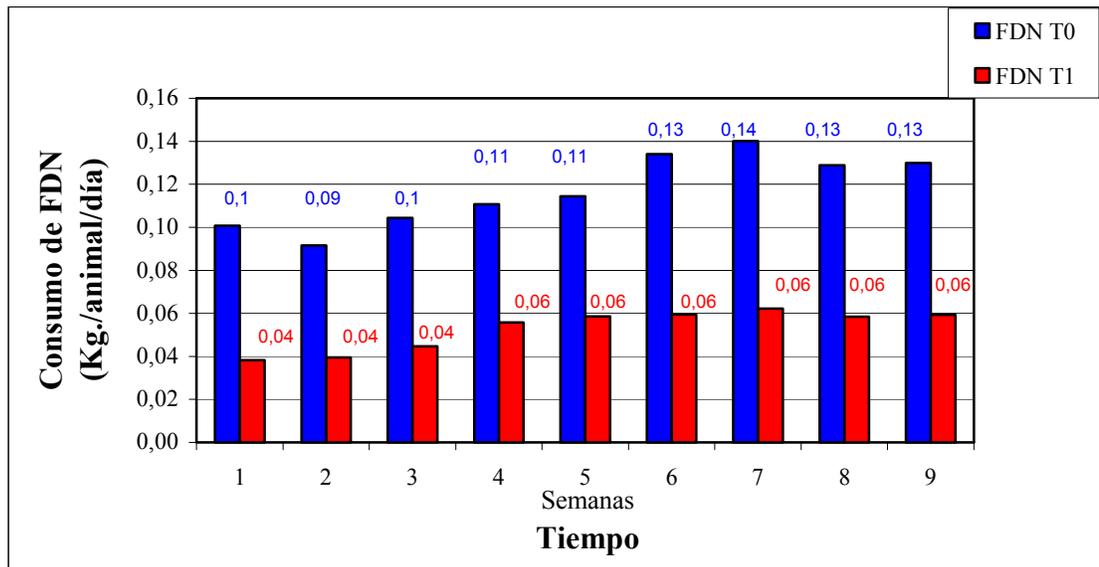


Figura 13. Evolución del consumo de Fibra Detergente Neutro en tratamientos suplementados con heno de alfalfa y morera.

Es interesante acotar que las cabras son animales muy selectivos para alimentarse, esto es una ventaja, ya que las cabras pueden compensar la baja calidad del forraje mediante el consumo preferencial de las fracciones vegetales de mayor calidad, en este caso las hojas en T1, que es donde se concentra la mayor cantidad de materia seca y proteína bruta y menor cantidad de fibra.

En la Figura 14, se observa que el tratamiento suplementado con heno de alfalfa, es el que tuvo el mayor consumo total de FDN al final del estudio. La diferencia en el consumo total de FDN entre ambos tratamientos fue considerable (4,06 Kg. \cdot animal⁻¹). Lo que determinó

que el tratamiento suplementado con heno de alfalfa tuviera un consumo menor de nutrientes altamente digestibles (contenido intracelular), pero una mayor ingesta de compuestos como celulosa y hemicelulosa. Los análisis estadísticos arrojaron diferencias significativas ($p < 0,05$).

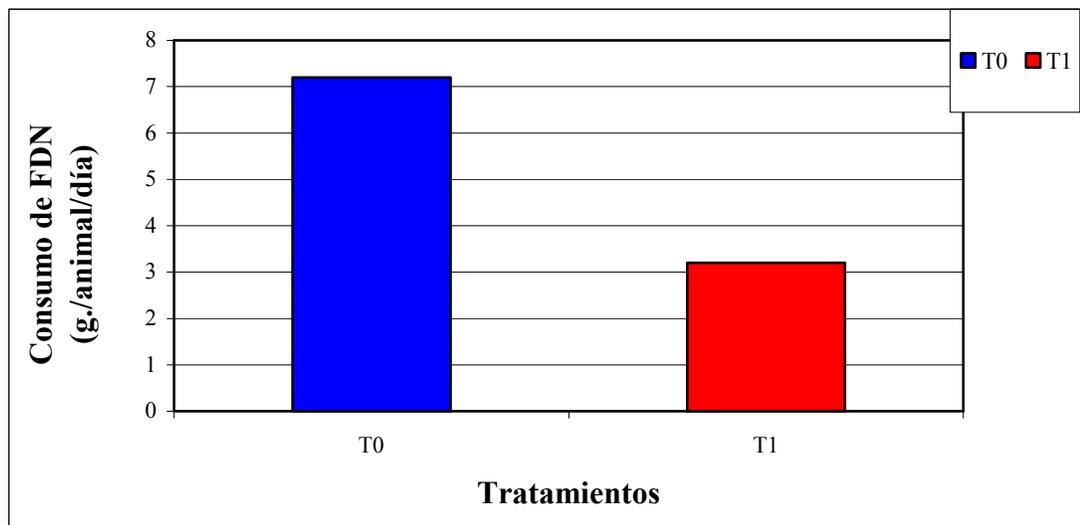


Figura 14. Consumo total de FDN en tratamientos suplementados con heno de alfalfa y morera.

Consumo de Agua. Diariamente se midió el consumo de agua y se observó que T1 tuvo un consumo menor de agua, aproximadamente en un 40%, como promedio, respecto de T0. La razón de este comportamiento, es la mayor ingesta de agua a través de la morera, dada la menor cantidad de materia seca presente en este forraje (Cuadro N°2).

Cuadro 2. Consumo promedio de agua en los animales a través del ensayo (L/animal/día).

| Semanas | T0 | T1 |
|----------------|-----------|-----------|
| 1 | 1,3 | 0,8 |
| 2 | 1,3 | 0,7 |
| 3 | 1,8 | 1,1 |
| 4 | 1,4 | 0,8 |
| 5 | 1,9 | 1,1 |
| 6 | 1,2 | 0,7 |
| 7 | 1 | 0,6 |
| 8 | 0,8 | 0,5 |
| 9 | 0,8 | 0,6 |

Efectos de la inclusión de morera sobre la Producción de Leche

La aceptación de la morera, desde la fase de adaptación, en el tratamiento con morera fue total, reflejando el alto grado de palatabilidad y consumo en el corto plazo de este alimento. Según Benavides *et al*, (1995), otras especies arbóreas y arbustivas necesitan de períodos largos de adaptación, para que el consumo se estabilice. Lo anterior permite comprender la respuesta inmediata, por parte del animal en producción de leche.

Con los datos obtenidos de los controles lecheros se construyeron regresiones lineales, las cuales representan al último tercio de lactancia de los animales². Como se aprecia en la Figura 15, a medida que transcurrió el ensayo, el nivel de producción de leche fue diferenciándose entre los tratamientos. Así, los análisis realizados mostraron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$). La diferencia entre tratamientos con respecto a la producción de leche al final del ensayo, fue un 20% superior a favor de T1. Valor levemente inferior a lo obtenido por Rojas y Benavides (1994), quienes reportaron aumentos del 25% en la producción de leche en cabras al incluir morera con valores

² La omisión de crear la curva de producción de leche (curva de Wood), surge de la imposibilidad de obtener los datos totales, esenciales para tales efectos.

similares a los descritos en este ensayo. Roa (2002), reportó valores algo superiores, pero muy similares en aumento de producción de leche en rumiantes, el valor fue cercano a un 27% de aumento sobre el tratamiento testigo. No está demás acotar que en ese estudio, la relación del consumo de morera respecto del peso vivo fue de un 1%, porcentaje que es superior a lo reportado en este estudio.

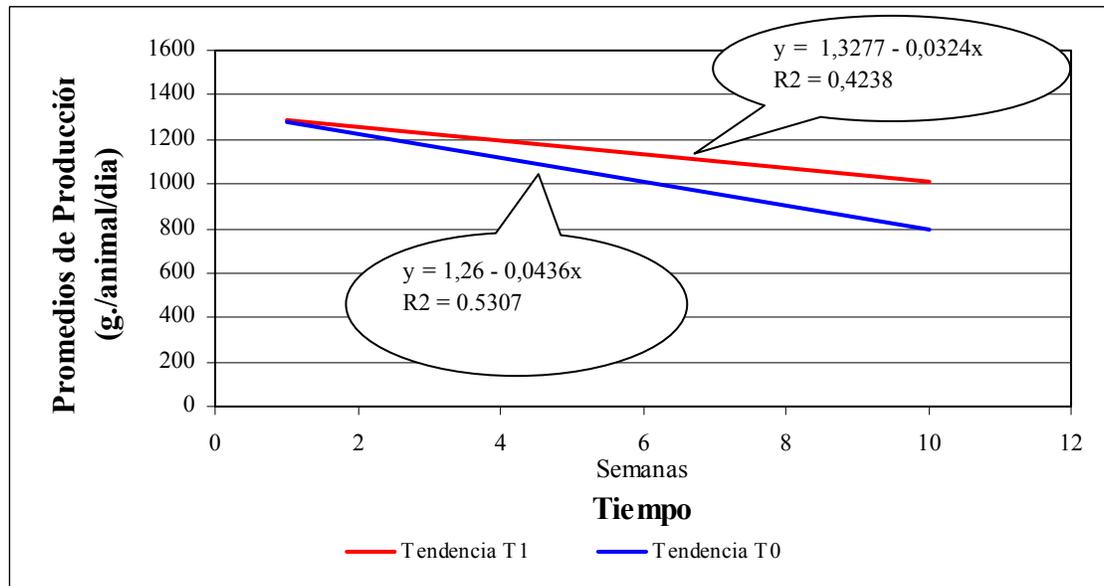


Figura 15. Evolución de la Producción de leche en tratamientos con morera y heno de alfalfa.

Como resultado de lo anterior, la curva de producción de leche para el tratamiento con morera tiene una mayor persistencia (descenso más lento) comparado con el tratamiento con heno de alfalfa. La mayor persistencia en la curva de producción de leche, se traduce en que el área total bajo la curva de lactancia es mayor; consecuentemente existe una mayor producción total de leche durante la lactancia. No obstante, es interesante mencionar que la respuesta en producción de leche al incluir morera fue rápida y, a medida que avanzó el ensayo, la respuesta fue cada vez mayor. Tal vez, esta respuesta esté comandada por un efecto lactogénico provocado por la morera. De la literatura e información disponible, no hay reportes categóricos al respecto, sin embargo, diversos autores hacen alusión a este posible efecto.

Aunque entre T0 y T1 no hubo diferencias en los consumos de EM, PB y MS, fue T1 el que tuvo el mayor aprovechamiento de nutrientes, dado que éste tuvo un alto consumo de MS Digestible y un menor consumo de FDN. Lo anterior determinó que T1 tuviera un estatus de nutrientes mayor que T0, provocando una mayor disponibilidad de estos, tanto para mantención como para producción de leche, asimismo un aumento en la producción de leche de T1 determina que el término de la lactancia sea a una tasa menor (mayor persistencia) en comparación a la producción de leche de T0.

En el cuadro 3, se presentan los resultados de la producción de leche fluida y sólidos totales en las cabras suplementadas con los diferentes tratamientos. T1 tuvo una mayor producción de leche fluida total por control en comparación con T0, excepto en el primer control. El nivel de producción de leche fluida de T1, fue en aumento hacia el término del ensayo, llegando a un 18% de diferencia (15,150 frente a 12,780 kg).

Cuadro 3. Producción de leche fluida y sólidos totales en cabras alimentadas con diferentes suplementos en el último tercio de lactancia³.

| Controles de Leche | Producción de leche (Kg/animal/control lechero) | | | |
|--------------------|---|-----|-----------------|------|
| | Producción de leche | | Sólidos Totales | |
| | T0 | T1 | T0 | T1 |
| 1° | 1,2 | 1,2 | 0,13 | 0,13 |
| 2° | 1,3 | 1,4 | 0,15 | 0,20 |
| 3° | 0,9 | 1,1 | 0,10 | 0,14 |
| 4° | 1,0 | 1,2 | 0,10 | 0,13 |
| 5° | 0,8 | 1,0 | 0,10 | 0,13 |

³ Los valores contenidos en el cuadro, son el promedio de la producción de los días de medición de la producción de leche, efectuados durante la totalidad de los controles lecheros.

En el siguiente gráfico se muestran las producciones totales de leche fluida y sólidos totales al término del ensayo en ambos tratamientos.

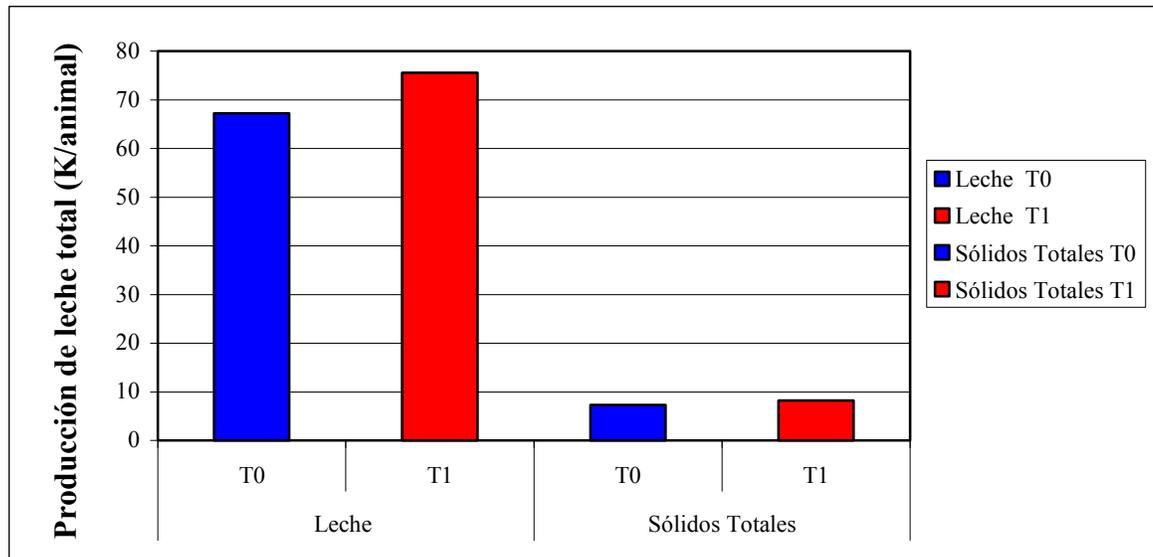


Figura 16. Producción total de leche fluida y sólidos totales en tratamientos con morera y heno de alfalfa.

En la figura 16, se aprecia que el tratamiento suplementado con morera es superior a su similar con heno de alfalfa en los ítems leche fluida y sólidos totales.

Es interesante observar que a pesar del menor consumo de PB y EM del tratamiento suplementado con morera estas cabras hayan tenido una mayor producción de leche. Lo anterior se podría atribuir a factores como: la mayor ingesta de MS digestible y el menor consumo de FDN, ya que lo anterior resulta en una mayor disponibilidad de nutrientes para el animal ante una igualdad en el consumo y valor nutritivo de los forrajes. No obstante, aunque el tratamiento suplementado con heno de alfalfa tuvo un mayor consumo de FDN, no compensa energéticamente dado que algunos compuestos de la pared celular están ligados a la lignina, haciéndolos no aprovechables por el animal; la lignina estuvo presente en el heno de alfalfa, situación que fue despreciable en el caso de la morera.

Efectos de la inclusión de morera sobre la composición química de la leche

Sólidos totales. El porcentaje de sólidos totales en ambos tratamientos (Figura 17) tendió a aumentar a medida que avanzó el periodo experimental, este resultado se debe a la producción decreciente de leche, con la correspondiente concentración de sólidos. El bajo rendimiento de leche registrado, puede atribuirse a la raza criolla utilizada en el predio (Davis, 1993). El tratamiento suplementado con morera tuvo una diferencia de 20,27% entre el valor de inicio del ensayo y el final del mismo; a su vez el tratamiento suplementado con heno de alfalfa, tuvo una diferencia de 17,37% entre el valor de sólidos totales entre el inicio y el término del ensayo.

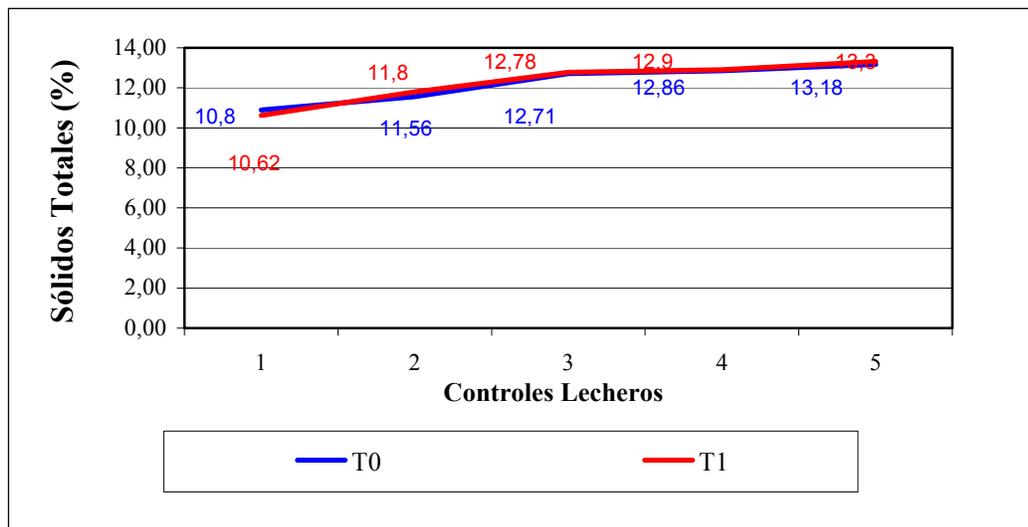


Figura 17. Variación de Sólidos totales de la leche en tratamientos con morera y heno de alfalfa.

Los análisis estadísticos no arrojaron diferencias estadísticamente significativas entre los valores de sólidos totales de T0 y T1. Sin embargo, la literatura consultada no es clara al respecto. Por ejemplo, Rojas y Benavides (1994), concluyeron que al aumentar la inclusión de morera en la dieta de 1 a 2,6% del peso vivo en cabras hubo un aumento leve en el nivel de sólidos totales. No obstante, Oviedo (1995) concluyó que la inclusión de morera no tiene incidencia sobre este componente.

Proteína de la leche. La tendencia en los niveles de proteína determinados en ambos tratamientos fue al aumento a medida que avanzó el ensayo, sin diferencias estadísticamente significativas entre ellos. No obstante, en la literatura consultada hay diferentes conclusiones; a modo de ejemplo, estudios realizados por Rojas y Benavides (1994) reportaron aumentos leves en el contenido de proteína de la leche. Sin embargo, Oviedo (1995) se contrapone a lo anterior concluyendo que la inclusión de morera no afecta el nivel de proteína en la leche.

Aunque los porcentajes de proteína en ambos tratamientos no tuvieron diferencias estadísticas significativas, el T1 tuvo la mayor producción de proteína total (superior en 10 gramos), ya que tuvo una mayor producción de leche; por lo tanto aunque los porcentajes de proteína fueron iguales hubo una compensación dada la mayor producción de leche (Figura 18).

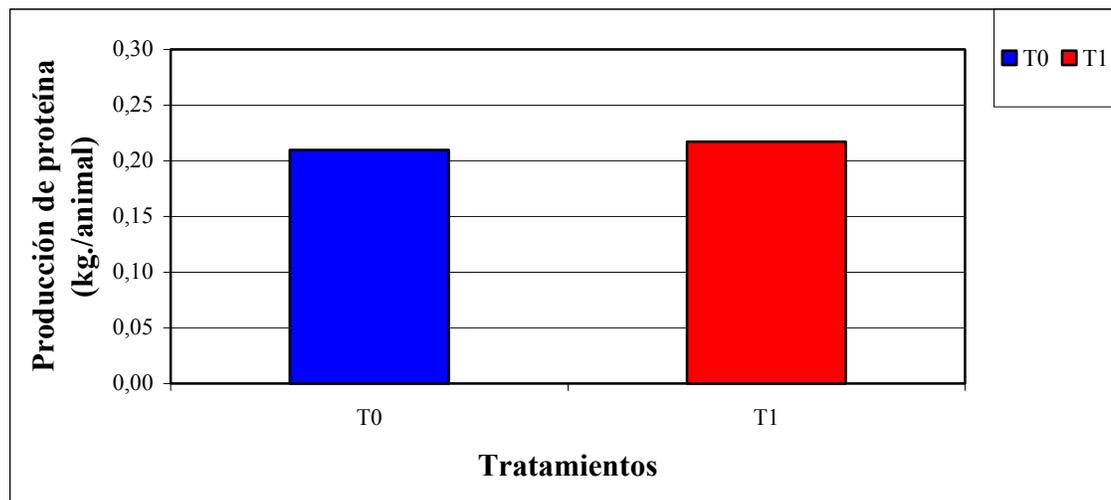


Figura 18. Producción de proteína total en la leche de los tratamientos suplementados con morera y heno de alfalfa.

Efectos de la inclusión de la morera sobre el Peso Vivo (PV) de los animales

A través del ensayo, las cabras del tratamiento suplementado con morera, tuvieron tasas de ganancias de peso mayores que los animales del tratamiento suplementado con heno de alfalfa, con diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$). Lo anterior se asemeja a los resultados de Velásquez *et al.*, (1994), los cuales encontraron, que novillos consumiendo cantidades de MS de morera por encima de 1,1 % del PV, mostraron aumentos de peso positivos; mientras los que consumían este alimento por debajo del porcentaje mencionado, reflejaron tasas de ganancia de peso negativas.

En la Figura 19, se presenta la evolución de la ganancia de peso en ambos tratamientos, donde la pendiente de la recta de T1 es mayor que la pendiente de la recta de T0, esto refleja que T1 tuvo una mayor tasa de ganancia de peso que T0 a través del ensayo. También se puede observar que la diferencia de peso existente entre los tratamientos al comienzo del ensayo, comenzó a disminuir hasta llegar a un valor 0,86% al final del ensayo. Lo anterior demuestra que la suplementación con morera provoca un aumento de peso a una tasa mayor que una suplementación con heno de alfalfa.

No obstante, es importante considerar que hacia el final de la lactancia hay una recuperación normal del peso, dado que los animales cada vez producen menos leche, redestinando así los nutrientes a una recuperación corporal debido al desgaste generado en la lactancia.

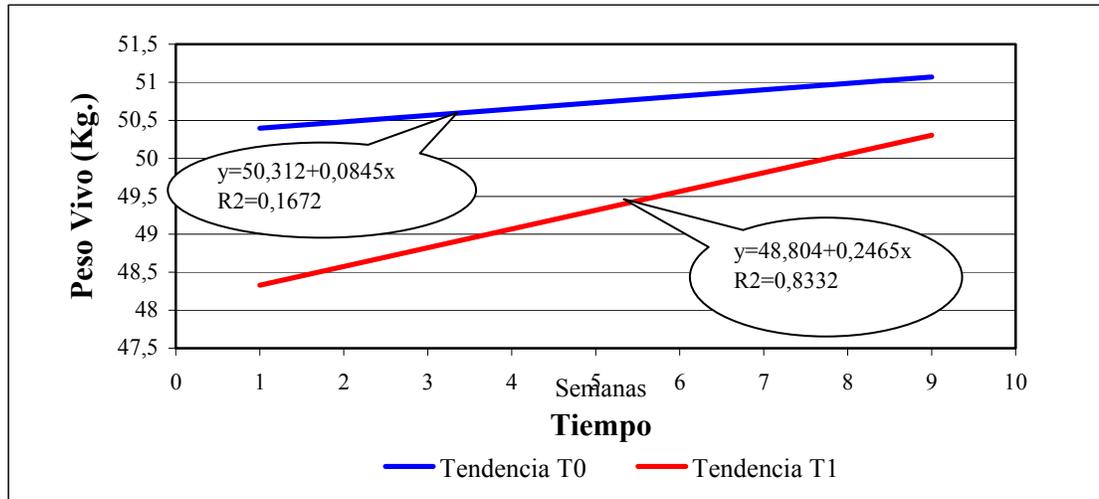


Figura 19. Evolución del Peso de los animales a través del ensayo.

El hecho que T1 tuviera una tasa de ganancia de peso mayor que T0, se debe a que T1 tuvo una mayor ingesta de nutrientes que T0, dada la mayor cantidad de MS digestible consumida y menor ingesta de FDN, lo que se tradujo en un nivel mayor de PB, EM y nutrientes en general disponibles para el animal, tanto para mantención como para producción.

CONCLUSIONES

- Las cabras consumen principalmente las hojas de morera, no el tallo.
- La inclusión de morera en dietas de cabras en el último tercio de lactancia provoca un efecto significativo en la producción de leche, pero no afecta la concentración de sólidos totales de la leche.
- La inclusión de morera en dietas de cabras en la etapa final de lactancia, provoca un incremento en las tasas de ganancia de peso vivo (PV) en los animales.

BIBLIOGRAFÍA

- Agraz, A. 1981 Cría y explotación de la cabra en América Latina. Editorial Hemisferio Sur, Buenos Aires, Argentina. 481 p.
- Almeida, J. and Fonseca, T. 2000. Mulberry germoplasm and cultivation in Brazil. *In*: FAO Electronic Conference on Mulberry for Animal Production (Morus1-L)
- Arias, R. 2001. Experiencias sobre agro-forestería para la producción animal en Guatemala. *Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica*, 3 (1): 355-379.
- Azocar, P. y Lailhacar, S. 1990. Bases ecológicas para el desarrollo agropecuario de la zona de clima mediterráneo árido de Chile. *Terra Arida* 8:221-301.
- Azocar, P. y Rojo, H. 1996 Inclusión de *Nummularia (Atriplex nummularia.)* y cladodios de tuna (*Opuntia ficus-indica*) en la dieta de cabras criollas, en reemplazo de heno de alfalfa. *Avances en producción animal*, 21 (1-2): 43-50.
- Benavides, J. 1991. Integración de árboles y arbustos en los sistemas de alimentación para cabras en América Central: un enfoque agroforestal. *El Chasquil*. Costa Rica, 25. p 6 –35
- Benavides, J. 1996. Research on folder trees and shrubs. *Ciencias Veterinarias*. Volumen Especial. Costa Rica, p 39- 65.
- Benavides, J. 2002. Utilization of mulberry in animal production systems. *In*: Mulberry for animal production. *Animal Production and Health Paper No. 147*. FAO, Rome. p. 291
- Benavides, J.; Esquivel, J. y Lozano, E. 1995. Módulos agroforestales con cabras para la producción de leche. Guía técnica para extensionistas. Manual Técnico N°18, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, 56p.
- Boschini, C. 2002. Nutritional quality of mulberry cultivated for ruminant feeding. *In*: Proceedings of an electronic conference carried out between May and August 2000. FAO. Roma. p. 171–180.
- Burrows, J. 2005. Perspectivas de la producción y comercialización de leche de cabra y derivados. Disponible en: <http://www.intranet.eead.csic.es/biblio/total/doc/catlib-tit.pdf>. Leído el 22 de septiembre de 2005.

Cáceres, O. 2001. Valor nutritivo y utilización de leñosas forrajeras tropicales en pequeños rumiantes. *In: Resúmenes. Taller Internacional: Los árboles en la producción ganadera. EEPF "Indio Hatuey", Matanzas. Cuba.*

Cerda, D., Manterola, H., Sirhan, L., e Illanes, R., 1987. Validación y estudios comparativos de métodos estimadores de la digestibilidad aparente de alimentos para rumiantes. IV. Estudio del método de digestibilidad enzimática como predictor de la digestibilidad aparente. *Avances en Producción Animal* 12 (1-2): 87-97.

Datta, K. 2002. Mulberry cultivation and utilization in India. *In: Mulberry for animal production. Animal Production and Health Paper No. 147. FAO, Rome. p. 45*

Davis, C. 1993. Alimentación de la vaca lechera de alta producción. Editado por Milk Specialties Co. USA. 60 p.

Elizondo, J. y Boschini, C. 2002. Calidad nutricional del ramio (*Bohemeria*) para alimentación animal. *Agronomía Mesoamericana*, 13(2): 141-145.

Elizondo, J. 2004. Calidad nutricional y consumo de morera (*Morus alba*), ramio (*Bohemeria nivea*) y sorgo negro forrajero (*Sorghum almum*) en cabras. *Agronomía mesoamericana*; 15(2): 209-213.

Espinoza, E. 1996. Efecto de la sustitución del concentrado con morera (*Morus alba*) sobre la producción de leche en vacas de pastoreo. *In: Memorias Taller internacional silvopastoril: Los árboles en la producción ganadera 25-27 de noviembre 1994. Estación Experimental de Pastos y Forrajes (EEPF) Indio Hatuey, Matanzas, Cuba, 72p.*

Espinoza, E. y Benavides, J. 1999. Evaluación de tres variedades de morera (*Morus Alba*) en tres sitios ecológicos de Costa Rica y bajo tres niveles de fertilización. *In: Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. Memorias de la conferencia Electrónica. FAO. Producción y Sanidad Animal. Roma. p 275-281*

Esquivel, J.; Benavides, J.E.; Hernández, I.; Vasconcelos, J.; Gonzalez, J.; Espinoza, E. 1996. Efecto de la sustitución de concentrado con Morera (*Morus alba*) sobre la producción de leche de vacas en pastoreo. *In: Resúmenes. Taller Internacional "Los Arboles en la producción ganadera". EEPF "Indio Hatuey", Matanzas. Cuba p. 25*

Givens, D.I. 1986. New methods for predicting the nutritive value for silage. p. 66-71. *In Stark, B.A. and Wilkinson, J.P.L. (eds.). Development in silage. Chalcombe Publications, Marlow, Great Britain.*

Goering, H. and Van Soest, P. 1970. Forage fiber analysis (Apparatus, reagents, procedures and some applications). *Agricultural Handbook 379. ARS-USDA, Washington, D.C. 76 p.*

Gómez, M.; Rodríguez, L.; Ríos, C. y Murgueitio, E. 1995 Nacadero *Trichantera gigantea*. In Árboles y arbustos forrajeros utilizados en alimentación animal como fuente proteica. CIPAV, Colombia, 129p.

González, E. 1999. Efecto de diferentes niveles de morera en el consumo y crecimiento de cabritas destetadas en confinamiento total. Bibliografía selecta de la red Latinoamericana de Agroforestería Pecuaria. In: Simposio Internacional Sistemas Agroforestales Pecuarios en América del Sur, Dairy Cattle FAO, Juiz do Fora MG, Brasil.

Gong, L.; Ren, D. and Wang, Y. 1995. Studies on the solar energy utilization of mulberry fields with different planting densities. *Sericologia*, 35(3):497-505.

Hernández, M. 2003. Valoración nutritiva en la biomasa de *Morus alba* y *Morus multicaulis* en tres localidades de la zona central de Chile. Tesis para optar al grado de Magíster en Ciencias Agropecuarias mención Producción Animal, Universidad de Chile, 56p.

Jayal, M. and Kehar, N. 1962. A study on the nutritive value of mulberry (*Morus indica*) tree leaves. *Indian Journal of Dairy Science*, 15:21-27.

Jegou, D.; Waelput, J. y Brunshwig, G. 1994. Consumo y digestibilidad de la materia seca y del nitrógeno del follaje de Morera (*Morus* sp.) y Amapola (*Malvabiscus arboreus*) en cabras lactantes. In: J.E. Benavides ed. Árboles y arbustos forrajeros en América Central. Vol. I. Serie técnica, Informe técnico N° 236. Turrialba, Costa Rica CATIE. pp. 155-162.

Kellogg, E. and Juliano, N. 1997. The structure and function of rubisco and their implications for systematic studies. *American Journal of Botany*, 84(3):413-428.

Lopez, V.; Morales, S. y Cabrera, M. 2000. Ingestión y digestibilidad aparente de forrajes por la llama (*Lama glama*): I.- Heno de alfalfa (*Medicago sativa*) y paja de trigo (*Triticum Aestivum*) en diferentes proporciones. *Archivos de medicina veterinaria*, 32(2): 201-208.

Maldonado, M.; Grande, D.; Aranda, E. y Pérez-Gil, F. 2000. Evaluación de árboles forrajeros tropicales para la alimentación de rumiantes en Tabasco. In: IV Taller Internacional Silvopastoril: Los árboles en la producción ganadera. EEPF "Indio Hatuey", México, p. 25

Manterola, H. 1999. Situación actual y perspectivas de la producción de leche y quesos con ruminantes menores en Chile. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Santiago, Chile. Circular de Extensión, 25:43-71.

Martín, G.; Hernández, I.; Garcías, J., Sánchez, E. y Benavides J. 1999. Estudio del efecto de la altura de corte sobre la producción de biomasa en Morera. *In*: Resúmenes. Taller Internacional Los Arboles en la producción ganadera. EEPF "Indio Hatuey", Matanzas. Cuba p. 25

Martín, G.; Milera, M.; Iglesias, J.; Simón, L. y Hernández, H. 2000. Sistemas Silvopastoriles para la producción Ganadera en Cuba. *In*: Intensificación de la ganadería en Centroamérica - Beneficios Económicos y Ambientales. (Editores: Carlos Pomareda y Henning Steinfeld). CATIE, FAO y SIDE. San José, Costa Rica. pp 247-266.

Maymone, B.; Tiberio, M. e Triulzi, G.A. 1959. Ricerche comparative sulla digeribilità delle foglie di gelso nelle larve di *Bombyx mori* e negli animali superiori. Annali dell'Istituto Sperimentale Zootecnico di Roma, Volume VI, Roma.

Mehla, R.; Patel, R. and Tripathi, V. 1987. A model for sericulture and milk production. *Agricultural Systems*, 25: 125-133.

Murillo, J.; Sangines, G.; Lara, I.; Rivera, I.; Pinzon, I.; Ramos, T.; Itra, M.; Fuentes, C. y Azcorra, G. 2000. Avances en los programas de investigación en morera (*Morus alba*) en Yucatán. Bibliografía selecta de la red Latinoamericana de Agroforestería Pecuaria. *In*: Simposio Internacional Sistemas Agroforestales Pecuarios en América del Sur, Dairy Cattle FAO, Juiz do Fora MG, Brasil.

NRC. 1984. Nutrient Requirements of Beef Cattle (6th edition) National Academy Press Washington DC p. 17.

Ojeda, F.; Martí, J.; Martínez, N. y Lajonchere, G. 1997. Harina de morera: un concentrado tropical. *In*: Memorias del III Taller Internacional Silvopastoril: Los árboles y arbustos en la gandería. Estación experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, Matanzas, Cuba 25-27 noviembre 1998.

Omar, S.; Shayo, C. and Uden, P. 1999. Voluntary intake and digestibility of mulberry (*Morus alba*) diets by growing goats. *Tropical Grasslands*, 33:177-181.

Oviedo, F.; Benavides, J. y Vallejo, M. 1995. Evaluación bio-económica de un módulo agroforestal con cabras en el trópico húmedo. *In*: Benavides, J. (ed). Sistemas tradicionales y agroforestales de producción caprina en América Central y República Dominicana. CATIE. Turrialba, Costa Rica. p. 211-239.

Pezo, D.; Ibraim, M. 1998. Sistemas Silvopastoriles . Módulo de enseñanza Agroforestal N°2. CATTIE-GTZ Turrialba, Costa Rica. Serie materiales de enseñanza N° 40. 258 Páginas.

Roa, M.L. 2002. Suplementación alimenticia de vacas de doble propósito con morera (*Morus alba*), Nacedero (*Trichanthera gigantea*) y pasto king grass (*Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides*) en el pie de monte llanero, Colombia. Revista Agroforestería en las Américas, 2002

Rojas, C. 2005. Efecto de la densidad de plantación y la frecuencia de corte en el rendimiento y valor nutritivo de *Morus Multicaulis*, en un año de establecimiento.

Rojas, H. y Benavides, J. 1994. Producción de leche de cabras alimentadas con pasto y suplementadas con altos niveles de morera (*Morus sp.*). 317p.

Sánchez, M. 2000. Morera: Un forraje excepcional disponible mundialmente. Bibliografía selecta de la red Latinoamericana de Agroforestería Pecuaria. In: Simposio Internacional sistemas agroforestales Pecuarios en América del Sur, Dairy Cattle FAO, Juiz do Fora MG, Brasil.

Shayo, C. 1997. Uses, yield and nutritive value of mulberry (*Morus alba*) trees for ruminants in the semi-arid areas of central Tanzania. Tropical Grasslands, 31(6):599-604.

Shayo, C. 2000. Potential of Mulberry as feed for ruminants in central Tanzania. Memorias de la conferencia electrónica. In: Morera para la producción animal. FAO. Roma.

Singh, B. and Makkar, H. 2000. The potential of mulberry foliage as a feed supplement in India. In: Mulberry for animal production, FAO Animal Production and Health Paper 147, pp. 139-156.

Soo-Ho, L.; Young-Taek, K.; Sang-Poong, L.; In-Jun, R.; Jung-Sung, L. y Byung-Ho, L. 1990. Sericulture training manual. FAO. Agriculture Services Bulletin, N° 80. p 117.

SPSS. 2001. SPSS V. 11.0 for Windows statistical software. SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA.

Ting-Zing, Z; Yun-Fang, T; Guang-Xian, H; Huaizhong, F; Ben, M. 1988. FAO. Agricultural Services Bulletin. N° 73-1, Roma. 127 Páginas.

Trujillo, F. 2002. Mulberry for rearing dairy heifers. In: Sánchez, M.D. (ed.) 2002. Mulberry for Animal Production FAO Animal Production and Health Paper 147. Rome, pp. 203-206.

Vallejo, M.; Benavides, J. y Esquivel, J. 1992. Observaciones sobre el consumo de ensilaje de follaje de árboles y arbustos por cabras. *In*: Gutiérrez, J. (ed.). I Seminario Centroamericano de Agroforestería y Rumiantes Menores. Chiquimulas, Guatemala. 14-20 pp.

Velásquez, M.; Gutiérrez, M.; Arias, R. y Rodríguez, C. 1994. Tesis para Licenciatura en Zootecnia. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de San Carlos de Guatemala. *In*: Árboles y arbustos forrajeros en América Central. Com. y ed: Jorge Evelio Benavides. Turrialba, C.R.: CATIE. Programa de Agricultura Sostenible. V.1, 490 p.

Vezzani, V. 1938. La foglie di gelso nell'allimentazione delle vacche da latte. *Annali della Sperimentazione agraria* Volume XXIX, Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste, Roma.

Yamashita, T. and Ohsawa, R. 1990. Quantitative investigation on nitrogen metabolism in mulberry leaves. *Bulletin of the National Institute of Sericultural and Entomological Science, Japan*. March (1):27-44.

Yao, J.; Yan, B.; Wang, X. and Liu, J. 2000. Nutritional evaluation of mulberry leaves as feeds for ruminants. *Livestock Research for Rural Development* 12(2): electronic version. Disponible en: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd12/2/yao122.htm>. Leído el 22 de septiembre de 2005.