

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE PREGRADO

EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON FRUTOS DE ESPINO
(*Acacia caven* (Mol.) Mol.) EN LA CONDICIÓN CORPORAL, PESO
VIVO EN ÚLTIMO TERCIO DE GESTACIÓN Y PESO AL
NACIMIENTO DE CORDEROS EN OVEJAS SUFFOLK

DANIELA FRANCISCA GÓMEZ GARCÍA

Santiago, Chile.
2011

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE PREGRADO

**EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON FRUTOS DE ESPINO (*Acacia caven*
(Mol.) Mol.) EN LA CONDICIÓN CORPORAL, PESO VIVO EN ÚLTIMO TERCIO
DE GESTACIÓN Y PESO AL NACIMIENTO DE CORDEROS EN OVEJAS
SUFFOLK**

**EFFECT OF SUPPLEMENTATION WITH ESPINO FRUITS (*Acacia caven* (Mol.)
Mol.) ON BODY CONDITION SCORE, BODY WEIGHT IN LATE PREGNANCY
AND BIRTH WEIGHT OF LAMBS IN SUFFOLK
SHEEP**

DANIELA FRANCISCA GÓMEZ GARCÍA

Santiago, Chile.
2011

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE PREGRADO

EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON FRUTOS DE ESPINO (*Acacia caven*
(Mol.) Mol.) EN LA CONDICIÓN CORPORAL, PESO VIVO EN ÚLTIMO TERCIO
DE GESTACIÓN Y PESO AL NACIMIENTO DE CORDEROS EN OVEJAS
SUFFOLK

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

Daniela Francisca Gómez García

PROFESOR GUÍA	CALIFICACIONES
Sr. Alfredo Olivares E. Ingeniero Agrónomo, Mg. Sc.	7,0
PROFESORES EVALUADORES	
Sr. Giorgio Castellaro G. Ingeniero Agrónomo, Mg. Sc.	6,5
Sra. Loreto Cánaves S. Ingeniero Agrónomo, M. S.	5,8
COLABORADORES	
Srta. Dina Cerda A. Químico Laboratorista	
Sr. Luis Piña M. Ingeniero Agrónomo	

Santiago, Chile.
2011

*A eso de caer y volver a levantarse,
de fracasar y volver a comenzar
de seguir un camino y tener que doblegarlo
de encontrar el dolor y tener que afrontarlo.
A eso no le llames adversidad, llámalo sabiduría.*

*A fijarte una meta y tener que seguir otra
de huir de una prueba y tener que encararla
de planear un vuelo y elevarte sin tener alas
de aspirar y no poder
de querer y no ser querido
de abrazar y no tocar
de avanzar y no llegar.
A eso no le llames castigo, sino experiencia.*

*A eso, de que tus ojos vuelvan a mirar más allá
y tus oídos escuchen un te quiero
el que tus manos trabajen y tu cerebro funcione,
el que tu alma irradie energía
y que tu corazón sienta la sensibilidad
y pretenda amar.
A eso llámalo vivir.*

El Principito

AGRADECIMIENTOS

En forma especial agradezco a:

Mi profesor guía, Don Alfredo Olivares, por ser el creador intelectual de esta investigación, además por sus consejos, apoyo y grandes enseñanzas de vida. Al profesor Luis Piña por su gran paciencia, orientación, ayuda incondicional y amistad. Al profesor, Don Giorgio Castellaro por facilitar las ovejas para realizar este ensayo y además por sus consejos y sugerencias. A la señorita Dina por su colaboración en la realización de los análisis nutricionales. A José Miguel por su ayuda en cada uno de los análisis nutricionales en el laboratorio, por su paciencia y orientación.

Igualmente importantes fueron la señora Patricia, Raquel y Verito por todo su apoyo, buenas vibras y ayuda administrativa. A Don Hernán por su tiempo al ayudarme a cosechar frutos de espino y sus ánimos. A Don Hugo, Don Iván y Don René, fundamentales para llevar a cabo este ensayo, en cuanto al manejo del ganado, realizar mediciones y dedicar su tiempo en esta memoria, por su conocimiento de campo y sus agradables conversaciones.

A mi familia de sobre manera, por ser los pilares principales en mi vida. A mi querida madre Jimena por su amor, gran dedicación, valores y simplemente porque sin ella no sería la mujer en la cual me he convertido. A mis abuelos, Amalia y Víctor por todo su cariño, ánimos, preocupación y por siempre confiar en mi y en mis capacidades. A mis tíos, tías y primos por su cariño, constante preocupación y apoyo.

No podían faltar mis grandes amigos: Karen, ya casi toda una enóloga, por ya los casi 14 años de una bella e incondicional amistad, por sus ánimos, cariño, paciencia, por simplemente escucharme y compartir conmigo los días más felices de mi vida. Claudio, o simplemente Kanicho, por brindarme su amistad, por ser como el hermano que nunca tuve, por sus consejos, por hacerme reír, por su cariño y ayudarme en varias ocasiones a cosechar frutos de espino. Isabel, ya toda una química farmacéutica, gracias por sus buenas vibras y hermosa amistad, por siempre darme palabras de aliento cada vez que sentía que no podía más. También Macarena y Andrea por su especial amistad en la Universidad, por nuestras largas conversaciones a la hora de almuerzo y su gran apoyo.

A Carlita Orellana por su gran ayuda, apoyo y por la gran profesional que es. También Lilia, Carlita Morales, Carolina y Jacqueline por siempre regalarme una sonrisa y brindarme ánimos cuando lo necesité. A Paulina Oliva por su cariño y ayudarme a cosechar. A Luis Sandoval por sus ánimos y ayudarme en la traducción de inglés, También a Pablo, por ser mi compañero durante la realización de toda la etapa pre-experimental y experimental de esta memoria, porque sin su ayuda y apoyo no hubiese sido igual, por facilitar el bruco móvil, por las horas bajo el sol cosechando frutos de espino, por los buenos momentos y de cierta medida haber hecho posible la realización de este ensayo.

Finalmente gracias a todos e incluso a aquellos que no he nombrado, por ser una verdadera luz en mi camino, por llenar de felicidad mis días y simplemente por que sin ustedes esta memoria no hubiese sido posible. Los quiero muchísimo.

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3
MATERIALES Y MÉTODOS	5
Lugar del ensayo	5
Materiales	5
Métodos	5
Análisis estadístico	9
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	12
Caracterización de la pradera anual y fruto de espino	12
Comportamiento animal y rechazo de suplemento	16
Condición corporal durante el último tercio de gestación	18
Condición corporal posterior al momento del parto	20
Peso vivo durante el último tercio de gestación	21
Peso vivo posterior al momento del parto	23
Peso vivo de corderos al nacimiento	27
CONCLUSIONES	28
LITERATURA CITADA	29
ANEXOS	33
APÉNDICES	34

RESUMEN

El matorral de *Acacia caven* (Mol.) Mol. (espino) domina en el secano interior de la zona central. Sus frutos o vainas son producidas en los meses secos, donde la pradera aún no ha emergido. Estudios en similares condiciones hacen mención de la posibilidad del uso de hojas y/o frutos de distintas especies de *Acacias* como suplemento para la alimentación de rumiantes en distintos estados fisiológicos.

La presente investigación se realizó en la Estación Experimental Germán Greve Silva, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile y tuvo como objetivo evaluar la suplementación con fruto de espino sobre la condición corporal, peso vivo durante el último tercio de gestación y peso al nacimiento de corderos en 28 hembras de la raza Suffolk Down. Estas fueron dispuestas en 2 grupos de 14 animales en potreros rectangulares de 1 hectárea con estrato herbáceo, teniendo de alimentación base la pradera. Sólo un grupo fue suplementado diariamente con 200 g de vaina entera molida animal⁻¹ día⁻¹.

Se midió peso vivo y se estimó condición corporal cada 10 días durante el último tercio de preñez. Luego post-parto se realizaron las mismas mediciones y de forma adicional se midió el peso vivo de corderos al nacimiento. Además, se tomaron 3 muestras compuestas de 20 submuestras cada una para el análisis nutricional de la pradera. El fruto de espino también fue analizado bromatológicamente presentando valores similares en comparación con otros frutos de *Acacias*.

Los resultados mostraron que la suplementación con fruto de espino mantuvo e incluso mejoró la condición corporal durante el último tercio de gestación, manteniéndose siempre por sobre los 3,0 puntos; el peso vivo tuvo una respuesta similar pero no estadísticamente significativa. La condición corporal y peso vivo post-parto fueron similares en ambos grupos siendo en promedio 2,3 puntos y 54,6 kg en hembras sin suplementación y 2,3 puntos y 56,8 kg en las suplementadas. El peso vivo de los corderos al nacimiento no presentó diferencias.

Se puede concluir que el fruto de espino, al presentar características nutricionales favorables, se puede considerar un suplemento a utilizar como apoyo en hembras rumiantes en último tercio de gestación, sobre todo si la pradera es de deficiente calidad.

Palabras clave: fruto de espino, condición corporal, último tercio de gestación, taninos.

ABSTRACT

Acacia caven (Mol.) Mol. brushwood dominates in semi-arids areas of Central Chile. Its fruits or pods are produced when the grassland has not yet emerged. Studies under similar conditions have shown the possibility of using *Acacias* fruits or leaves as a supplement for ruminants in different physiological states.

This research was conducted at the German Greve Silva Experimental Station and its was aimed to evaluate the supplementation with *Acacia caven* fruits on body condition score and live weight in late pregnancy of Suffolk sheep and birth weight of their lambs. Treatments were arranged in two groups with 14 animals each, on paddocks with herbaceous strata. One group was supplemented with *Acacia caven* fruits (200 g per animal per day).

Live weight and body condition score were measured every ten days in late pregnancy and once post-partum. Body weight at birth was measured for each lamb, one day after the partum. Three samples of the grassland and one sample of the supplement were analyzed chemically.

Results showed that supplementation with *Acacia caven* fruits improved body condition score during late pregnancy. Supplementation did not change body weight in this period. Post-partum body condition score and body weight were similar between treatments ($p>0.05$). Birth weight of lambs had no differences between treatments.

It was concluded that *Acacia caven* fruits shown favorable nutritional characteristics and can be considered as a supplement for ruminants in late pregnancy, particularly in situations of poor quality pasture.

Key words: *Acacia caven* fruits, body condition score, late pregnancy, tannins.

INTRODUCCIÓN

En el secano interior de la zona central del país, con precipitaciones anuales que van desde los 250-600 mm (Ruiz, 1996), el crecimiento de los pastizales comienza con la primera lluvia efectiva, la cual ocurre, generalmente, en mayo. Las precipitaciones en el sector de Rinconada de Maipú son, en promedio, de 300 mm las cuales se concentran en los meses de invierno, existiendo un período de meses secos de 7 a 8 meses de duración. El crecimiento de la pradera comienza con una baja tasa la que luego llega a un máximo entre los meses de agosto y septiembre. El rendimiento de la pradera es escaso si es mal manejada, con disponibilidades anuales que no superan las 2 Ton MS ha⁻¹ (Olivares, 1996).

Dado lo anterior, el sistema de producción ovina en esta zona se caracteriza por el inicio de los encastes en los meses de enero y febrero para que el último tercio de gestación se presente cuando la pradera ya haya comenzado su crecimiento, y así asegurar de alguna forma la alimentación de madres y corderos. A pesar de esto, la disponibilidad del pastizal no es suficiente para suplir todos los requerimientos que estos animales poseen, dado que su nutrición es fundamental por las grandes demandas que tiene el feto (Aubert, 2005). Esta situación se hace más evidente en los años con regímenes de lluvia tardíos (Olivares *et al.*, 1998).

En Zimbabwe, zona que presenta semejanzas con el secano árido de Chile, la producción caprina es el sustento fundamental de pequeños y medianos productores. Aquí el crecimiento del pastizal depende directamente de las lluvias, las cuales son escasas e impredecibles y más relevante aún, es el extenso período de sequía, que produce baja disponibilidad y calidad de la pradera. La producción tanto ovina como caprina en estas condiciones enfrenta problemas significativos (Smith *et al.*, 2005), ya que la mortalidad de crías es alta y la fertilidad de las hembras se ve disminuida en gran medida por una nutrición inadecuada, por lo que la temporada seca de la pradera produce una restricción importante (Mlambo *et al.*, 2008).

Lo anteriormente descrito también ocurre en ciertas zonas de México, específicamente en Chiapas, donde la producción ovina está concentrada en regiones marginales de subsistencia con un empleo mínimo de insumos forrajeros (Velázquez *et al.*, 2005).

Dado lo anterior, se hace necesario estudiar estrategias que disminuyan el déficit nutricional al que se enfrentan las hembras gestantes y permita así, que los corderos mejoren su peso al nacimiento y las madres mantengan una buena condición corporal y no presenten problemas posteriores de fertilidad.

La suplementación con frutos de espino (*Acacia caven* (Mol.) Mol.), especie común en el secano semiárido de Chile, se presenta como un recurso posible de utilizar. Estudios realizados en Zimbabwe han demostrado que es factible utilizar frutos y hojas de especies del género *Acacia* como suplemento en los meses críticos.

Acacia nilotica y *A. sieberiana* han sido estudiadas con el fin de determinar su composición nutricional y el proceso fermentativo *in vitro* para utilizar posteriormente su vaina y/o semillas. La única limitante en la utilización de este recurso es su contenido de taninos en hojas y vainas, que podrían presentar una posibilidad de toxicidad (Mlambo *et al.*, 2008). Estudios realizados en México señalan que es posible la utilización de vainas de *Acacia farnesiana* molidas en una proporción de hasta un 40% de inclusión en mezclas con rastrojo de maíz molido sin que los ovinos presenten algún tipo de intoxicación por taninos presentes en vainas (Velásquez *et al.*, 2005).

En la zona central de Chile domina el matorral de *Acacia caven* (Mol.) Mol. (espino), árbol perteneciente a la familia Fabaceae, el cual produce frutos (vainas) en el período seco comprendido entre los meses de febrero a abril, meses donde coincidentemente la pradera presenta una baja calidad y progresiva baja disponibilidad dado que no hay crecimiento, convirtiéndose en un alimento atractivo y aprovechable para la suplementación animal (Caris, 2004). Las semillas presentes en las vainas poseen un contenido proteico de aproximadamente 49,7% (Figueroa, 2009). Estas características son comunes entre las especies pertenecientes a la familia de las Acacias (Mlambo *et al.*, 2008).

La utilización de vainas de espino en alimentación animal podría establecerse como una oportunidad de suplementación en aquellos meses donde el forraje es de mala calidad y normalmente escaso, para mejorar la condición de las hembras gestantes, en particular en el período de último tercio de gestación, logrando que las ovejas lleguen al parto con una buena condición corporal e influya directamente en un mejor peso al nacimiento en corderos.

Sobre la base de lo expuesto anteriormente, en el presente trabajo se plantean las siguientes hipótesis y objetivos:

Hipótesis:

- a) La suplementación con fruto de espino aumenta el peso y mejora la condición corporal al momento del parto de ovejas en el último tercio de gestación.
- b) Los corderos cuyas madres son suplementadas con fruto de espino logran mayor peso al nacimiento que aquellos cuyas madres no son suplementadas.

Objetivos:

- a) Evaluar la condición corporal y medir el peso de ovejas no suplementadas y suplementadas con fruto de espino, durante el último tercio de gestación y en el momento de la parición.
- b) Medir el peso al nacimiento de corderos, cuyas madres fueron suplementadas durante el último tercio de gestación con fruto de espino y aquellas no suplementadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar del ensayo

El estudio se realizó en la Estación Experimental Germán Greve Silva perteneciente a la Facultad de Ciencias Agronómicas, Rinconada de Maipú (33° 29' S y 70° 52' O; 470 m.s.n.m.). Los análisis nutricionales se realizaron en el laboratorio de Nutrición Animal perteneciente a la Facultad.

Materiales

Los materiales que se utilizaron en este estudio fueron los siguientes:

- Un potrero de 2 há, con estrato herbáceo.
- 28 ovejas de la raza Suffolk Down.
- Sacos de 50 kg.
- Frutos de espino.
- Molino.
- Balanza.
- Romana.
- Comederos.
- Bebederos.

Métodos

El estudio tuvo una duración de 88 días y comprendió una etapa pre-experimental de selección de animales y período de acostumbramiento (7 días) y una etapa experimental de análisis nutricionales de pradera y vainas de espino, el período del último tercio de gestación ($61,18 \pm 13,27$ días) y el parto de las hembras, las que fueron encastadas a partir de mediados de enero para obtener partos entre los meses de junio y agosto.

Metodología etapa pre-experimental

Cosecha de vainas

Las vainas de espino fueron cosechadas manualmente entre los meses de febrero a abril directamente de los árboles. Estas se guardaron en sacos para su posterior molienda. Para esto se utilizó un molino de martillos presente en la Estación Experimental.

Selección de los animales

Se seleccionaron 28 ovejas de la raza Suffolk Down de 2º, 3º y 4º parto ($2,7 \pm 0,3$ partos) utilizando como criterio de selección la condición corporal inicial ($3,0 \pm 0,3$ puntos), peso vivo ($63,7 \pm 6,8$ kg) y tipo de gestación, la cual se determinó a través de ecografías individuales para descartar madres de gestación doble, utilizando solamente en el ensayo hembras de gestación simple. A pesar de esto, hubo un grado de error en la realización de la ecografía, teniendo en el ensayo 6 ovejas (21,4%) de gestación doble.

Período de acostumbramiento

Se utilizó un período de acostumbramiento de una semana, con el propósito de que las ovejas se acostumbraran a la alimentación con el suplemento, a estar lejos del rebaño y para evitar cuadros de estrés (Caris, 2004).

Metodología etapa experimental

Análisis nutricional

Se realizó un análisis nutricional de la pradera y de vainas de espino chancadas que incluyó materia seca, proteína bruta, fibra detergente neutro, digestibilidad aparente y energía bruta. En forma adicional, se determinó fibra detergente ácido y taninos para el suplemento:

- Materia seca (% MS): se determinó secando la muestra en estufa a 105°C hasta tener un peso constante.
- Proteína bruta (% PB): se obtuvo por determinación del contenido de nitrógeno por el método de Kjeldahl (Blaedel *et al.*, 1963) y el producto de N * 6,25 se obtuvo la PB. Los resultados fueron expresados en porcentaje.
- Fibra detergente neutro (% FDN): se determinó en un destilador de fibra VELP por el método de Göering y Van Söest (Göering *et al.*, 1970).
- Fibra detergente ácido (% FDA): se determinó por el método de Göering y Van Söest (Göering *et al.*, 1970), de igual forma como se realizó para el análisis de fibra detergente neutro.
- 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 (DENZMZ).

- Energía bruta (MJ kg^{-1}): se determinó por combustión de la muestra en presencia de oxígeno usando un calorímetro de bomba balístico GALLENKAMP (Givens, 1986). Para el cálculo de energía digestible (ED) y energía metabolizable (EM) se utilizaron las siguientes fórmulas:

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

Donde:

EB = Energía bruta.
DAPMS = Digestibilidad aparente de la materia seca (expresada en % de materia seca).

$$\text{EM} = \text{ED} * 0,82$$

Donde:

ED = Energía digestible.
0,82 = Factor de conversión (NRC, 2007), que considera un 18% de pérdida de energía digestible a metabolizable.

- Taninos condensables (g L^{-1}): se determinó a través de la maceración de 10 g de la muestra de fruto entero molido de espino en una solución de metanol/agua 80/20 por dos horas de agitación y luego se filtro a través de una membrana de $0,45 \mu\text{m}$ para su posterior análisis, con el Método Bate-Smith (Bate-Smith *et al.*, 1953). Esta determinación fue realizada en el Laboratorio de Enología de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.

Para realizar el análisis nutricional de la pradera, fue necesario tomar 3 muestras compuestas durante el ensayo (día 1, 25 y 50), de 20 submuestras cada una (cuadrante $0,5 \text{ m} \times 0,5 \text{ m}$), colectadas en el potrero de manera sistemática en líneas diagonales.

Tratamientos

Los tratamientos que se establecieron en el ensayo fueron los siguientes:

- T0: Pradera anual de clima mediterráneo rezagada.
- T1: Pradera anual de clima mediterráneo rezagada + 200 g vaina entera chancada $\text{animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$

Se utilizó un potrero dividido en superficies iguales para ambos tratamientos (1 hectárea), los cuales tuvieron como alimentación base la pradera, que presentó como especies dominantes a *Hordeum sp.* (35,4%), *Erodium sp.* (9,2%), *Vulpia dertonensis* (9,1%), *Urtica dioica* L. (3,7%) y otras especies en menor proporción. Se utilizaron 14 animales escogidos al azar del grupo de 28 ovejas seleccionadas por los criterios ya mencionados, los cuales conformaron cada uno de los tratamientos antes señalados.

Las hembras del tratamiento T0 estuvieron en pastoreo, con agua de bebida a libre disposición. Los animales pertenecientes al tratamiento T1, fueron alimentadas con un suplemento de fruto de espino chancado, correspondiente a 11,1% de suplemento en la dieta, considerando un consumo promedio de 1,8 kg de MS animal⁻¹ día⁻¹ (NRC, 2007), lo cual es equivalente a aproximadamente 200 g de vaina entera molida animal⁻¹ día⁻¹, cantidad similar a la suplementación en otros ensayos, donde se hace mención a la entrega de 200 g de *Acacia senegal* como parte de dietas para cabras (Sanon *et al.*, 2008).



Figura 1. Presentación del suplemento de fruto de espino (*Acacia caven* (Mol.) Mol.), tal como ofrecido.

El suplemento (Figura 1) fue entregado diariamente por las mañanas en dos comederos dispuestos en el potrero correspondiente a las hembras del tratamiento T1 y con agua de bebida a libre disposición. Los animales dispusieron durante todo el día del suplemento, colectando a la mañana siguiente el rechazo presente en los comederos, el cual fue pesado para estimar la cantidad de suplemento consumido diariamente. Luego de retirado el suplemento rechazado, se entregó el nuevo suplemento correspondiente al día. Para identificar a los animales, cada oveja tuvo alguna señal distintiva que fuera de fácil reconocimiento visual. Los animales sólo salieron de su respectivo potrero para las mediciones correspondientes de peso y condición corporal, las cuales fueron realizadas cada 10 días (6 mediciones en total a lo largo del desarrollo del ensayo).

En cuanto al manejo veterinario del rebaño, las ovejas gestantes fueron dosificadas el día 18 de mayo con 1 cc/50 kg de peso vivo de Ivermectina. Este antiparasitario se inyecta en forma subcutánea y controla principalmente parásitos internos y externos. Además fueron vacunadas para prevenir enfermedades clostridiales.

VARIABLES MEDIDAS

Las variables medidas fueron:

- Rechazo diario del suplemento (kg): Se pesó en una balanza y se realizó una estimación individual en relación a los gramos entregados por oveja.
- Peso vivo de hembra (kg): Los animales se pesaron cada 10 días durante todo el período experimental, utilizando una romana con una precisión de 500 g.
- Condición corporal de la hembra (puntos): Fue estimada cada 10 días, mediante una palpación de la profundidad del “ojo” del músculo *Longissimus dorsi* y del grado de cobertura de grasa subcutánea de la zona entre la apófisis espinosa y transversa de la primera vértebra lumbar anterior (Thompson *et al.*, 1994).
- Peso vivo de corderos al nacimiento (kg): Este peso se obtuvo luego que los recién nacidos fueron reconocidos por la madre y consumieran el calostro oportunamente, utilizando un dinamómetro con una precisión de 50 g.

Análisis estadístico

Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado, analizado en base a un modelo de medidas repetidas. Los datos obtenidos de cada una de las variables medidas fueron sometidos a una prueba *t* para muestras independientes con el fin de comprobar si existen diferencias significativas entre los tratamientos, con un nivel de significancia del 5% (Kaps *et al.*, 2004). Para las variables relacionadas con el comportamiento de la hembra gestante, la unidad experimental fue la oveja de la raza Suffolk Down considerando un total de 14 repeticiones para el tratamiento T0 y 13 repeticiones para el tratamiento T1, dado que una hembra de este tratamiento no quedó gestando. Se utilizó como factor de corrección el tipo de gestación dado que en el tratamiento T0 existieron 4 hembras de gestación doble y en el tratamiento T1 2 ovejas de gestación doble.

Los resultados se analizaron con el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + \beta * \chi_j + E_{ijk}$$

Donde:

- Y_{ijk} = Variable dependiente medida en las ovejas (peso vivo; condición corporal).
- μ = Media de Y (variable dependiente).
- T_i = Efecto del i – ésimo tratamiento.
- $\beta * \chi_j$ = Covariable correspondiente al día de gestación.
- E_{ijk} = Error residual.

Para la variable peso al nacimiento de los corderos (PVn) se consideró como unidad experimental al cordero proveniente de las hembras de ambos tratamientos. El peso de las crías provenientes de una hembra de gestación doble fue llevado a su equivalente como cordero de parto simple utilizando como factor de corrección el cuociente entre el promedio del peso vivo de las crías simples y el promedio de peso vivo de las crías de gestación doble, generando un factor de corrección independiente por tratamiento y por sexo. Posteriormente, el peso vivo de los corderos hembra fue llevado a su equivalente de cordero macho utilizando como factor de corrección el cuociente entre el promedio de los pesos vivos de machos simples y el promedio de los pesos vivos de hembras simples.

Para analizar la variable peso al nacimiento de los corderos se utilizó el siguiente modelo:

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

Donde:

- Y_{ij} = Variable dependiente (peso al nacimiento de los corderos).
- μ = Media de Y (variable dependiente).
- T_i = Efecto del i – ésimo tratamiento.
- E_{ij} = Error residual.

Para determinar la variación efectiva de peso vivo de las hembras, se estimó el peso del útero grávido mediante la ecuación propuesta por CSIRO (2007). Así, se restó el valor del útero grávido al peso de la hembra medido en cada período. La ecuación para el cálculo del peso del útero grávido es la siguiente:

$$Y_n = (PV_n / P_{vest}) * \exp (A - (B * \exp (-C * t)))$$

Donde:

- Y_n = Peso del útero grávido al día n de gestación (kg).
- PV_n = Peso vivo medido al nacimiento de los corderos.
- P_{Nest} = Peso estándar al nacimiento de los corderos (4 kg).
- A = Parámetro de la ecuación equivalente a 5,17
- B = Parámetro de la ecuación equivalente a 8,38
- C = Parámetro de la ecuación equivalente a $6,08 * 10^{-3}$
- t = Días de gestación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización de la pradera anual y fruto de espino

La pradera anual de clima mediterráneo se caracteriza por una marcada estacionalidad, ya que las semillas de las especies constituyentes de esta pradera germinan con la primera lluvia efectiva de otoño, luego inician un crecimiento lento en los meses finales de otoño y durante los meses de invierno, especialmente cuando se presentan inviernos fríos; en primavera, cuando la temperatura aumenta y aún hay disponibilidad hídrica en el suelo, logran una mayor tasa de crecimiento (Olivares *et al.*, 1989).

Como se puede observar en la Figura 2, las precipitaciones en el campo experimental fueron inferiores al promedio de la serie 1977-2010 del mismo centro experimental, siendo aproximadamente de 201,1 mm, concentrándose en un período de 6 a 7 meses. En el mes de junio se presentó el máximo de precipitaciones con alrededor de 103,0 mm, lo que convierte a este año 2010 como un año seco, dado que se considera un año normal de precipitaciones cuando éstas son, en promedio, de 300 mm (Olivares, 1996).

Al comienzo del ensayo ambos potreros tenían una disponibilidad promedio aproximada de 4.197 kg ha⁻¹ de MS lo que en su mayoría era remanente de la temporada anterior (primer muestreo correspondiente a 26 de abril). Los animales una vez en pastoreo en cada uno de los potreros comenzaron a alimentarse en forma similar, teniendo como disponibilidad en el segundo período (segundo muestreo 21 de mayo) 1.743 kg ha⁻¹ de MS promedio, para finalizar con una disponibilidad en promedio de 468 kg ha⁻¹ de MS (correspondiente al muestreo del día 31 de julio).

En el Cuadro 1 se puede observar una caracterización nutricional detallada para los potreros correspondientes a ambos tratamientos, presentándose a la segunda medición la emergencia y desarrollo del nuevo ciclo de la pradera (15 de mayo).

Cuadro 1. Análisis nutricional de la pradera anual de clima mediterráneo correspondiente a los meses de abril, mayo y julio del año en estudio.

	<u>Pradera Anual de Clima Mediterráneo</u>							
	26 de abril		21 de mayo		31 de julio		Promedio	
	T0	T1	T0	T1	T0	T1	T0	T1
Materia seca (% MS)	90,5	88,6	89,7	89,6	91,7	91,8	90,6	90,0
Proteína bruta (% PB)	6,6	9,3	7,1	8,9	14,8	16,1	9,5	11,4
Fibra detergente neutro (% FDN)	56,3	49,9	64,1	62,6	56,6	59,1	59,0	57,2
Digestibilidad aparente MS (% DAPMS)	60,8	68,5	55,1	57,7	51,0	44,4	55,6	56,9
Energía bruta (MJ kg ⁻¹)	16,0	16,9	16,3	16,8	15,4	16,8	15,9	16,8
Energía metabolizable (MJ kg ⁻¹)	7,9	9,5	7,4	7,9	6,6	6,1	7,3	7,8

Considerando que el promedio de energía metabolizable para los potreros correspondientes al tratamiento T0 y T1 fue de 7,3 y 7,8 MJ kg⁻¹, respectivamente y que los requerimientos de EM y consumo estimado de MS para las hembras de gestación simple fue de 14,43 MJ día⁻¹ y 1,80 kg de MS animal⁻¹ día⁻¹, respectivamente (NRC, 2007), se podría concluir que la pradera no fue capaz de satisfacer los requerimientos que poseen las hembras gestantes pertenecientes a T0, consumiendo sólo 13,14 MJ día⁻¹ de EM. En cambio, aquellas ovejas suplementadas, sí logran satisfacer sus requerimientos, consumiendo 14,96 MJ día⁻¹ de energía metabolizable, considerando el aporte adicional de 2,5 MJ día⁻¹ otorgado por el suplemento.

De igual forma, y considerando que los promedios de proteína bruta fueron de 9,5 % para T0 y 11,4 % para T1 y, dado que los requerimientos de proteína bruta para hembras de gestación simple fue de 156 g día⁻¹ (NRC, 2007), se podría establecer que tanto aquellas ovejas gestantes no suplementadas y suplementadas logran satisfacer sus requerimientos, consumiendo 171 y 208 g día⁻¹ de PB, respectivamente.

En ambos tratamientos se presentaron ovejas melliceras, las cuales poseen mayores requerimientos de energía metabolizable y consumo de proteína bruta (requerimientos de EM = 18,28 MJ día⁻¹ y PB = 192 g día⁻¹). Si se considera que una hembra de gestación doble posee un consumo estimado de 1,83 kg de MS animal⁻¹ día⁻¹ (NRC, 2007), se podría deducir que sólo aquellas hembras suplementadas fueron capaces de satisfacer sus requerimientos proteicos, consumiendo 212 g día⁻¹ de PB y no así los requerimientos de EM; aquellas hembras sin suplemento no lograron satisfacer sus necesidades tanto de EM como de PB.

El cálculo detallado del consumo de EM y PB, para obtener los valores descritos en los párrafos anteriores, puede ser observado en los apéndices I y II.

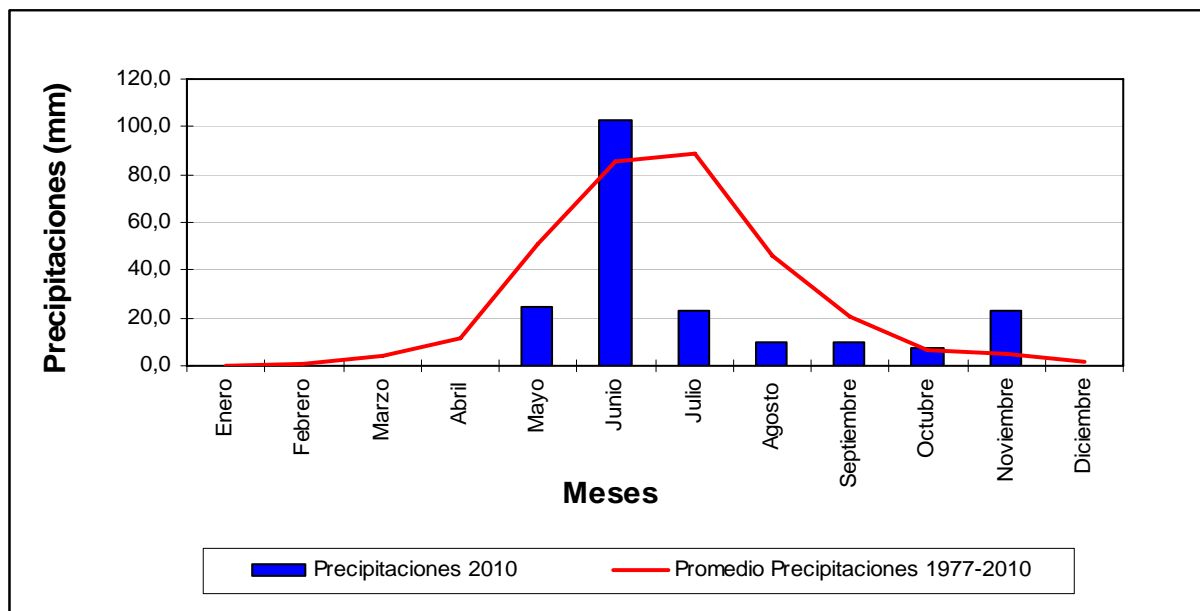


Figura 2. Precipitaciones mensuales (mm) año 2010 y promedio histórico serie 1977-2010 en Estación Experimental Germán Greve Silva en Rinconada de Maipú.

En el Cuadro 2 se presenta la descripción bromatológica detallada del fruto de espino:

Cuadro 2. Análisis nutricional del fruto chancado de espino.

Fruto de Espino	
Materia seca (% MS)	88,5
Proteína bruta (% PB)	12,8
Fibra detergente neutro (% FDN)	31,0
Fibra detergente ácido (% FDA)	22,5
Digestibilidad aparente M.S. (% DAPMS)	72,4
Energía bruta (MJ kg ⁻¹)	20,9
Energía digestible (MJ kg ⁻¹)	15,2
Energía metabolizable (MJ kg ⁻¹)	12,4
Taninos (g L ⁻¹)	3,30

Los valores nutricionales del fruto de espino (Cuadro 2) en cuanto a FDN y FDA son similares en comparación con varios frutos de Acacias (Cuadro 3). Dado que el fruto de espino posee una fibra detergente neutra menor, lo convierte en un buen suplemento para los rumiantes, dado que la parte más energética está en el contenido celular y siempre lo ideal será que la FDN sea menor (Manterola, 1979).

Cuadro 3. Análisis de proteína bruta (%PB), fibra detergente neutro (%FDN), fibra detergente ácido (%FDA), digestibilidad aparente de la materia seca (%DAPMS) y energía metabolizable (MJ kg⁻¹) para frutos de distintas especies de Acacias.

	%PB	%FDN	%FDA	%DAPMS	E.M. (MJ kg ⁻¹)
<i>Acacia farnesiana</i> (Velázquez <i>et al.</i> , 2005)	11,1	46,5	35,2	-	-
<i>Acacia nilotica</i> (Smith <i>et al.</i> , 2005)	14,7	23,6	17,8	-	-
<i>Acacia senegal</i> (Sanon <i>et al.</i> , 2008)	10,3	41,9	41,2	-	-
<i>Acacia etbaica</i> (Yayneshet <i>et al.</i> , 2008)	13,5	47,3	40,8	50,29	8,4
<i>Acacia erubescens</i> (Mlambo <i>et al.</i> , 2008)	27,1	54,3	39,2	-	-
<i>Acacia erolioba</i> (Mlambo <i>et al.</i> , 2008)	21,3	41,5	29,8	-	-
<i>Acacia sieberiana</i> (Mlambo <i>et al.</i> , 2008)	13,6	35,6	19,2	-	-

En cuanto a la digestibilidad y la energía metabolizable, los frutos de *Acacia caven* (Mol.) Mol. se presentan nuevamente como un recurso atractivo para ser utilizados como suplemento en periodos secos, ya que sus valores son superiores si se le compara con frutos de *Acacia etbaica*, la que presenta una digestibilidad de 50,3% y una energía metabolizable de 8,4 MJ kg⁻¹ (Yayneshet *et al.*, 2008); también *Acacia saligna* presenta valores de digestibilidad de la materia seca y contenido energético bajos, y esto relacionado con la presencia de factores antinutricionales como los taninos (Tamir *et al.*, 2009). El fruto de espino, al presentar valores altos de energía influiría positivamente en el último tercio de gestación de las ovejas donde la nutrición, ya sea en aporte proteico como energético, es fundamental para la nutrición del feto, la posterior producción de leche y para la mantención de las hembras. Esto se explicará más adelante de forma más detallada.

Por otro lado Bwire *et al.* (2004), mencionan que es posible la suplementación con mezclas de alimentos, donde en distintos grados de inclusión de *Acacia tortilis* en concentrados con salvado de maíz y/o semillas de girasol los valores para %PB, %FDN y %FDA son de 16,0; 35,8 y 21,7 respectivamente cuando el concentrado presentó 2 kg de frutos de *Acacia tortilis* más salvado de maíz.

Los taninos se consideran factores antinutricionales que pueden resultar ser tóxicos para rumiantes y que disminuyen el valor nutritivo de ciertos alimentos (Velázquez *et al.*, 2005). Tamir *et al.* (2009) establecieron en *Acacia angustissima* y *A. chinensis* que, si se secan previamente al sol, las hojas mejoran notablemente su calidad y palatabilidad, reduciendo el contenido de taninos y mejora la utilización del nitrógeno por el rumen, esto se expresa en mejores ganancias de peso vivo y condición corporal de corderos. Cabe señalar que, en otras investigaciones, el contenido de taninos es menor en los frutos y mucho menor en las semillas, como lo señala Mlambo *et al.* (2008) en el caso de *Acacia erubescens*, *A. sieberiana* y *A. erioloba*.

Para la suplementación de las hembras en último tercio de gestación es fundamental el contenido proteico del alimento, dado que los niveles de proteína en la dieta modulan los niveles de producción de leche, la tasa de crecimiento de los corderos y por supuesto el contenido proteico de la leche. De esta forma, cuando el suplemento no cumple con los mínimos requisitos proteicos de las ovejas para la producción de leche y posterior lactancia, los animales deben recurrir a la proteína corporal para poder suplir estos requerimientos (Sandoval *et al.*, 1982). En estudios previos realizados en el cotiledón de la semilla de espino (Figuerola, 2009), se observó que éste presenta un contenido de proteína de 49,7%. En cuanto al fruto entero, su contenido proteico es de un 12,8% siendo similar a los frutos de otras especies de Acacias (Cuadro 3). El valor de los frutos para ser utilizados como suplemento, depende de la cantidad y proporción de semillas presentes, dado que la mayor parte de la proteína está en las semillas (Mlambo *et al.*, 2008). Las semillas al poseer los niveles mayores de nitrógeno, se consideran el principal componente de proteína en los frutos de Acacias; las semillas presentan una testa dura la cual dificulta la degradabilidad completa de la semilla por el animal y el nivel proteico de los frutos dependerá si se entregan con un grado de molienda, por lo tanto al suplementar los animales con frutos sin molienda, una alta proporción de semillas pasan intactas por el intestino, reduciendo así su potencial contribución proteica (Mlambo *et al.*, 2008). El fruto de espino chancado facilita la digestión de las semillas, las cuales en su mayoría están partidas (Figura 1), asegurando la entrega de proteína a las ovejas gestantes.

Comportamiento animal y rechazo de suplemento

Al comenzar el período experimental tan sólo 5 ovejas correspondientes al tratamiento con suplemento se acercaron al comedero para alimentarse de los frutos de espinos enteros chancados. Al cuarto día (06 de mayo) la respuesta por parte de las hembras cambió aumentando el número a las 14 ovejas. Fue común observar que a partir de este día las competencias por comer más suplemento fueron frecuentes. Para evitarlas, se dispuso de 2 comederos paralelos uno de otro para que las ovejas pudieran comer en forma más adecuada y cómoda. El rechazo del suplemento (figuras 3 y 4), fue prácticamente 0 kg en todo el período, teniendo una alta palatabilidad. Esto plantea la necesidad de establecer estudios posteriores con una mayor entrega de suplemento por animal al día.

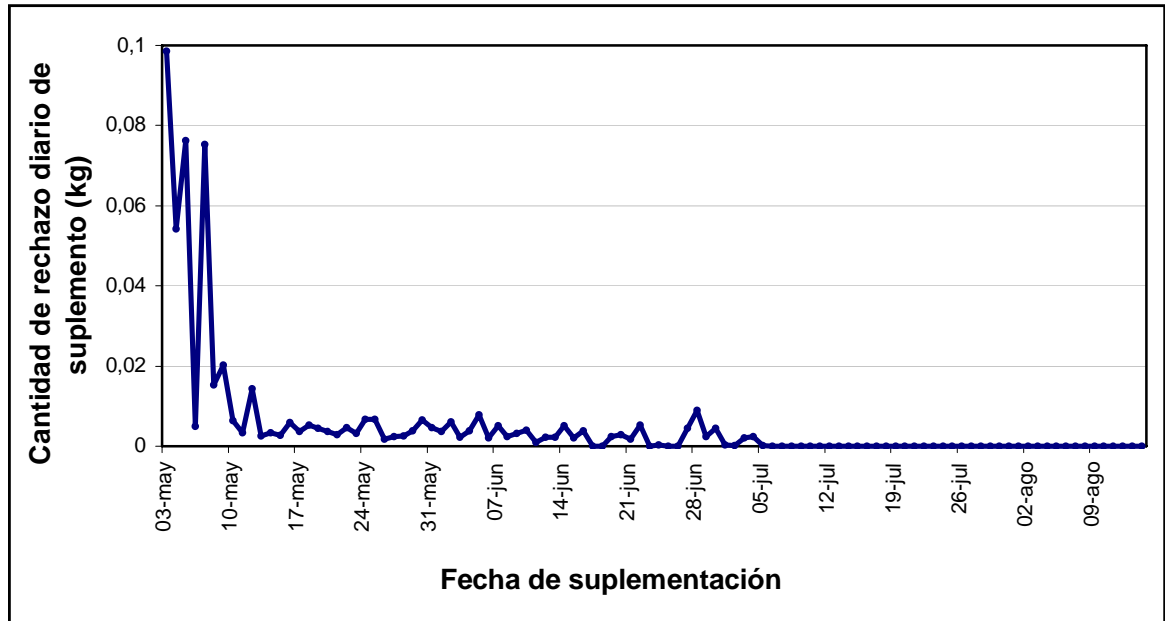


Figura 3. Rechazo diario de suplemento entregado (kg) desde día 03 de mayo hasta 14 de agosto del presente año.



Figura 4. Ovejas alimentándose del suplemento.

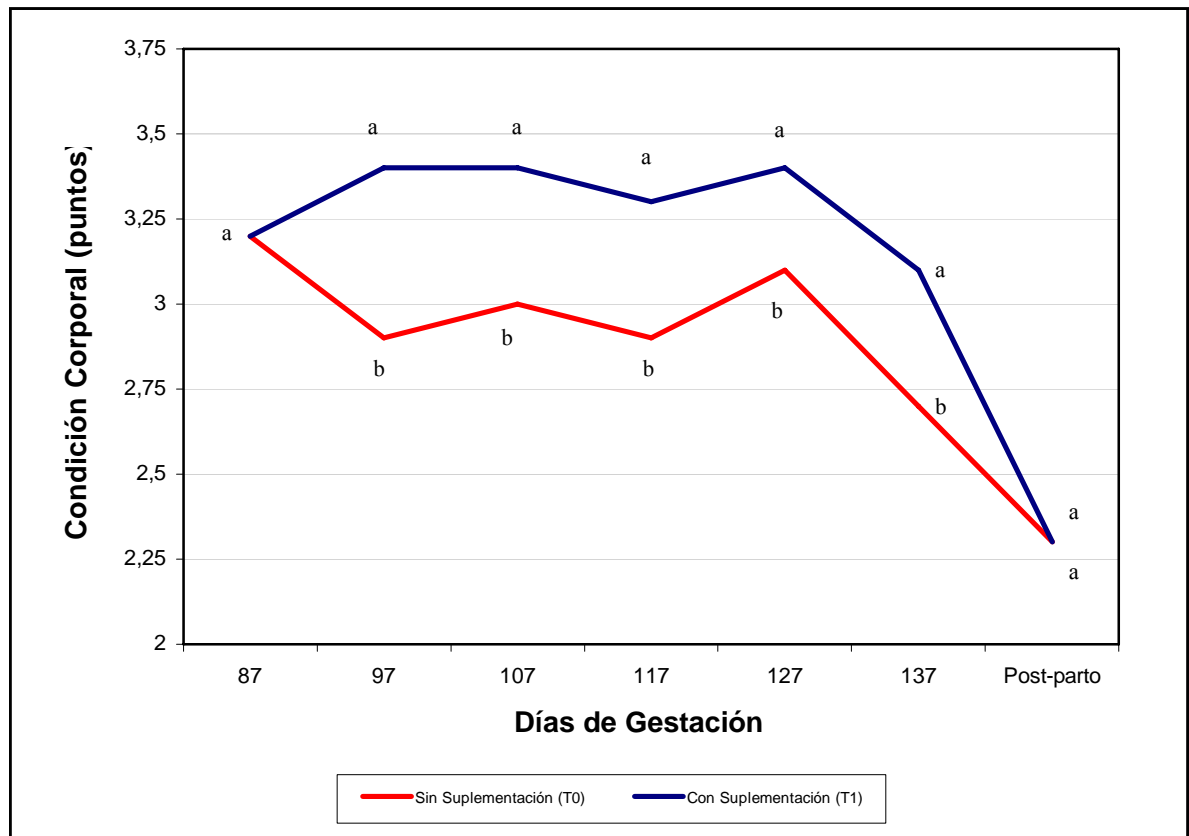
Condición corporal durante último tercio de gestación

Las hembras de ambos tratamientos comenzaron con igualdad en condición corporal al inicio de la etapa experimental (primera medición equivale al día 87 de gestación y el día 137 de gestación indica última medición pre-parto). Se puede observar (Figura 5) que ambos tratamientos tuvieron la misma tendencia. En promedio, las ovejas con suplemento se mantuvieron superior en condición corporal, lo que podría generar una mejor recuperación post-parto, lactancia y próximo encaste, coincidente con lo mencionado por García (2002) en cuanto a la relevancia de una buena alimentación de ovejas en último tercio de gestación en la zona central, en donde la suplementación en este período es fundamental, debido a que el crecimiento fetal significa el 75% del peso total con el que nacerá el cordero, además se desarrolla el tejido productor de leche para la lactancia y la posterior recuperación de las hembras.

Al poseer altos requerimientos para mantener el crecimiento fetal y condición corporal de las madres, especialmente para la producción de leche, la nutrición se hace un factor relevante, y si estos requerimientos no se satisfacen es posible que las hembras produzcan cetosis, lo que arriesga la vida tanto del cordero como de la hembra gestante; además una subnutrición produce poco peso de corderos al nacimiento, altos niveles de mortalidad y poca producción de leche por parte de las ovejas (Church *et al.*, 2003).

La nutrición de la hembra también determina la cantidad de reservas energéticas que posee el cordero y la producción de calostro y su composición, importante porque el traspaso de inmunoglobulinas desde la madre al cordero es a través de esta vía lo que asegura la supervivencia futura de la cría (Cabrera, 1997).

Se estima que para tener una mejor respuesta ante la suplementación esta debe comenzar a lo menos 45 días antes de que se inicien las pariciones para que exista un efecto en la nutrición de las hembras (García, 2002). Esto se vio reflejado en la curva de condición corporal (Figura 5), donde precisamente entre el día 87 a 97 de gestación (40-50 días antes de parición) se determinó el comportamiento de la condición corporal de las hembras gestantes durante el último tercio de gestación, siendo siempre superior las ovejas suplementadas.



Letras diferentes en cada rótulo indican que hay diferencias significativas entre tratamientos para cada período $p \leq 0,05$.

Figura 5. Efecto de la suplementación con frutos de espino en la condición corporal en el último tercio de gestación y medición post-parto en ovejas de la raza Suffolk Down.

Las ovejas suplementadas se mantuvieron siempre en promedio por sobre los 3,0 puntos de condición corporal, lo que probablemente hizo que estas hembras no utilizaran parte de sus reservas corporales y se mantuvieran siempre en un mejor estado. Como se había mencionado anteriormente, ambos tratamientos tuvieron la misma tendencia en el tiempo, presentando una marcada caída a partir del día 127 de gestación, lo que estaría generado por la cercanía al momento del parto y con ello el inicio de la lactancia, período en que la madre debe removilizar sus reservas para el desarrollo de la glándula mamaria para la secreción de leche y posterior amamantamiento (Cabrera, 1997).

El tratamiento con suplemento fue significativamente superior que el tratamiento sin suplementación en el promedio de la condición corporal en último tercio de gestación, teniendo una condición promedio de 3,3 y 3,0 puntos respectivamente.

Condición corporal posterior al momento del parto

Las ovejas a partir del día 127 de gestación comienzan a aumentar la movilización de los precursores de glucosa, como aminoácidos y aumentan la generación de glucosa a través del ácido propiónico, principalmente para el desarrollo de la glándula mamaria para la posterior lactancia (Manterola, 1979).

Las hembras suplementadas al tener una buena condición corporal durante el último tercio de gestación y posterior al momento del parto asegura la existencia de una gran proporción de grasas, las que se metabolizan rápidamente en la lactancia para una alta producción de leche; además se desarrolla una mayor proporción de tejido secretor en la ubre (Cabrera, 1997).

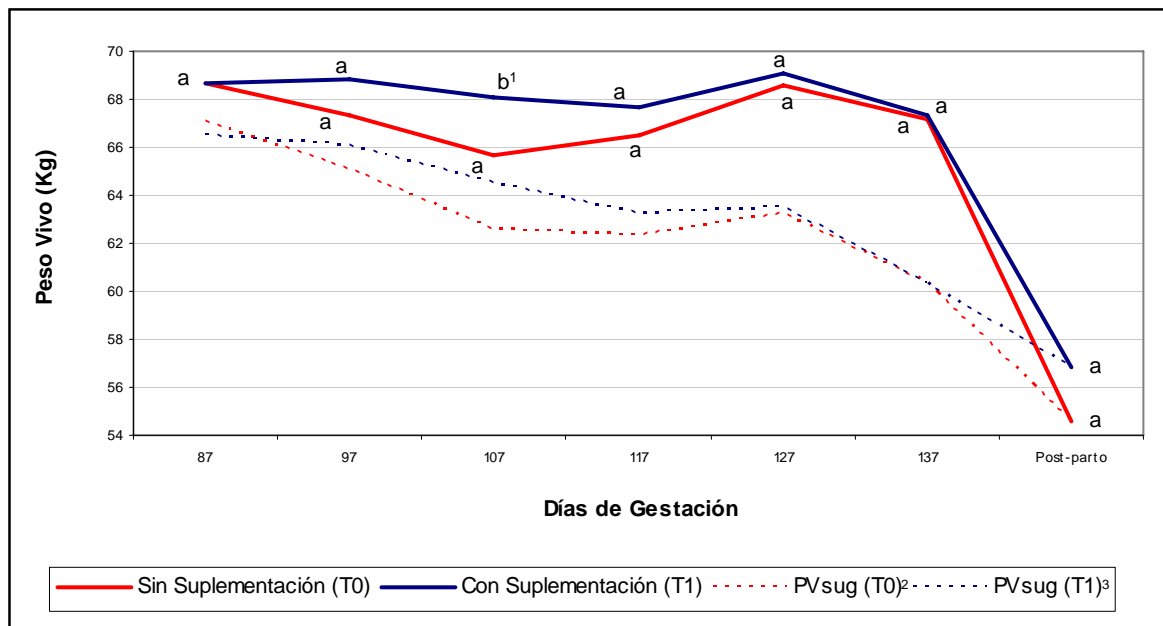
No hubo diferencias significativas posterior al parto, teniendo una condición corporal de 2,3 puntos para ambos grupos de hembras (Figura 5).

Es relevante la estrategia de suplementación durante período de preñez para que las hembras logren llegar al parto con un buen nivel de condición corporal (3,0-3,25 puntos). Esto significa disponer inmediatamente de un importante porcentaje de calostro para la alimentación de los corderos, a pesar de que posterior al parto la condición corporal de ambos grupos de hembras fueron similares. Sosa *et al.* (2008) hace mención en su ensayo que ovejas con un adecuado nivel nutricional durante el último tercio de gestación, poseen disponible en forma inmediata para la alimentación de corderos el 95% del total del calostro secretado, versus un 15% de calostro en aquellas hembras con deficiente nutrición.

Teniendo en cuenta la curva de la condición corporal durante el último tercio de gestación y posterior al momento del parto, la evolución que tuvo está relacionada con la variación que presentó el peso vivo de las hembras (Figura 6), por ende para tener una variación en 1 punto de condición corporal fue necesario 12 kg de peso vivo (incluido el peso del útero grávido), cantidad bastante similar a la propuesta por Avendaño *et al.* (2002) donde fue necesario 11 kg de peso vivo para lograr el cambio en 1 punto de condición corporal para ovejas de la raza Suffolk Down.

Peso vivo durante el último tercio de gestación

Al igual que en condición corporal, la suplementación con fruto de espinos en las hembras gestantes correspondientes al tratamiento T1 influyó en una mejor respuesta en la variación del peso vivo promedio a lo largo del último tercio de gestación (Figura 6), manteniéndose siempre superior que la curva representativa de aquellas hembras no suplementadas, esto dado principalmente porque las ovejas presentaron una eficiente respuesta ante la suplementación con fruto de espinos desde el inicio de la suplementación hasta aproximadamente el día 127 de gestación. Avendaño *et al.* (2002) menciona una situación similar al suplementar ovejas de la raza Suffolk Down en último tercio de gestación con grano de avena, afrechillo de trigo y harina de carne y hueso.



¹ Letras diferentes en día de gestación 107 (tercera medición) indican que hay diferencias significativas entre tratamientos $p \leq 0,05$.

² y ³ Peso vivo (kg) descontando el peso del útero grávido en los tratamientos sin suplementación y con suplementación respectivamente.

Figura 6. Efecto de la suplementación con frutos de espinos en el peso vivo (kg) y peso vivo descontando el útero grávido, durante el último tercio de gestación y medición post-parto de ovejas de la raza Suffolk Down.

Las pérdidas de peso están entre los 7 kg (10%) durante las últimas 9 semanas pre-parto y alrededor de 11 kg (16%) de manera inmediata posterior al parto (Manterola *et al.*, 1984). La suplementación permitiría mejorar el estado nutricional de la hembra durante el último tercio de preñez y su posterior recuperación, fundamental desde el punto de vista reproductivo considerando el próximo encaste y desde el punto de vista fisiológico si se piensa en la lactancia. Las hembras, al tener una buena nutrición proteica y energética durante este período podrán aprovechar la capacidad del organismo en lograr acumular reservas para el período que vendrá inmediatamente después del parto (Castro, 1981).

La curva correspondiente al tratamiento con suplemento, no reflejó una marcada caída al día 107 de gestación, como sí lo presenta la curva correspondiente al tratamiento sin suplemento. Esto puede deberse por el mayor y rápido desarrollo que presenta la placenta y los fluidos fetales (como líquido amniótico y alantoideo) principalmente en el segundo y tercer mes de gestación, para luego estabilizarse en el último tercio de gestación (Pinochet *et al.*, 2007). Las hembras suplementadas al tener un aporte extra tanto en proteína como energía, contribuyó a que la caída de la curva a causa de este tipo de requerimientos por parte de las madres no fuera tan marcada, a diferencia de las hembras no suplementadas que no tuvieron este apoyo nutricional extra; a pesar que esta disminución de peso es normal desde el punto de vista fisiológico en las hembras gestantes, se observa claramente una mayor disminución de peso en las hembras no suplementadas, lo que influirá en menores peso al nacimiento en corderos y la reducción de la secreción de leche por la lenta y baja formación de células de secreción de la ubre (Castro, 1981).

Bwire *et al.* (2004) indican en el caso particular de vacas, que es posible aumentar la producción de leche si se suplementan a las hembras con distintos niveles de inclusión de *Acacia tortilis*.

Un incremento en el peso vivo de ambos grupos a partir del día 117 de gestación, podría deberse a que la pradera ya había emergido hace 15 días aproximadamente, y la calidad ha mejorado en relación al remanente existente, principalmente el contenido de proteína (Cuadro 1). Las hembras hacen una selección de las especies de mejor calidad, principalmente el forraje de mayor nivel proteico, siendo consumidas en primer lugar las especies del género *Erodium*, seguidas por gramíneas como *Vulpia dertonensis* y estando en último lugar *Hordeum sp.* consumida sólo en sus primeras etapas de crecimiento (Olivares, 1996) lo que influye de igual manera en este incremento del peso vivo. También se debe este aumento de peso vivo en las hembras por el incremento en el crecimiento fetal.

Independiente de la suplementación, la hembra de igual forma debe prepararse fisiológicamente para el momento del parto y posterior entrega de calostro e inicio de la lactancia en los corderos nacidos (Manterola, 1979). Es por este motivo, que la hembra al comenzar el desarrollo de la glándula mamaria, su peso vivo cae tan bruscamente a partir del día 127 de gestación, llegando a un punto donde ambas curvas se presentan casi en el mismo peso vivo de aproximadamente 67,2 kg para el día 137 de gestación.

A pesar de que siempre se mantuvieron superiores las hembras suplementadas, no fueron significativamente más pesadas en promedio para todo el período de último tercio de gestación con respecto a las hembras no suplementadas, presentándose con un peso vivo de 68,3 y 67,3 kg, respectivamente.

Este proceso fisiológico natural de pérdida de peso se ilustra más claramente en la curva de peso vivo descontando el peso del útero grávido (Figura 6); estando o no las hembras suplementadas en el último tercio de preñez, la respuesta de esta baja de peso vivo de las ovejas será en la misma proporción en ambos tratamientos a medida que se aproximan las pariciones, como ya se había indicado anteriormente, no presentando diferencias significativas en ningún período.

Peso vivo posterior al momento del parto

Posterior a la parición, la disminución en el peso vivo en las ovejas fue bastante evidente, siendo consecuente con la tendencia que presentó la variación del peso vivo durante el último tercio de gestación (Figura 6). Las hembras suplementadas tuvieron pesos mayores que aquellas madres sin suplementar, y esto se mantuvo incluso post-parto. A pesar de ser superior el peso vivo de las ovejas con suplemento, esta diferencia no fue significativa. No obstante, son reiterados los ensayos donde se presenta la suplementación con distintos tipos de hojas y/o frutos de Acacias y el impacto que tiene esta suplementación en el aumento o mantención del peso vivo en diferentes estados fisiológicos de los rumiantes. Es así como en el caso particular de la suplementación de borregas con *Acacia farnesiana* aumentan su peso vivo y fueron superiores a aquellos animales no suplementados a una razón de $1,65 \pm 1,21$ kg en inclusión total del 40% de vainas de *Acacia farnesiana* en la dieta (Velázquez *et al.*, 2005). Por otro lado la suplementación con *Acacia etbaica* hasta en un 1% del peso corporal de caprinos hace mejorar notablemente el consumo de materia seca y produce el aumento de peso vivo en los animales (Yayneshet *et al.*, 2008). También al incluir vainas de *Acacia senegal* en la dieta de cabras, estas aumentaron su peso vivo (kg) en una tasa de crecimiento de 56 g día^{-1} (Sanon *et al.*, 2008).

La condición corporal y peso vivo son indicadores que ilustran el estado nutricional de un animal, y son relevantes durante la gestación, parto y posterior lactancia, como se explicó anteriormente en las ovejas de este ensayo. A pesar que ya se dio una interpretación de cada uno de los resultados obtenidos en la etapa experimental, estos se centraron en los cambios fisiológicos propios de las hembras en último tercio de gestación, pero no se detalló que estos cambios fisiológicos están modulados por una serie de cambios metabólicos que cabe explicar de manera extensa.

La condición corporal se relaciona directamente con la movilización de tejidos de reserva durante el último tercio de gestación, pero principalmente en el período de transición (Correa, 2001). Se considera como período de transición a las 3 semanas antes del parto y a las 3 semanas post-parto, tiempo de vital importancia tanto para vacas, ovinos y caprinos, dado que la mayoría de los cambios fisiológicos y hormonales ocurren fundamentalmente en este período, y también la mayoría de las enfermedades, como fiebre de leche, cetosis, retención de placenta, entre otros (Drackley, 1999).

Por otro lado Drackley *et al.* (2001) coincide con lo antes mencionado, y agrega que el hígado en este período crítico está encargado de la coordinación del flujo de los nutrientes para apoyar la gestación y luego la lactancia, adaptándose a estos requerimientos de manera rápida sin comprometer mayormente la salud de las hembras.

Los nutrientes, como reservas de lípidos, glucosa como glucógeno y aminoácidos de la proteína lábil, son utilizados en gran medida para procesos de mantención, crecimiento y para la acumulación de reservas corporales, como también para los procesos antes señalados sobre la glándula mamaria, ya que es uno de los tejidos mayormente diferenciados y que metabólicamente es muy activo (Bauman *et al.*, 1980).

El flujo de los nutrientes que comúnmente van dirigidos hacia la hembra, antes del parto tienen una redirección, siendo el sitio de entrega principal la transferencia placentaria en el útero para la nutrición del feto y también para la síntesis y posterior secreción de leche por la glándula mamaria. Al momento del parto, la glándula mamaria alcanza la mayor prioridad metabólica por sobre otros tejidos del cuerpo de la madre y cuyos principales nutrientes son el agua, glucosa, aminoácidos, ácidos grasos, calcio y potasio (Collier *et al.*, 1984). De esta forma, los nutrientes en este período son de alrededor de un 75% más que la nutrición que necesita una madre sin estar preñada en condiciones similares de peso; y en el caso particular de los lípidos, la absorción de nutrientes para la síntesis de lípidos de almacenamiento se reduce bastante y son principalmente las reservas lipídicas las que se movilizan en gran medida. (Bauman *et al.*, 1980). La lipogénesis es menor y la lipólisis se ve incrementada notablemente en la lactancia; la principal función por ende del tejido adiposo es proporcionar energía en forma de ácidos grasos y glicerol para otros órganos, fundamentalmente cuando la alimentación no supe los requerimientos nutricionales de las hembras. En la lactancia, la energía obtenida se utiliza primordialmente en la glándula mamaria para la producción y secreción de la leche, y, de cierta medida la utilización adecuada y razonable de energía está determinada por la energía de consumo de la dieta, la energía de mantención y el balance de energía (McNamara, 1991).

Se puede inferir que la glucosa es el principal metabolito durante el último tercio de gestación y de la lactancia, de carácter esencial e incluso llega a ser un factor limitante. Por ende la gluconeogénesis se convierte en el proceso vital en este período para el aporte de glucosa y se realiza en gran medida en el hígado y riñones. El principal precursor de la gluconeogénesis en el hígado es el propionato, pero cuando el animal está en un balance nutricional negativo es menor la disponibilidad de propionato, por ende el glicerol se convierte en el principal precursor gluconeogénico, cuyo origen está en las reservas movilizadas desde el tejido adiposo. Por otro lado en los riñones el lactato es el precursor de la gluconeogénesis (Correa, 2001).

La oferta de propionato y la capacidad del hígado en utilizarlo para el proceso de obtención de glucosa a través de la gluconeogénesis está relacionado directamente en aquellas épocas de balance energético negativo, aumentando fundamentalmente posterior al parto en la etapa de la lactancia (Drackley *et al.*, 2001). Es así como las ovejas de este ensayo, principalmente aquellas que no fueron suplementadas, tanto su condición corporal como peso vivo no fueron óptimos, pudiéndose inferir que en gran parte del último tercio de gestación, principalmente al día 107 y 137 de gestación su balance energético fue negativo. En contraste, aquellas hembras que si fueron suplementadas durante el último tercio de gestación, es notable su bienestar nutricional, no bajando nunca de los 3 puntos de condición corporal en todo el período y manteniendo un peso vivo razonable.

Cabe destacar que la suplementación durante todo el último tercio de gestación es de vital importancia para asegurar el bienestar nutricional y de salud tanto de la madre como de la cría, que posiblemente se verán reflejados al destete de corderos y la pronta recuperación de las hembras para el próximo encaste. Un balance negativo de energía y una gran pérdida de condición corporal durante el último tercio de gestación y pre-parto puede afectar de alguna forma el posterior éxito reproductivo (Drackley, 1999), lo que hace pensar que las hembras que no fueron suplementadas, al estar en baja condición corporal por una mayor cantidad de tiempo, influirá en su pronta recuperación reproductiva, y posiblemente los corderos de estas hembras, a pesar de haber nacido con un peso similar que aquellos corderos nacidos de hembras suplementadas, presentarán una menor ganancia de peso diaria que aquellos corderos cuyas madres fueron suplementadas en el último tercio de gestación. Además, el nivel nutricional que han presentado las madres en esta etapa puede influir en la tasa ovulatoria, teniendo la primera ovulación en un rango que va desde 1 a 6 meses; por consiguiente una buena alimentación implica la primera ovulación post-parto 26 días después, versus ovejas con una mala nutrición las cuales su primera ovulación será 59 días después de la parición (López *et al.*, 1993).

En base a los resultados anteriores, se puede inferir que la suplementación mantenida durante todo el período, marcan la respuesta en el último tercio de gestación, manteniendo una diferencia entre el grupo de hembras suplementadas y las no suplementadas, teniendo un movimiento de la curva similar durante todo el período, pero siendo superior la curva de las madres que tuvieron una suplementación constante a lo largo del último tercio de preñez. A su vez, la disminución marcada de condición corporal y peso vivo a contar del día 127 de gestación (figuras 5 y 6) es una conducta normal propia de la entrada del período de transición, donde los cambios metabólicos y hormonales, principalmente por el desarrollo de glándula mamaria y producción de leche, se presentan de igual forma sin haber una diferencia aparente entre los animales suplementados y no suplementados. La condición corporal y peso vivo al día siguiente del parto son prácticamente iguales, por las razones que ya se detallaron anteriormente.

Se ha demostrado que mientras mayor es la condición corporal al momento del parto, de igual forma será mayor la pérdida de condición posterior al parto, principalmente por el alto contenido graso acumulado durante el último tercio de gestación, lo que implica una elevada producción de leche; además se le atribuye una rápida recuperación post-parto por la óptima condición en la cual se ha estado en el último tercio de gestación; a pesar que esta pérdida de condición corporal es elevada, se considera un proceso normal (Correa, 2001).

La gran diferencia que se puede especular, es la respuesta y evolución que tendrán estos animales a lo largo de la lactancia, destete y próximo encaste, donde las ovejas que fueron suplementadas durante el último tercio de gestación presentarían una mayor fertilidad que las hembras no suplementadas.

Es posible que la respuesta a la suplementación estuviera influenciada por el factor antinutricional que posee el fruto de espino; a pesar de esta característica negativa propia de las especies de Acacias, el análisis de taninos condensados para el fruto de espino fue muy positivo (Cuadro 2), presentando un bajo nivel de taninos. Resultados obtenidos en otro ensayo con una especie diferente de Acacia presentó valores similares de taninos condensados, siendo su principal ventaja aumentar el crecimiento de las madres, la producción de leche y la mejora en algunos parámetros reproductivos; la suplementación con pequeñas cantidades de hojas y/o frutos de *Acacia albida*, alrededor de 100 g día⁻¹ en ovejas, aumentaron su crecimiento, teniendo una mayor ganancia de peso vivo principalmente porque los taninos se adhieren a la proteína transformándola en proteína by-pass (Salem *et al.*, 2008). Otra característica positiva que cabe destacar es el eficaz control de nemátodos gastrointestinales comunes en ovejas y cabras por parte de los taninos presentes en las hojas y frutos de las especies de Acacias (Salem *et al.*, 2008).

Peso vivo de corderos al nacimiento

No hubo diferencia significativa en los pesos vivos de corderos nacidos de ovejas sin suplementación y con suplementación, siendo 5,20 y 5,18 kg respectivamente, lo que hace pensar que la suplementación con fruto de espino a hembras en el último tercio de preñez no garantiza un mayor peso al nacimiento de corderos. Este suceso es bastante similar considerando el uso de otros suplementos en el último tercio de gestación de ovejas, donde no se han observado diferencias significativas en el peso vivo al nacimiento de los corderos si las madres fueron o no suplementadas con una ración de grano de avena, afrechillo de trigo y harina de carne y hueso en una proporción de 0%, 50% y 100% de inclusión en la dieta (Avendaño *et al.*, 2002). Se reitera el mismo resultado que en el presente ensayo, destacando que a pesar de aumentar el peso vivo de las ovejas durante su último tercio de gestación si son suplementadas, los corderos no presentaron pesos al nacimiento diferentes comparándolos con aquellos corderos cuyas madres no fueron suplementadas (Farl, 1952; citado por Castro, 1981). De igual forma no se presentaron diferencias significativas en el peso al nacimiento de corderos cuyas madres fueron suplementadas con avena, semilla de girasol protegida con formaldehído y lupino (Hall *et al.*, 1992; citado por Cabrera, 1997). Esto se puede explicar principalmente por lo que ya se ha detallado anteriormente; independiente de la suplementación, las hembras dirigen los nutrientes al crecimiento y desarrollo del feto presentándose las crías en igual condición al momento del parto sin importar si la madre fue o no suplementada, teniendo corderos con pesos vivos bastante similares.

A pesar que en el presente ensayo no hubo diferencias significativas en el peso vivo al nacimiento de corderos cuyas madres fueron o no suplementadas, Smith *et al.* (2005) indican que si es posible tener diferencias en el peso vivo de cabritos cuyas madres fueron suplementadas con frutos de *Dichrostachys cinerea* y *Acacia nilotica*, siendo más significativos los resultados obtenidos al suplementar a las cabras con la primera especie mencionada.

CONCLUSIONES

Los resultados de este ensayo permiten concluir:

- El fruto de *Acacia caven* presenta características nutricionales favorables para ser considerado un suplemento en períodos críticos en el secano interior de la zona central, principalmente en ovejas en último tercio de gestación.
- La condición corporal de hembras durante el último tercio de preñez se ve mantenida e incluso mejorada por la suplementación con fruto de espino. El peso vivo también tuvo una respuesta positiva pero no tan significativa como en el caso de la condición.
- La suplementación con fruto de espino no afectó el peso al nacimiento de los corderos.

LITERATURA CITADA

AUBERT, C. 2005. Comportamiento productivo de ovinos Merino Precoz y Suffolk Down en el secano interior de la zona central. Memoria de Título Ing. Agr. Universidad de Chile, Facultad de Cs. Agronómicas. Santiago. 67 p.

AVENDAÑO, J. e IMBARACH, G. 2002. Efecto de la suplementación durante el parto sobre algunos parámetros productivos y reproductivos de la oveja Suffolk-Down y su cordero en el secano interior de la provincia de Cauquenes. Agricultura Técnica 62 (1): 110-120.

BATE-SMITH, E.C. and SWAN, T. 1953. Identification of leucoanthocyanins as tannins in foods. Chem. And Ind. 397 p.

BAUMAN, D. E. and CURRIE, W. B. 1980. Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: a review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. Journal of Dairy Science 63 (9): 1514-1529.

BLAEDEL, W. Y. and Meloche, V. W. 1963. Elementary quantitative analysis. 2nd Edition. Harper and Row. New York.

BWIRE, J. M. N., WIKTORSSON, H. and SHAYO, C. M. 2004. Effect of level of *Acacia tortilis* and *Faidherbia albida* pods supplementation on the milk quality of dual-purpose dairy cows fed grass hay-bases diets. Livestock Production Science 87: 229-236.

CABRERA, O. 1997. Efecto de la suplementación en épocas críticas sobre el comportamiento de ovinos en el secano costero VI Región, Chile. Tesis de Título de Magister en Producción Animal. Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía. Santiago. 125 p.

CARIS, Y. 2004. Conducta de ovinos en pradera anual de clima mediterráneo con y sin protección de espinos, Región Metropolitana. Memoria de Título Ing. Agr. Santiago. Universidad de Chile, Facultad de Cs. Agronómicas. Santiago. 61 p.

CASTRO, A. 1981. Suplementación con *Atriplex repanda* Phil a ovejas Suffolk Down, en su último tercio de preñez. Memoria de Título Ing. Agr. Universidad de Chile, Facultad de Cs. Agronómicas. Santiago. 95 p.

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.

CHURCH, D., POND, W. y POND, K. 2003. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Segunda edición en español. México: Limusa – Wiley. 635 p.

COLLIER, R. J., MCNAMARA, J. P., WALLACE, C. R. and DEHOFF, M. H. 1984. A review of endocrine regulation of metabolism during lactation. *Journal of Animal Science* 59 (2): 498-510.

CORREA, H. J. 2001. La vaca en transición: Metabolismo y manejo nutricional. Departamento Producción Animal. Facultad de Cs. Agropecuarias. Universidad Nacional de Colombia. 54 p.

CSIRO. 2007. Nutrient Requirements of Domesticated Ruminants. CSIRO Publishing, 150 Oxford Street, Collingwood, Australia. 270 p.

DRACKLEY, J. K. 1999. Biology of dairy cows during the transition period: the final frontier?. *Journal of Dairy Science* 82 (11): 2259-2273.

DRACKLEY, J. K., OVERTON, T. R. and DOUGLAS, G. N. 2001. Adaptations of glucose and long chain fatty acid metabolism in liver of dairy cows during the periparturient period. *Journal of Dairy Science* 84: 100-112.

FIGUEROA, K. 2009. Caracterización de las propiedades tecnológicas de la harina de cotiledón de la semilla de espino (*Acacia caven* (Mol.) Mol.). Memoria de Título Ing. Agr. Universidad de Chile, Facultad de Cs. Agronómicas. Santiago. 30 p.

GARCÍA, G. 2002. Gestación y lactancia en ovejas de la zona central. Circular de extensión, Departamento Producción Animal, Facultad de Cs. Agronómicas 28: 30-34.

GIVENS, I. 1986. New methods for predicting the nutritive value for silage: 5 p. *In*: Stark, A. y Wilkinson, P. (eds.). Development in silage. Chalcombe Publications, Marlow, Great Britain.

GÖERING, H. y VAN SÖEST, P. 1970. Forage fiber analysis (Apparatus, reagents, procedures and some applications). Agricultural Handbook 379. ARS-USDA, Washington, D.C. 76 p.

KAPS, M. and LAMBERSON, W. R. 2004. Biostatistics for Animal Science. Oxfordshire, UK. CABI Publishing. 445 p.

LÓPEZ, A. S., MORENO, J. S., DE BULNES, A. G. y LÓPEZ, M. G. 1993. Aspectos característicos de la fisiología reproductiva de la oveja. *Revista Científica*, Departamento Producción Animal, Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Madrid, España 3 (2): 123-133.

MANTEROLA, H. 1979. Nutrición y producción ovina. Universidad de Chile, Facultad de Agronomía, Departamento de Ganadería y Producción Praterense. Santiago. 100 p.

MANTEROLA, H., GARCÍA, G., OLIVARES, A., DUCHENS, H. y CUNEO, J. 1984. Utilización por ovinos de una pradera natural biestratificada con *Atriplex repanda* Phil durante el último tercio de gestación. Avances en Producción Animal 9 (1-2): 173-182.

MCNAMARA, J. P. 1991. Regulation of adipose tissue metabolism in support of lactation. Journal of Dairy Science 74 (2): 706-719.

MLAMBO, V., MOULD, F.L., SIKOSANA, J.L.N., SMITH, T., OWEN, E. and MUELLER-HARVEY, I. 2008. Chemical composition and in vitro fermentation of tannin-rich tree fruits. Animal Feed Science and Technology 140: 402-417.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC), 2007. Nutrient requirements of small ruminants : sheep, goats, cervids, and new world camelids. Washington, D.C. National Academic Press. 362 p.

OLIVARES, A., MANTEROLA, H., PORTE, E. y GARCÍA, G. 1989. Manejo de praderas y animales en zona de sequía. Circular de Extensión, Departamento Producción Animal, Facultad de Cs. Agronómicas 8: 15-29.

OLIVARES, A. 1996. Pradera natural en el Secano de la Zona Central. Circular de Extensión, Departamento Producción Animal, Facultad de Cs. Agronómicas 22: 6-14.

OLIVARES, A., JOHNSTON, M. y CONTRERAS, X. 1998. Régimen pluviométrico del secano interior de la Región Metropolitana. Avances en Producción Animal 23 (1-2): 35-43.

PINOCHET, D., BALOCCHI, O., LÓPEZ, I., RUIZ-MANTECÓN, Á., TREACHER, T., IHLBAWLITZ, R. y VIDAL, R. 2007. Producción ovina: desde el suelo a la gestión. Fundación para la Innovación Agraria, Universidad Austral de Chile. Santiago. 103 p.

RUIZ, N. I. 1996. Praderas para Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Segunda Edición. Santiago. 734 p.

SALEM, H. B. y SMITH, T. 2008. Feeding strategies to increase small ruminant production in dry environments. Small Ruminant Research 77:174-194.

SANDOVAL, H. y SALLABERRY, R. 1982. Estudio de un sistema de producción para ovinos Suffolk-Down (Secano interior de la zona central). Memoria de Título Ing. Agr. Universidad de Chile, Facultad de Cs. Agronómicas. Santiago. 161 p.

SANON, H., KABORÉ-ZOUNGRANA, C. and LEDIN, I. 2008. Growth and carcass characteristics of male Sahelian goats fed leaves or pods of *Pterocarpus lucens* or *Acacia senegal*. *Livestock Science* 117: 192-202.

SMITH, T., MLAMBO, V., SIKOSANA, J.L.N., MAPHOSA, V., MUELLER-HARVEY, I. and OWEN, E. 2005. *Dichrostachys cinerea* and *Acacia nilotica* fruits as dry season feed supplements for goats in a semi-arid environment: Summary of a DFID funded project in Zimbabwe. *Animal Feed Science and Technology* 122: 149-157.

SOSA, J., FAMIN, M., NESCIER, I. y FERNÁNDEZ, G. 2008. Incidencia de dietas proteicas y energéticas, suministradas a ovejas 45 días antes del parto sobre el peso de los corderos. *Revista FAVE. Ciencias Veterinarias*. 7(1-2): 51-55.

TAMIR, B. and ASEFA, G. 2009. Effects of different forms of *Acacia saligna* leaves inclusion on feed intake, digestibility and body weight gain in lambs fed grass hay basal diet. *Animal Feed Science and Technology* 153: 39-47.

THOMPSON, J. and MEYER, H. 1994. Body condition scoring of sheep. Oregon State University Extension Service. EC 1433. 4 p.

VELÁZQUEZ, J., PEREZGROVAS, R., VELASCO, M. E., ZARAGOZA, L. y RODRÍGUEZ, G. 2005. Evaluación de vainas de quebracho (*Acacia farnesiana*) en alimentación de ganado lanar. *Archivos de Zootecnia* 54: 535-540.

YAYNESHET, T., EIK, L. O. and MOE, S. R. 2008. Feeding *Acacia etbaica* and *Dichrostachys cinerea* fruits to smallholder goats in northern Ethiopia improves their performance during the dry season. *Livestock Science* 119: 31-41.

ANEXOS

Anexo I. Requerimientos nutricionales para ovejas de gestación simple y gestación doble según el National Research Council (NRC), 2007.

TABLE 15-1 Nutrient Requirements of Sheep (mature ewes and rams and yearlings maintenance and lactation)

Class/Age/Other	Body Weight ^a kg	Birth Weight or Milk Yield ^b kg	Body Weight Gain ^c g/d	Energy Concentration in Diet ^d kcal/kg	Daily Dry Matter Intake ^e		Energy Requirements ^f		Protein Requirements ^g					Mineral Requirements ^h		Vitamin Requirements ⁱ	
					kg	% BW	kg/d	Mcal/d	CP @20% UIP g/d	CP @40% UIP g/d	CP @60% UIP g/d	MP g/d	DIP g/d	Ca g/d	P g/d	A RE/d	E IU/d
Late gestation (Single lamb; BW = 3.9 to 7.5 kg)																	
40	3.9	71	2.39	1.00	2.49	0.66	2.38	101	96	92	68	86	4.3	2.6	1,820	224	
50	4.4	84	1.91	1.45	2.89	0.77	2.76	126	120	115	85	100	5.1	3.5	2,275	280	
60	4.8	97	1.91	1.63	2.71	0.86	3.11	141	134	129	95	112	5.7	4.0	2,730	336	
70	5.2	109	1.91	1.80	2.58	0.96	3.45	156	149	142	105	124	6.1	4.4	3,185	392	
80	5.6	120	1.91	1.98	2.47	1.05	3.78	170	163	155	114	136	6.6	4.8	3,640	448	
90	6.0	131	1.91	2.15	2.38	1.14	4.10	185	176	169	124	148	7.1	5.2	4,095	504	
100	6.3	142	1.91	2.30	2.30	1.22	4.40	198	189	180	133	158	7.5	5.5	4,550	560	
120	7.0	163	1.91	2.61	2.17	1.38	4.99	224	214	205	151	180	8.3	6.3	5,460	672	
140	7.5	183	1.91	2.89	2.06	1.53	5.52	248	237	226	167	199	9.0	6.9	6,370	784	
Late gestation (Twin lambs; BW = 3.4 to 6.6 kg)																	
40	3.4	119	2.87	1.06	2.66	0.85	3.05	128	123	117	86	110	6.3	3.4	1,820	224	
50	3.8	141	2.39	1.47	2.93	0.97	3.50	155	148	141	104	126	7.3	4.3	2,275	280	
60	4.2	161	2.39	1.65	2.75	1.09	3.94	173	165	158	116	142	8.1	4.8	2,730	336	
70	4.6	181	2.39	1.83	2.61	1.21	4.37	192	183	175	129	158	8.8	5.3	3,185	392	
80	4.9	200	2.39	1.99	2.48	1.32	4.75	208	198	189	139	171	9.4	5.8	3,640	448	
90	5.2	218	1.91	2.68	2.97	1.42	5.12	241	230	220	162	185	10.7	7.2	4,095	504	
100	5.5	236	1.91	2.87	2.87	1.52	5.48	258	246	236	173	198	11.3	7.7	4,550	560	
120	6.1	271	1.91	3.24	2.70	1.72	6.19	291	278	266	196	223	12.5	8.6	5,460	672	
140	6.6	304	1.91	3.57	2.55	1.89	6.83	321	307	293	216	246	13.6	9.5	6,370	784	

APÉNDICES

Apéndice I. Cálculo del consumo de Energía Metabolizable para ovejas de gestación simple y gestación doble según requerimientos de NRC (2007), aporte nutricional de pradera anual de clima mediterráneo (Cuadro 1) y fruto de espino (Cuadro 2).

1. Hembras gestación simple de 70 kg en promedio

- Hembras no suplementadas

$$\begin{aligned}\text{Consumo EM} &= \text{Consumo MS} * \text{EM pradera} \\ &= 1,8 \text{ kg de MS animal}^{-1}\text{día}^{-1} * 7,3 \text{ MJ kg}^{-1} \\ &= 13,14 \text{ MJ día}^{-1} \text{ de EM}\end{aligned}$$

- Hembras suplementadas

$$\begin{aligned}\text{Consumo EM} &= (\text{Consumo MS} * \text{EM pradera}) + (\text{Consumo suplemento} * \text{EM suplemento}) \\ &= (1,6 \text{ kg de MS animal}^{-1}\text{día}^{-1} * 7,8 \text{ MJ kg}^{-1}) + (0,2 \text{ kg de suplemento} \\ &\quad \text{animal}^{-1}\text{día}^{-1} * 12,4 \text{ MJ kg}^{-1}) \\ &= 14,96 \text{ MJ día}^{-1} \text{ de EM}\end{aligned}$$

2. Hembras gestación doble de 70 kg en promedio

- Hembras no suplementadas

$$\begin{aligned}\text{Consumo EM} &= \text{Consumo MS} * \text{EM pradera} \\ &= 1,83 \text{ kg de MS animal}^{-1}\text{día}^{-1} * 7,3 \text{ MJ kg}^{-1} \\ &= 13,36 \text{ MJ día}^{-1} \text{ de EM}\end{aligned}$$

- Hembras suplementadas

$$\begin{aligned}\text{Consumo EM} &= (\text{Consumo MS} * \text{EM pradera}) + (\text{Consumo suplemento} * \text{EM suplemento}) \\ &= (1,63 \text{ kg de MS animal}^{-1}\text{día}^{-1} * 7,8 \text{ MJ kg}^{-1}) + (0,2 \text{ kg de suplemento} \\ &\quad \text{animal}^{-1}\text{día}^{-1} * 12,4 \text{ MJ kg}^{-1}) \\ &= 15,19 \text{ MJ día}^{-1} \text{ de EM}\end{aligned}$$

Apéndice II. Cálculo del consumo de Proteína Bruta para ovejas de gestación simple y gestación doble según requerimientos de NRC (Anexo 1), aporte nutricional de pradera anual de clima mediterráneo (Cuadro 1) y fruto de espino (Cuadro 2).

1. Hembras gestación simple de 70 kg en promedio

- Hembras no suplementadas

$$\begin{aligned}\text{Consumo PB} &= \text{Consumo MS} * \text{PB pradera} \\ &= 1800 \text{ g de MS animal}^{-1}\text{día}^{-1} * 0,095 \\ &= 171 \text{ g día}^{-1} \text{ de PB}\end{aligned}$$

- Hembras suplementadas

$$\begin{aligned}\text{Consumo PB} &= (\text{Consumo MS} * \text{PB pradera}) + (\text{Consumo suplemento} * \text{PB suplemento}) \\ &= (1600 \text{ g de MS animal}^{-1}\text{día}^{-1} * 0,1143) + (200 \text{ g de suplemento} \\ &\quad \text{animal}^{-1}\text{día}^{-1} * 0,128) \\ &= 208 \text{ g día}^{-1} \text{ de PB}\end{aligned}$$

2. Hembras gestación doble de 70 kg en promedio

- Hembras no suplementadas

$$\begin{aligned}\text{Consumo PB} &= \text{Consumo MS} * \text{PB pradera} \\ &= 1830 \text{ g de MS animal}^{-1}\text{día}^{-1} * 0,095 \\ &= 174 \text{ g día}^{-1} \text{ de PB}\end{aligned}$$

- Hembras suplementadas

$$\begin{aligned}\text{Consumo PB} &= (\text{Consumo MS} * \text{PB pradera}) + (\text{Consumo suplemento} * \text{PB suplemento}) \\ &= (1630 \text{ g de MS animal}^{-1}\text{día}^{-1} * 0,1143) + (200 \text{ g de suplemento} \\ &\quad \text{animal}^{-1}\text{día}^{-1} * 0,128) \\ &= 212 \text{ g día}^{-1} \text{ de PB}\end{aligned}$$