

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

EFECTO DEL ESTADO DE DESARROLLO Y FORMA DE PRESENTACIÓN DE
FRUTOS DE ESPINO (*Acacia caven* (Mol) Mol.) SOBRE LA PREFERENCIA DE
CONSUMO EN CAPRINOS.

TANIA BERNAL DOTE

Santiago, Chile
2015

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

MEMORA DE TITULO
EFFECTO DEL ESTADO DE DESARROLLO Y FORMA DE PRESENTACIÓN DE
FRUTOS DE ESPINO (*Acacia caven* (Mol) Mol.) SOBRE LA PREFERENCIA DE
CONSUMO EN CAPRINOS.

EFFECT OF STAGE OF DEVELOPMENT AND PRESENTATION OF FRUITS OF
ESPINO (*Acacia caven* (Mol) Mol.) ON CONSUMER PREFERENCE IN GOATS.

TANIA BERNAL DOTE

Santiago, Chile
2015

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

EFECTO DEL ESTADO DE DESARROLLO Y FORMA DE PRESENCIA DE
FRUTOS DE ESPINO (*Acacia caven* (Mol) Mol.) SOBRE PREFERENCIA DE
CONSUMO EN CAPRINOS.

Memoria para optar al título
Profesional de Ingeniero Agrónomo

Tania Bernal Dote

PROFESORES GUIA	Calificaciones
Sr. Alfredo Olivares E. Ingeniero Agrónomo, Mg. Sc.	6,5
Sr. Luis Piña M. Ingeniero Agrónomo, Mg. Sc.	6,0
PROFESORES EVALUADORES	
Sr. Héctor Uribe M. Médico Veterinario, M.s., Ph. D.	5,8
Sra. Paola Silva C. Ingeniero Agrónomo Mg. Sc, Dr.	6,0

Santiago, Chile
2015

AGRADECIMIENTOS

En forma especial quisiera agradecer en primer lugar a mi familia por su amor incondicional; a mi madre Marcela, por apoyarme en todo momento, y ayudarme a ver el lado positivo de las cosas, y entregarme la fuerza para seguir adelante siempre. A mi padre Eduardo por estar siempre para mí y acompañarme en todo momento, por confiar y darme todo su amor. A mi abuelita Raquel, por todo su cariño y preocupación en cada una de las etapas de mi vida e incentivarme siempre a ser mejor persona. A mis tíos y primos, por su alegría, amor y preocupación, por todo el apoyo entregado en esta etapa. A mi pololo Alexander, por estar siempre dispuesto a ayudarme, por todo su amor y por impulsarme siempre a ser más. Por ultimo a mi Lúcia, por su compañía en cada noche de estudio y su amor incondicional. Cada uno es un pilar fundamental en mi vida, y sin ellos no sería lo que soy hoy.

A mis profesores Guía, Don Alfredo Olivares, por todas sus enseñanzas, por la paciencia y consejos, y por incentivarme siempre a superarme. Al Profesor Luis Piña, por todo el apoyo brindado, por su buena disposición en todo momento y por su cercanía y comprensión. Sin toda su ayuda no hubiese sido posible concretar este proyecto.

A mis amigos, en especial a Freddy, Catalina C., Juan Carlos, por brindarme su amistad incondicional, por escucharme, acompañarme y entregarme momentos de alegría, por hacer más amenas las tardes de estudio y por estar siempre presente en todo el proceso universitario y más allá. También a Álvaro, Marcelo, Pía y Catalina S., por todas las sonrisas y buenos momentos, por su alegría y por estar siempre dispuestos ayudar de forma desinteresada.

Finalmente quisiera agradecer a Dios y a la vida por darme siempre la posibilidad de realizar mis sueños, poner a la gente adecuada en mi camino.

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3
Hipótesis:	4
Objetivo:	4
MATERIALES Y MÉTODOS	5
Descripción del lugar	5
Materiales	5
Métodos	5
Preparación del suplemento	5
Selección de animales	6
Fase pre-experimental	6
Tratamientos	6
Fase experimental	7
Variables medidas	7
Diseño Estadístico	8
Análisis Estadístico	8
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	9
Caracterización del fruto del espino	9
Consumo promedio total de materia seca por suplemento	11
Interacción entre días de estudio y suplementos entregados	14
Índice de Selectividad (IS)	15
Consumo relativo (DRI)	18
CONCLUSIONES	20
BIBLIOGRAFÍA	21
ANEXOS	25

RESUMEN

La suplementación de alimento al ganado en el periodo seco, es una alternativa para muchos productores, en especial para el secano de la zona central del país. Existen estudios que señalan que el espino (*Acacia caven* (Mol.) Mol.), especie ampliamente distribuida en los bosques esclerófilos de la zona mezomórfica de Chile, posee características que le permiten ser una buena opción para la elaboración de suplementos alimenticios, para ruminantes menores de dicha zona. Dentro de estas cualidades se destaca el alto contenido de proteína cruda en sus semillas.

La presente investigación se realizó en la Estación Experimental German Greve Silva, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, y su objetivo fue evaluar el efecto del estado de desarrollo y forma de presentación de los frutos de *Acacia caven* (Mol) Mol. sobre la preferencia de consumo en caprinos. Para esto, se utilizaron seis hembras adultas de raza Boer, con una alimentación base de pradera, los caprinos fueron diariamente ubicados en corrales individuales durante una hora en la mañana donde se les suministró 100 g de frutos de espino en distintos formatos: fruto maduro molido, fruto maduro peletizado, fruto verde molido, fruto verde peletizado. Durante el transcurso del ensayo los animales fueron rotados sistemáticamente en los corrales, y así evitar el acostumbamiento de estos. Posteriormente se procedió a medir y registrar el residuo de cada suplemento. Los datos fueron sometidos a un análisis de medidas repetidas, a su vez la preferencia por los suplementos fue medido mediante el índice de Jacobs y consumo relativo de los mismos. Los resultados mostraron una menor aceptación por aquellos suplementos elaborados con el fruto del espino molido, situación que se agudizó en el caso del suplemento fruto maduro molido. Los suplementos elaborados con el fruto peletizado, tuvieron una mejor aceptación y no se observaron diferencias entre estados de desarrollo del fruto con el que fueron elaborados.

Se pudo concluir que existió consumo de los diferentes formatos de presentación de los suplementos elaborados con fruto del espino.

Sin embargo se observó una menor preferencia por aquellos suplementos con formato de presentación molido, independiente de su estado fenológico.

El consumo proporcional y el índice de selectividad indicaron que existe preferencia por aquellos suplementos con formato de presentación peletizado, independiente del estado fenológico del fruto del espino con el que son elaborados.

Es posible pensar en una suplementación en base a alimentos elaborados con fruto del espino en estado verde peletizado, ya que durante el estudio los animales mostraron disposición comer el alimento.

Palabras clave: fruto del espino, preferencia, consumo voluntario.

ABSTRACT

Feed supplementation to the livestock in the dry season is a choice for many producers, especially of the dry land of central Chile. Different studies indicate that the espino (*Acacia caven* (Mol.) Mol.), which is widely distributed in Chilean sclerophyll forests, has the qualities that allow it to be a good candidate for the production of food supplementation for small ruminants of that region. One of the attributes of the espino is the high crude protein content of its fruit.

This research was performed at the experimental station 'German Greve Silva', of the Faculty of Agricultural Sciences of University of Chile, and its objective was to evaluate the effect of the stage of development and the presentation form of the fruits of espino on the consumption preference of caprids. Six adult female goats of race 'Boer' were studied using a meadow base alimentation. The caprids were placed in individual pens for 1 hour in the morning every day, where they were supplied with 100 g of espino fruits in four different presentation forms (milled ripe fruit, pelletized ripe fruit, milled green fruit, and pelletized green fruit). During the course of the research the animals were rotated systematically at the pens to avoid their habituation. After 1 hour, the animals were moved in groups to another pen and the residues left of each supplement were measured. Data were subjected to a repeated measures analysis, and the preference for the supplements was measured with the Jacobs index and the relative consumption of animals. Results showed less acceptance of supplements made of milled fruits, especially with those made of milled ripe fruit. In the other hand, supplements made of pelletized fruit had better acceptance regardless of the growth stage of the fruit with which they were elaborated.

It can be concluded that existed consumption of different presentation formats of supplements made of the espino fruit. However, a lower preference for supplements with milled presentation, nonetheless of their phenological stage, was observed. Proportional consumption and selectivity index indicated that there is a preference for supplements with pelletized format, regardless of the growth stage of the espino fruit with which they are made. It is possible to think in supplementation based on feeds elaborated with pelletized green espino fruits, since the animals showed disposition to eat this feed.

Key words: espino fruit, preference, voluntary intake.

INTRODUCCIÓN

En Chile, la principal forma de alimentación con la que cuenta el ganado corresponde a praderas, en donde la dieta puede estar basada únicamente en el recurso pratense o bien, puede ser complementada con otro tipo de alimentos (Ruiz, 1996). La disponibilidad y calidad de la pradera representa un problema para los productores de la zona central del país, ya que el clima en esta zona es del tipo mediterráneo templado cálido, donde las precipitaciones se concentran principalmente en la época invernal, oscilando entre los 250 y 300 mm, con una estación seca prolongada la cual varía entre 7 a 8 meses, lo que genera una condición de déficit de forraje (Uribe *et al.*, 2012). Además, este periodo coincide con etapas de altos requerimientos nutricionales de los animales, como el encaste, último tercio de gestación y lactancia (Olivares, 2006).

Así, la suplementación surge como una alternativa para la producción, especialmente en zonas de secano en donde el desarrollo de la pradera depende de la cantidad y distribución de las precipitaciones en la temporada; por lo anteriormente mencionado, surge la necesidad de buscar alternativas que hagan más eficientes y sustentables los diferentes sistemas productivos.

El último Censo Nacional Agropecuario y Forestal (INE, 2007), establece que Chile cuenta con 705.800 cabezas de ganado caprino, en donde la mayor parte se encuentra concentrada en la IV Región de Coquimbo. Según Azócar (2010), uno de los principales problemas que presenta la producción caprina en zonas áridas y semiáridas es la baja productividad del pastizal, lo que trae como consecuencia una sobreexplotación del recurso forrajero, produciéndose así una degradación de éste. La producción de pequeños rumiantes tiene un gran potencial económico; de acuerdo a Nasrullah *et al.* (2013), existen factores que soportan esta afirmación, tales como la demanda de productos derivados de la producción de rumiantes menores, bajos costos productivos (en comparación con la producción de rumiantes mayores) y la habilidad de los rumiantes menores para utilizar efectivamente forraje de baja calidad.

En algunos ecosistemas áridos y semiáridos, el estrato arbustivo posee potencial para ser utilizado como forraje para el ganado caprino, pues cumple un rol fundamental en periodos críticos del desarrollo de los animales. Es así como se han llevado a cabo diversos estudios en donde se ha analizado la suplementación con numerosas especies pertenecientes al género *Acacia* (*Acacia saligna*, *Acacia karroo*, entre otras), con el fin de determinar la viabilidad de estas especies como alternativas para la suplementación en periodos de déficit de forraje, obteniéndose en la mayoría de los casos, resultados positivos (Degen *et al.*, 2010; Mapiye *et al.*, 2011).

En el país, la presencia del espino (*Acacia caven*) está dada, principalmente, como producto de la degradación de la vegetación clímax (Olivares, 2006), siendo una de las especies más abundantes en el bosque esclerófilo. Estudios anteriores han señalado que los frutos del espino pueden constituir un suplemento alimenticio para rumiantes menores en el secano interior de la Región Metropolitana (Gómez, 2011) pues sus semillas poseen un alto nivel nutritivo, con niveles de proteína cruda cercanos al 50% (Figueroa, 2009).

Uno de los factores que podría influir sobre el grado de aceptación de un suplemento en base a frutos de espino es el valor nutritivo del suplemento, asociado al estado de desarrollo de éstos. Similar a lo que ocurre en el forraje, la composición nutricional del material puede ser altamente variable a lo largo del ciclo de desarrollo, por lo cual es de gran importancia conocer las concentraciones de los nutrientes y los cambios que estos presentan, con el fin de suplir los requerimientos de los animales (Klein, 2001, citado por Bravo, 2006). Lo anterior hace pensar que el estado de desarrollo de los frutos de espino podría influir sobre la calidad del suplemento y, por tanto, sobre la aceptación de los animales. No obstante, no existen estudios referentes al fruto del espino que establezcan alguna relación entre el momento de cosecha de éstos y la influencia que podría tener en la aceptación en los animales, específicamente en caprinos.

Otro factor que puede influir sobre la aceptación de un suplemento, es la forma de presentación o forma física del alimento. Esta puede tener una gran importancia en el funcionamiento del rumen, la digestibilidad y el consumo del alimento, debido a que el procesamiento de las materias primas con las que estos son elaborados, aumentan el área superficial de exposición, lo que permite que los microorganismos ruminales puedan adherirse y atacar el material (Castro-Flores y Elizondo-Salazar, 2012). Estudios realizados en terneras señalan que el procesamiento de los granos puede influir sobre la producción de ácidos grasos volátiles, la concentración de amoníaco y el pH del rumen, además de un aumento de la digestibilidad del almidón, lo cual resulta ventajoso para el crecimiento de los animales (Beharka *et al.*, 1998, citado por Castro-Flores y Elizondo-Salazar, 2012).

Por lo anteriormente planteado, es posible suponer que los frutos del espino pueden constituir una alternativa de suplementación para el ganado caprino en zonas áridas y semiáridas, especialmente en aquellas temporadas o periodos del año en los cuales la calidad y cantidad de forraje disponible en el pastizal sea bajo.

Hipótesis:

Las cabras tienen una mayor preferencia de consumo hacia el suplemento formulado con fruto maduro del espino en formato peletizado.

Objetivo:

Evaluar el efecto del estado de desarrollo y tipo de presentación de un suplemento elaborado con fruto del espino, sobre la preferencia de consumo en caprinos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del lugar

El estudio se llevó a cabo en la Estación Experimental Germán Greve Silva, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, ubicada en Rinconada de Maipú (33°29' S y 70° 52' O; 470 m.s.n.m).

Materiales

Los materiales utilizados en este estudio fueron:

- 6 corrales individuales.
- 6 cabras de la raza Boer.
- Suplemento en base a frutos de espino (*Acacia caven* Mol. (Mol)).
- Balanza
- 24 Comederos de madera (20 x 50 x 8 cm)
- Bebederos.

Métodos

Previo al estudio, se realizó la cosecha de frutos, preparación de los suplementos y selección de los animales.

Preparación del suplemento

Los frutos fueron colectados en la Estación Experimental Germán Greve Silva de la Universidad de Chile durante los meses de enero y febrero (frutos verdes) y durante marzo – abril (frutos maduros) de la temporada 2013. Fruto verde fue definido como aquel fruto que completó el crecimiento de la vaina y que presentaba un desarrollo parcial de las semillas, mientras que fruto maduro fue definido como aquel fruto que completó su ciclo de desarrollo, con abscisión evidente y que presentaba semillas desarrolladas. Luego de ser cosechados, los frutos fueron sometidos a secado en estufa con aire forzado durante 48 horas a 30 °C. Posteriormente, los frutos fueron molidos con un molino de martillo (cribas de 3 mm), y parte del material fue sometido a peletización en una peletizadora de matriz plana (pelets de 6 mm de diámetro por 2 cm de largo).

Selección de animales

Se seleccionaron seis cabras adultas de raza Boer con un peso promedio de 42,5 kg, todas nacidas en el año 2012, las cuales fueron individualizadas con una marca distintiva.

El estudio tuvo una duración 10 días (periodo recomendado para estudios de palatabilidad (Maier *et al.*, 2012), con cinco días de fase pre-experimental, y cinco días de fase experimental.

Fase pre-experimental

El periodo pre-experimental comprendió los primeros cinco días del estudio, y tuvo la finalidad de acostumbrar a los animales a las condiciones del experimento, tales como la alimentación y a estar separadas del rebaño, para evitar posibles cuadros de estrés.

Durante todo el ensayo, los animales fueron privados de alimentación durante la noche (18:00 a 9:00 h), y luego suplementadas en la mañana durante el transcurso de una hora (9:00 a 10:00 h). Posterior a esto, eran trasladadas a un potrero con pradera anual de clima mediterráneo y agua a libre disposición.

El primer día los animales se ubicaron en parejas en tres corrales distintos, esto con el fin de familiarizar a los individuos al procedimiento que se realizó en días posteriores. Se les ofreció 100 g de cada tipo de suplemento por corral por el transcurso de una hora.

A partir del segundo día, los seis animales fueron ubicados de forma individual en donde se les hizo entrega de 100 g de suplemento correspondiente a cada tratamiento expuestos a estos durante una hora. En el desarrollo del ensayo tanto los animales como los comederos fueron sometidos a una rotación sistemática en los corrales para evitar el acostumbramiento a cualquier situación que pudiese afectar la preferencia de los caprinos.

Tratamientos

Los tratamientos a evaluar en el ensayo fueron:

FMC: Fruto maduro molido.

FMP: Fruto maduro peletizado.

FVC: Fruto verde molido.

FVP: Fruto verde peletizado.

Fase experimental

Esta etapa tuvo una duración de 5 días y se establecieron las mismas condiciones y procedimientos de la etapa pre-experimental, pero además se llevó un registro diario del remanente de cada uno de los suplementos dejado por cada cabra.

Variables medidas

- Consumo diario de suplemento (g): Corresponde a la diferencia entre el suplemento entregado y el residuo dejado en el comedero.

-Consumo proporcional del suplemento (%): Corresponde a la proporción consumida de cada uno de los suplementos en relación al consumo total de suplementos.

-Determinación del índice de selectividad: Este fue medido a través del índice de selectividad de Jacobs (Jacobs, 1974):

$$Di = (DRi - RAi) / (DRi + RAi - 2RAi * DRi)$$

Donde:

Di: Índice de selectividad

DRi: Relación entre la ingesta de un alimento en particular y el total de alimento proporcionado.

RAi: Relación entre la cantidad ofrecida de un alimento en particular y la cantidad ofrecida total de todos los alimentos.

El índice de selectividad toma valores entre -1 y 1, en donde valores iguales a 1 indicarán una máxima selectividad positiva o preferencia, mientras que valores iguales o cercanos a -1 señalan máxima selectividad negativa o rechazo. Valores iguales a 0 indican que no hubo selectividad, por lo que el consumo proporcional de un suplemento fue similar a la cantidad ofrecida (Degen *et al.*, 2010).

Todas las variables fueron evaluadas diariamente para cada uno de los tratamientos de forma individual.

Diseño Estadístico

Se usó un diseño completamente aleatorizado con estructura factorial de tratamientos, con dos niveles del factor forma de presentación y dos niveles del factor momento de cosecha. Los resultados fueron analizados en base a un modelo de medidas repetidas en el tiempo. La unidad experimental correspondió al animal y se utilizaron seis repeticiones. El modelo estadístico es el siguiente:

$$Y_{ijkl} = \mu + MC_i + FP_j + (MC*FP)_{ij} + \delta_{ijk} + P_l + (MC*P)_{il} + (FP*P)_{jl} + (MC*FP*P)_{ijl} + \mathcal{E}_{ijkl}$$

Donde,

Y_{ijkl} es la variable respuesta (consumo de suplemento, consumo proporcional, índice de Jacobs).

μ es la media general.

MC_i es el efecto del i -ésimo momento de cosecha (i =verde, maduro).

FP_j es el efecto de la j -ésima forma de presentación (j =molido, peletizado).

$(MC*FP)_{ij}$ es la interacción entre el momento de cosecha y la forma de presentación.

δ_{ijk} es el error aleatorio, la varianza entre los animales dentro de los tratamientos.

P_l es el efecto del l -ésimo período ($l=1, \dots, 5$).

$(MC*P)_{il}$ es la interacción entre el momento de cosecha y el período.

$(FP*P)_{jl}$ es la interacción entre la forma de presentación y el período.

$(MC*FP*P)_{ijl}$ es la interacción entre el momento de cosecha, la forma de presentación y el período.

\mathcal{E}_{ijkl} es el error aleatorio, la varianza entre mediciones dentro de los animales.

Análisis Estadístico.

Se evaluaron los supuestos para realizar análisis paramétricos de medidas repetidas. La homocedasticidad fue analizada con el test de Levene, la normalidad con el test de Shapiro Wilks y la esfericidad fue analizada con el test de Mauchly.

Los datos fueron analizados mediante ANDEVA de medidas repetidas con un nivel de significancia del 5%. Se utilizó el test de comparaciones múltiples de Tukey para la separación de medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización del fruto del espino

Los frutos de espinos utilizados en este estudio, fueron analizados químicamente y los resultados fueron presentados en estudios anteriores (Armijo, 2015), en donde se pudo determinar que no existieron diferencias ($p>0,05$) entre los estados de desarrollo del fruto para los ítems de fibra detergente ácida, proteína bruta y energía bruta. En el caso de la materia seca, se encontraron diferencias significativas, donde el fruto maduro fue el que presentó mayor proporción de materia seca, lo cual se puede deber al proceso de maduración del fruto. Fibra detergente neutra, energía metabolizable y valor D también mostraron diferencias significativas, pero fue el fruto verde el que presentó contenidos levemente menores (Cuadro1).

Cuadro 1. Composición química de frutos de espino (promedio \pm DE) cosechados en dos momentos de su ciclo de desarrollo. (Fuente. Piña *et al.*, 2013).

	Momento de cosecha	
	Fruto verde	Fruto maduro
Materia seca (%)	53,8 \pm 1,2 ^a	95,1 \pm 1,7 ^b
Fibra detergente neutra (%)	30,9 \pm 0,6 ^a	34,8 \pm 1,6 ^b
Fibra detergente ácido (%)	26,9 \pm 0,6 ^a	27,5 \pm 1,8 ^a
Proteína bruta (%)	15,8 \pm 0,4 ^a	15,4 \pm 0,8 ^a
Energía bruta (MJ/Kg MS)	19,8 \pm 0,2 ^a	20,3 \pm 0,6 ^a
Energía metabolizable (MJ/Kg MS)	8,1 \pm 0,1 ^a	9,2 \pm 0,5 ^b
Valor D ¹ (%)	51,3 \pm 0,9 ^a	59,2 \pm 3,3 ^b
Taninos condensables (%)	2,44 \pm 0,11 ^a	2,57 \pm 0,46 ^a
Polifenoles totales (%)	3,88 \pm 0,24 ^s	3,41 \pm 0,35 ^b

Valores con diferente letra en la misma fila son estadísticamente diferentes ($P\leq 0,05$)

¹Materia orgánica digestible en la materia seca

Las concentraciones de proteína cruda de los frutos de *Acacia caven* son similares a los señalados para otras especies del género *Acacia* usadas con fines forrajeros (Cuadro 2), además poseen valores superiores al mínimo requerido para permitir una actividad microbiana adecuada.

Según Norton (1998), la proteína cruda es digerida en el rumen y provee de amonio y aminoácidos a los microorganismos ruminales, estos compuestos son necesarios para la síntesis microbiana de proteínas; proceso que requiere 70 mg N/L para tener una actividad microbiana óptima. Valores menores a 1,3 mg N/L (8% de proteína cruda) son considerados deficientes, debido a que no son capaces de proveer el amonio mínimo requerido.

Forrajes con bajos valores de fibra detergente neutra (20-35%) poseen alta digestibilidad en comparación con aquellos con contenidos superiores (Norton, 1998). El espino posee un porcentaje de fibra detergente neutra dentro de los parámetros descritos para una buena digestión en donde el fruto verde posee valores menores para este parámetro. En cuanto a la energía metabolizable, *Acacia caven* posee valores similares a otras especies de Acacias, como es el caso de *Acacia etbaica*, que posee 8,4 MJ kg⁻¹ MS de energía metabolizable (Yayneshet *et al.*, 2008). Esto puede transformar al fruto del espino en una buena opción para ser utilizado como suplemento alimenticio en periodos de mayor demanda energética por parte de los animales, como es el caso del último tercio de gestación entre otros.

Todo lo anteriormente descrito concuerda con los resultados obtenidos por Gómez (2011), en donde además es posible observar las concentraciones de taninos condensados (Anexo I), los que en altas concentraciones pueden presentar efectos negativos como la disminución de la palatabilidad y absorción de proteína post ruminal. Sin embargo en bajas concentraciones podrían tener efectos beneficiosos como el aumento de la proteína bypass o la disminución de la pérdida de amonio (Norton, 1998).

Para el caso del espino se puede observar que posee los valores más bajos de concentración de taninos condensados en relación a otros tipos de Acacias usados con fines forrajeros (Cuadro 2). Todo lo anteriormente mencionado, hace posible pensar que *Acacia caven* (Mol) Mol. es una buena opción para ser utilizado como recurso forrajero.

Cuadro 2. Análisis de Proteína Cruda (PC%), Fibra detergente neutra (NDF%), Fibra Detergente Ácida (ADF%) y Taninos Condensados (TC%), para distintos frutos de acacia usados como forraje en rumiante.

Especies del género <i>Acacia</i>				
Parámetro	<i>A.caven</i> **	<i>A.farnesiana</i> *	<i>A.cochliacantha</i> *	<i>A.macilienta</i> *
PC	12,8	13,81	14,73	13,16
NDF	31	53,74	55,02	63,58
ADF	22,5	57,27	44,3	38,38
TC	0,33	0,91	0,30	0,36

* Quiroz et al. 2014*

Gómez 2011

Consumo promedio total de materia seca por suplemento

Al analizar el consumo de materia seca se observó que este no tenía diferencias significativas entre suplementos ($P>0,05$). Sin embargo, se observó una tendencia en que el mayor consumo lo obtuvo el suplemento fabricado con fruto peletizado verde (36,72 g) seguido por el suplemento de fruto molido verde (32,77 g). El suplemento menos consumido fue el fabricado con el fruto maduro molido del espino (17,54 g) (Figura 1).

El consumo de un alimento en el animal, es influenciado inicialmente por el hambre, el cual resulta ser una sensación angustiante para este, para luego dar paso a la saciedad que genera sensación de placer (Forbes, 1995, citado por Boumont *et al.*, 2000). Boumont *et al.* (2000), informan que existen señales post ingestivas que regulan el proceso de ingesta voluntaria en rumiantes, tales como llenado de rumen, productos de la fermentación y concentraciones de nutrientes. Cabras demasiado satisfechas o por el contrario, demasiado hambrientas, serán menos capaces de discriminar entre distintos tipos de alimentos (Morand-Fher, 2003).

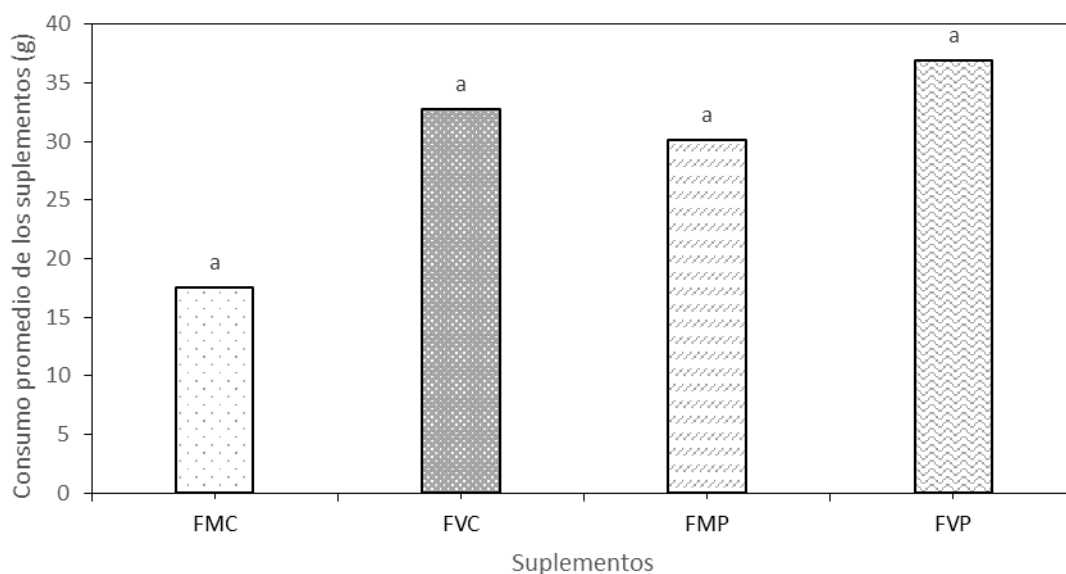


Figura1. Consumo promedio diario por suplemento (elaborado con frutos de espino), entregados en distintos formatos de presentación en la etapa experimental del ensayo; donde FMC (Fruto maduro molido), FMP (Fruto maduro peletizado), FVC (Fruto verde molido), FVP (Fruto verde peletizado).

Según Fedele *et al.* (2002) y Minson y Wilson (1994, citado por Azócar, 2007), las características físicas y químicas de un alimento tienen importancia en la regulación del consumo voluntario de los alimentos.

Generalmente, las preferencias de los animales por un alimento u otro, pueden ser explicadas mediante los componentes químicos que estos presentan; un ejemplo de esto es la predilección por alimentos pobres en glucosinolatos, ricos en ácidos grasos saturados, bajos en contenido de agua, ácidos grasos libres e insaponificables (Morand-Fehr y Hervieu, 1989). Con frecuencia esto se encuentra asociado a que los componentes ejercen una marcada influencia en el sabor de los suplementos.

Los comportamientos selectivos de las cabras dependen de la asociación entre los efectos que la dieta tenga sobre sus organismos y sus valores nutritivos, lo que hace que los caprinos maximicen o minimicen el consumo (Fedele *et al.*, 2002).

Según Morand-Fehr (1985, citado por Morand-Fehr, 2003), cuando los caprinos muestran preferencias frente a una oferta de alimentos concentrados, esta elección depende de la presencia de distintos compuestos que interactúan, resultando en una buena palatabilidad entre ellos. En estos casos, si en la mezcla que conforman el suplemento, existe un aumento de algún compuesto con baja palatabilidad, la preferencia del animal irá disminuyendo en la medida que el compuesto se exprese en la palatabilidad del concentrado.

Alimentos que contienen sucralosa, urea, clorhidrato de sodio, ácido clorhídrico entre otros, reducen notoriamente la ingesta en caprinos e incluso puede llegar a existir una preferencia por alimentos que no los contengan, este comportamiento también ha sido observado en ovinos. Por otra parte, también existen estudios (Villalba *et al.*, 2012) que sugieren que la relación entre los nutrientes y los metabolitos secundarios, podrían tener una influencia en como los herbívoros utilizan los recursos alimenticios, debido a que los metabolitos secundarios podrían presentar interferencia en la utilización de los nutrientes, disminuyendo la disponibilidad de los nutrientes consumidos en la dieta. El efecto positivo o negativo en la digestión dependerá de la concentración de estos metabolitos en el alimento consumido. El ejemplo más común en este sentido, se refiere a los taninos condensados, en donde si estos superan una concentración del 5% en la materia seca consumida, afectarán de forma negativa las enzimas microbianas asociadas a la digestión, reduciendo esta última y por tanto generando una reducción en el consumo voluntario del animal (C.N.R.S.R., 2007).

Graham y Wilson (1980) consideran que los herbívoros prefieren tejidos jóvenes o en desarrollo, tales como hojas tiernas y brotes, más que material maduro, rechazando así aquellos tallos o ramas que presentan crecimiento secundario. Similar resultado se encontró en un estudio realizado por Egea *et al.* (2014), en donde se estudió el consumo de caprinos en dos estaciones del año (invierno y verano) y en ambos casos se pudo observar que los animales consumieron en mayor medida plantas herbáceas, hojas en estado de crecimiento y brotes inmaduros. Esta situación también pudo ser observada en el estudio realizado por Foroughbakhch *et al.* (2013) en el noreste de México, las cuales difieren con lo observado en este ensayo, en donde tuvo mayor relevancia la forma de presentación de los suplementos que el estado de desarrollo de los frutos del espino. Por lo planteado anteriormente, es de gran importancia continuar realizando estudios que permitan comprender mejor las preferencias alimenticias de caprinos con el fin de contribuir a mejorar los sistemas productivos.

Con el transcurso de los días hubo un aumento del consumo total de los alimentos ofrecidos a los animales (Figura 2), en donde el máximo de ingesta de suplementos total se obtuvo en el último día de ensayo, lo cual puede ser explicado debido a que es sabido que los caprinos tienen una mejor aceptación de una comida, cuando el animal se encuentra familiarizado previamente con el alimento y este lo asocian a buenas experiencias alimenticias (Rosa *et al.*, 2000, citado por Morand-Fehr, 2003).

Por lo dicho anteriormente, era de esperar un aumento del consumo de los suplementos con el transcurso de los días, debido al acostumbramiento de los animales al alimento; a su vez, existe un comportamiento compensatorio por parte de las cabras, en donde según Rosa (2000, citado por Morand-Fehr, 2003) tratan de modificar sus preferencias con el fin de diversificar sus dietas; cuando un alimento ya ha sido probado y comprueban que este no afecta su metabolismo, ni los procesos de digestión. Este comportamiento podría explicar el aumento en el consumo promedio del total de los suplementos, ya que los animales estarían aumentando el consumo total de suplementos para tener una dieta más variada. Sin embargo, el objetivo de este estudio fue observar la preferencia de los caprinos ante los suplementos entregados evitando el acostumbramiento, de modo que esto no influyera al momento de la selección.

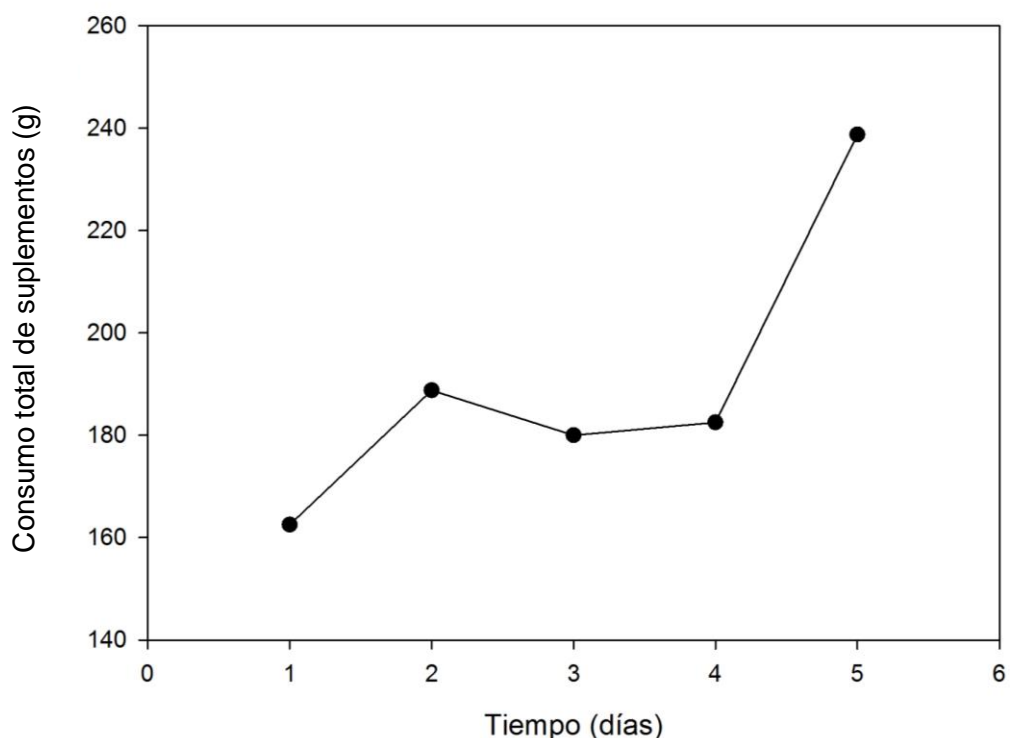


Figura 2. Promedio del consumo de los cuatro suplementos (g) ingeridos diariamente por los animales durante la etapa experimental del ensayo.

Interacción entre días de estudio y suplementos entregados

El análisis estadístico evidenció que no existe interacción entre el transcurso de los días y el consumo de suplementos ($P > 0,05$). Es decir, con el transcurso de los días, los animales no tuvieron una mayor preferencia por aquellos suplementos que no fueron de su agrado. Sin embargo se pudo apreciar, que las cabras fueron capaces de reemplazar la porción de suplemento desagradable, por una porción similar de aquellos suplementos que si le fueron atractivos de consumir desde un inicio, aumentando el consumo de estos últimos. Esto se puede observar en la Figura 3, en donde se puede ver claramente para el caso de FMC y FVP, en el cuarto día, se distingue que ambas curvas poseen un punto de inflexión, sin embargo, el consumo del suplemento FMC disminuye y el de FVP aumenta, lo cual, puede llevar a pensar que los animales fueron capaces de compensar la disminución de un alimento y reemplazarla por el consumo de otro, en este caso FVP.

Egea *et al.* (2014) concluye que los caprinos alimentados en praderas, son capaces de modificar sus conductas alimenticias con el fin de minimizar la variabilidad que presentan las especies, sin embargo estas presentan una marcada preferencia por algunas especies o partes de estas, considerando a las cabras como seleccionadoras activas del alimento que consumen, no siendo este un proceso aleatorio.

Esto nos lleva a pensar que, si bien los animales estarán dispuestos a variar sus preferencias según sus necesidades alimenticias, como ya se mencionó anteriormente, estas no estarán dispuestas a consumir un alimento que no sea completamente de su agrado a menos que esté en condiciones extremas. Esto se ve reforzado por un estudio realizado en caprinos y ovinos por Lu (2008), en donde este concluye que las preferencias de estos están determinadas principalmente por las propiedades organolépticas del alimento, las cuales se deben a la composición química de este y características inherentes en el animal.

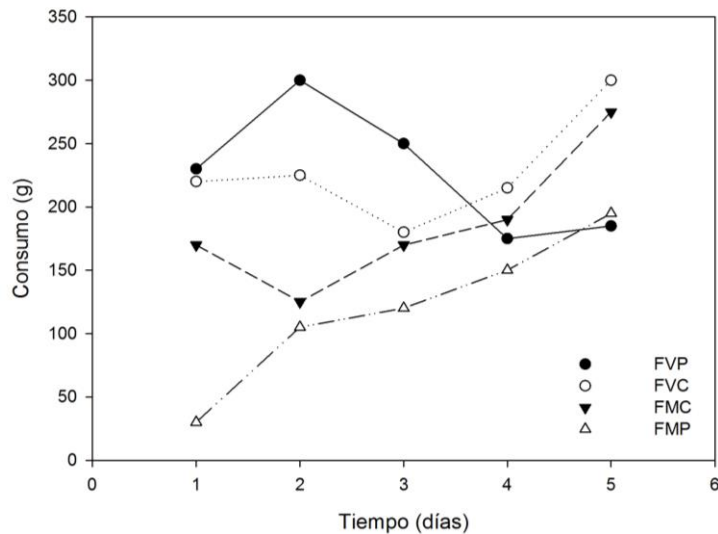
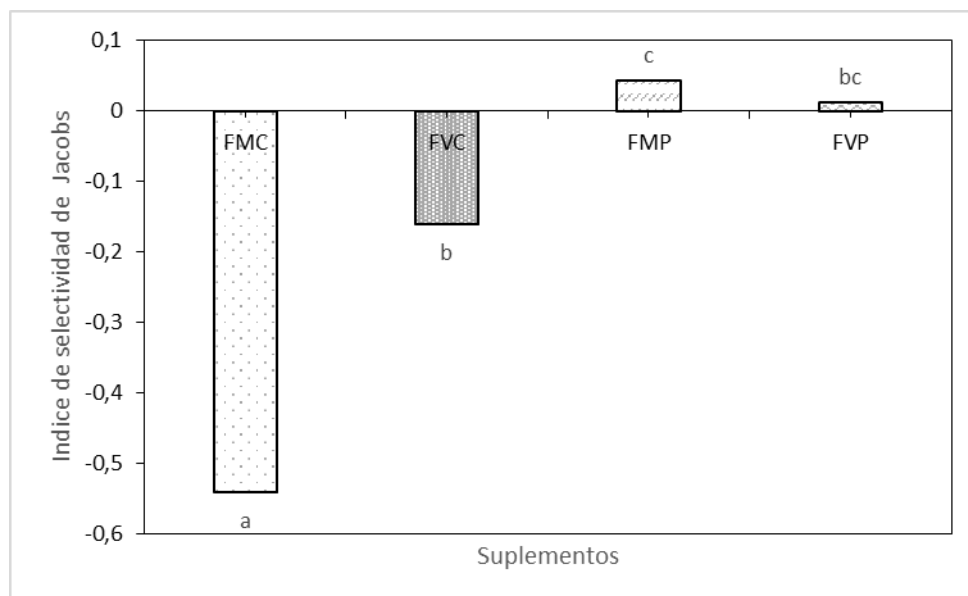


Figura 3. Evolución del consumo de los suplementos, con distintos formatos de presentación a través del tiempo (días), durante el periodo experimental. FMC (Fruto maduro molido), FMP (Fruto maduro peletizado), FVC (Fruto verde molido), FVP (Fruto verde peletizado).

Índice de Selectividad (IS)

El índice de selectividad presentó diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$). Se pudo observar que existió un alto índice de rechazo, por aquellos suplementos con formato de presentación molido, y dentro de estos el que obtuvo un mayor rechazo fue el suplemento elaborado con fruto maduro molido (FMC) en donde el índice alcanzó un valor promedio de -0,5405. Mientras que dentro de los suplementos en formato de presentación peletizado el fabricado con fruto maduro peletizado (FMP), el índice de preferencia tomó un valor promedio de 0.0438 (Figura 4).



*Valores con diferente letras son estadísticamente diferentes ($P \leq 0,05$).

** Índice de selectividad de Jacobs: Valores iguales o cercanos a 1 indican preferencia, mientras que valores iguales o cercanos a -1 señalan rechazo, y valores iguales a 0 indican que no hubo selectividad

Figura 4. Índice de selectividad de Jacobs de cuatro formas de presentación del fruto del espino ofrecido a cabras; FMC (Fruto maduro molido), FMP (Fruto maduro peletizado), FVC (Fruto verde molido), FVP (Fruto verde peletizado).

Según lo observado por Abijaoudé *et al.* (1999), el comportamiento de consumo caprino se caracteriza por presentar altas tasas de rechazo de alimentos sumado a una alta selectividad, lo cual es apoyado por Morand-Fehr (2003), quien indica que los caprinos, al ser alimentados tanto en comedero como en praderas presenta una marcada selectividad por ciertos alimentos, dando como consecuencia una alta tasa de rechazo, la cual es mucho mayor que en el caso de otros rumiantes. Esta conducta, es resultado de mecanismos de selección del alimento que han desarrollado rumiantes menores, los cuales son regulados en gran medida por el complejo retículo-rumen, y que han sido desarrollados con el fin de mejorar la calidad de su dieta, aun cuando la disponibilidad de alimento no sea la óptima (Blair, 1990 citado por Foroughbakch, 2013).

Dado lo anteriormente planteado, sumado a los resultados obtenidos es posible inferir que en este caso, las cabras utilizadas en el ensayo presentaron de forma más acentuada un rechazo por los suplementos ya mencionados.

Sin embargo, la leve preferencia observada, por aquellos suplementos con formatos de presentación peletizado, para ambos estados de desarrollo, podrían ser explicada a través de la importancia que tienen las características físicas del alimento para los caprinos. Según Ouédraogo *et al.* (1996), existe una importante relación entre la textura y la humedad de los alimentos que se encuentra ligada a la preferencia de los animales por éstos. Las cabras preferirán aquellos alimentos de mayor granulometría, debido a que son altamente sensibles a las irritaciones del tracto respiratorio. De esta misma forma preferirán, dentro de aquellos alimentos que tengan tamaños pequeños, aquellos que tengan un mayor contenido de humedad, debido a que producto de ésta, las partículas podrían aglutinarse y dar origen a estructuras de mayor tamaño, sin embargo un exceso de humedad también podría ser poco favorable.

Por otra parte, diversos estudios en condiciones de pradera, hacen mención a que el estado fenológico de las plantas genera una alta variabilidad en los componentes químicos de estas, lo cual posee influencia en el grado de selectividad de los animales por las especies y partes específicas de las plantas (Dziva *et al.*, 2003). En un estudio realizado por Foroughbakhch *et al.* (2007), se menciona que si bien las cabras consumieron durante toda la temporada arbustos con potencial forrajero, existen épocas en las cuales tienen preferencia marcada por frutos, mientras que en otras por tejidos de tallos o brotes, lo cual es atribuido principalmente a la variación en sus componentes químicos en la temporada. También en el mismo ensayo, se observó una mayor selectividad en la temporada de lluvias que en el periodo seco.

Esto es apoyado por Kababya *et al.* (1998) y Celaya *et al.* (2008), ambos citados por Glasser *et al.* (2012), que indican que en estudios llevados en Galilea (Israel) y Pirineo (España) respectivamente, las cabras consumieron menores cantidades de plantas herbáceas cuando estas disminuyeron su calidad nutricional, aumentando la proporción consumida de especies leñosas como sustitutos de la fuente de proteína para suplir las bajas cantidades otorgadas por especies herbáceas secas, lo cual podría explicar en parte la mayor preferencia por el suplemento de fruto maduro peletizado. El comportamiento anteriormente descrito tiene una explicación desde el punto de vista nutricional y el cual según Pritz *et al.* (1997), se basa en que las cabras son capaces de seleccionar y buscar alimentos que le permitan reunir los nutrientes suficientes para suplir sus requerimientos de mantención, crecimiento, reproducción y lactancia, lo cual es también apoyado por Fedele *et al.* (2002). Esto concuerda con los resultados obtenidos, ya que el mayor contenido de materia seca, energía bruta, energía metabolizable y valor D (Cuadro 1) se registró en el fruto maduro.

Según Davasena *et al.* (1994), el contenido de proteína cruda disminuye al aumentar el grado de lignificación del material vegetal y Ramirez *et al.* (1996) señala que el alto contenido de lignina también se encuentra relacionado con una baja digestibilidad, lo cual se ha podido verificar mediante estudios *in vitro*.

Ambos escenarios son perjudiciales para la alimentación de caprinos y podría ser una causal por la cual los animales consumieron, aunque en menor medida, el fruto de *Acacia caven* en estado verde con formato peletizado, porque posee un menor grado de lignificación, lo que se ve reflejado en su mayor contenido de proteína cruda (Cuadro 1).

Según un estudio realizado por Basha *et al.* (2009) la selección realizada por cabras Nguni se encontró aparentemente influenciado por constituyentes de la fibra, en donde los arbustos que tenían mayor contenido de fibras (FDN, FDA) fueron aquellos con mayores rechazos. Esto podría tener relación con la leve preferencia que se observó en el suplemento peletizado hecho con fruto verde, ya que este posee valores levemente menores de fibra, lo que podría inclinar a los animales a consumirlo.

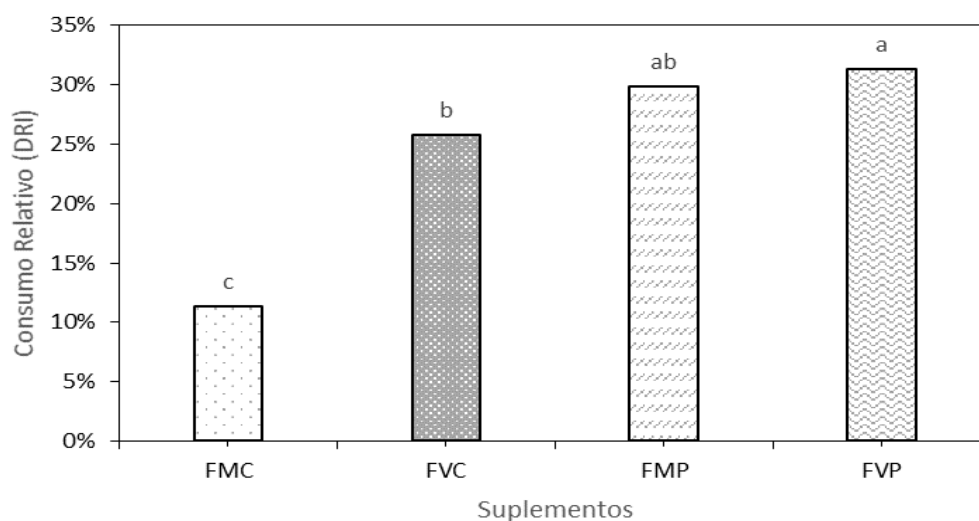
También se debe tener en cuenta que, según Wilson (1997), el ramoneo de las plantas constituye una fuente importante de alimento para los caprinos en zonas áridas y semiáridas del mundo, esta conducta, se presenta en mayor medida en los periodos en que existe una disponibilidad limitada de alimento de buena calidad para el animal, periodo que coincide en la zona donde se realizó el estudio, con la presencia del fruto del espino en su estado verde, razón por la cual, es posible pensar que los caprinos de la zona se encuentran por tanto, habituados a éste, y han comprobado que este no es dañino para su organismo, lo cual pudo haber sido reconocido en el sabor y alguna otra característica del alimento entregado y en consecuencia consumidos. Además, en un estudio realizado por Foroughbakhch *et al.* (2012) se hace mención a que los caprinos prefirieron en mayor medida los frutos en la misma época en que se produjo el desarrollo frutal, lo cual reforzaría lo anteriormente mencionado.

Consumo relativo (DRI)

En el consumo relativo, existieron diferencias significativas entre los tratamientos ($P < 0,05$). El suplemento con un mayor consumo en relación al total de los suplementos ofrecidos fue el formato verde peletizado (31%), seguido por el maduro peletizado (30%), los cuales no presentaron diferencias estadísticas entre sí.

Por otra parte el suplemento menos consumido fue el que se fabricó con fruto maduro molido (11%), seguido por el fabricado con fruto verde molido (26%).

En concordancia con lo expuesto anteriormente, se podría indicar, que el estado fenológico del fruto del espino, no tiene una mayor relevancia si se le compara con el formato de presentación, lo que se puede visualizar al observar los resultados; aquellos suplementos con mayores porcentajes de consumo, fueron aquellos peletizados. Algo similar ocurrió con los suplementos de menor consumo, los cuales fueron los con formatos de presentación molidos. En este último caso, las diferencias de consumo con respecto al fruto maduro, pudieron haber estado dada por el contenido levemente menor de fibra detergente neutra y fibra detergente ácida en el fruto verde (Figura 5).



*Valores con diferente letra son estadísticamente diferentes ($P \leq 0,05$).

** Consumo relativo de los suplementos (DRI): correspondiente a la relación entre la ingesta de un alimento en particular y el total de alimento proporcionado

Figura 5. Consumo relativo de cada uno de los suplementos entregados a cabras (DRI); FMC (Fruto maduro molido), FMP (Fruto maduro peletizado), FVC (Fruto verde molido), FVP (Fruto verde peletizado).

Se ha señalado que variaciones en la preferencia de pequeños rumiantes sobre el consumo de plantas leñosas puede ser influido por el estado de madurez de estos, el grado de procesamiento entre otros (Kalio *et al.*, 2006, citado por Quiroz-Cardoso *et al.*, 2014).

En el estudio realizado por Quiroz-Cardoso *et al.* (2014) sobre el consumo de frutos de tres tipos de Acacias se concluye que el consumo de estos frutos estuvo determinado principalmente por el contenido de proteína cruda, fibra detergente neutra y fibra detergente ácida, en donde el contenido de fibra en los frutos puede ser la principal limitante que puede afectar el consumo de materia seca en pequeños rumiantes.

Resultados similares obtuvo Glasser *et al.* (2012) quien concluyó que el estado fenológico de las especies analizadas influyó ampliamente sobre las preferencias de tres razas de cabras, entre estas la Boer. Dziba *et al.* (2003) sugiere que la preferencia de los rumiantes se encuentra afectada por la temporada, lo que está relacionado con el estado de desarrollo de las especies, y esto a su vez con el grado de lignificación y contenido de fibra de estas.

CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio permiten concluir:

- Los caprinos manifestaron aceptación por los diferentes formatos de presentación del suplemento elaborado con el fruto *de Acacia caven*, mostrando un consumo favorable.
- El índice de selectividad y el consumo proporcional mostraron que las cabras presentan una mayor preferencia por consumir aquellos suplementos que poseen un formato de presentación peletizado, independiente del estado fenológico del fruto con el que son elaborados.
- Se pudo observar que los suplementos con formato de presentación molido no son mayormente preferidos.

BIBLIOGRAFÍA

- Abijaoudé, J.A; Morand-Fehr,P; Béchet,G; Brun, J-P; Tessier, J and Sauvant,D. 1999, marzo.A method to record the feeding behavior of goats. Small Ruminant Research 30:213-221
- Armijo, V.2015.Evaluación del consumo y preferencia por frutos de espino (Acacia caven (Mol.) Mol.) en borregas Suffolk down, en relación al estado de desarrollo y forma de presentación de los frutos. Memoria Ingeniero Agrónomo. Santiago, Chile: Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile.25p.
- Azócar, P. (Ed.). 2010. Producción Caprina Leche, carne, pelo y piel. Primera edición. Santiago de Chile. Editorial Universitaria.524p
- Basha,N; Scogings, P and Nsahlai,I.2009. Diet selection by Nguni goats in the Zululand Thornveld.South African Journal of Animal Science. 39(1)33-36
- Bravo, J. 2006. Caracterización de forrajes verdes, forrajes secos, concentrados y subproductos agroindustriales para la alimentación del ganado en la zona sur. Tesis Ingeniero Agrónomo. Valdivia, Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile.160p.
- Baumont, R.,Prache, S., Meuret,M. and Morand-Fehr,P.2000.How forage characteristics influence behaviour and intake in small ruminants: a review.Livestock Production Science.64:15-28
- Castro-Flores, P. y Elizondo-Salazar, J.A. 2012. Crecimiento y desarrollo ruminal en terneros alimentados con iniciador sometido a diferentes procesos.Agronomía Mesoamericana 23(2): 343-352.
- C.N.R.S.R. (Committe on the Nutrient Requirements of Small Ruminants).2007.Plant Fctors Affecting Nutrient Availability. (Cap: 10, pp.189-197). In:Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids and New World Camelids.Washintong,D.C: Nathional Academic Press.xv,362p.
- Departament of Agricultural The University of Queensland.1998. Animal Production from tree Legumes: The nutritive value of tree legumes. (cap4). En: Forege tres Legumes in Tropical Agriculture. Auustralia: Queensland.
- Devasena,B ; Krishna,N; Prasad, J.R. and Reddy,D.V.1994. Efecct of stage of growth on chemical composition and in-sacco dry matter degradability of colonial grass. Indian Journal of Animal Sciences 63: 1108-1110
- Degen, A., El-Meccawi, S. and Kam, M. 2010. Cafeteria trials to determine relative preference of six desert trees and shrubs by sheep and goats. Livestock Science 132(1-3): 19-25.

- Dziba,L; Scogings, P.; Gordon,I and Raats,J.2003. Effects of season and breed on browse species intake rates and diet selection by goats in the False Thornveld of the Eastern Cape, South Africa.Small Ruminant Research.47:17-30.
- Egea,A.;Allegretti,L;PaezLama,S;Grilli,D;Srtor,C;Fucili,M;Guevara,J.Cet.al.2014,julio. Selective behavior of creole goats in response to the functional heterogeneity of native forage species in the central Monte desert, Argentina.Small Ruminant Research 120:90-99.
- Fedele,V; Claps, S; Rubino, R ; Calandrelli,M and Pilla, A.M. 2002. Effect of free-choice and traditional feeding system on goats feeding behavior and intake.Livestock Production Science.74 (1):19-31
- Figueroa, K. 2009. Caracterización de las propiedades tecnológicas de la harina de cotiledón de la semilla de espinillo (*Acacia caven* (Molina) Molina). Memoria Ingeniero Agrónomo, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago. 30p.
- Foroughbakhch,R.,Hernandez-Piñero,J.L; Carrillo-Patta,A and Rocha-Estrada,A. 2013.Composition and animal preference for plants used for goat feeding in semiarid northeastern Mexico 23(4): 1034-1043.
- Garrido, O. y Mann, E. 1981. Composición química, digestibilidad y valor energético de una pradera permanente de pastoreo a través del año. Memoria de título, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. 59 p.
- Graham, N.K. and Wilson, A.D., 1980. Methods of measuring secondary production from browse. In: Le Houerou, H.N. (Ed.), Browse in Africa. Papers Presented at the International Symposium, ILCA. Addis Ababa, Ethiopia, pp. 255–259.
- Glasser, T , Landau, S , Ungar, E , Perevolostky,A, Dvash,L et al.2012. Foraging selectivity of three goat breeds in a Mediterranean shrubland.Small Ruminant Research. 102:7-12.
- Gómez, D. 2011. Efecto de la suplementación con frutos de *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 de Título Ing. Agr. Universidad de Chile, Facultad de Cs. Agronómicas. Santiago. 34 p.
- INE (Instituto Nacional de Estadísticas). 2007. Resultados preliminares Censo Agropecuario 2007.
- Jacobs, J. 1974. Quantitative measurement of food selection. A modification of the forage ratio and Ivlev's selectivity index. *Oecologia* 14: 413–417.
- LU,D.,Kawas,G.,2008. Recent advancements in fiber digestion and utilization in goats. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*.9 (1):65-72.

- Mapiye, C., Chimonyo, M., Marufu, M.C. and Dzama K. 2011. Utility of *Acacia karroo* for beef production in Southern African smallholder farming systems: A review. Animal Feed Science and Technology 164(3-4): 135–146.
- Meier, J., Kreuzer,M. and Marquadt, S.2012.Design and methodology of choice feeding experiments with ruminant livestock. Applied Animal Behaviour Science 140(3-4):105-120
- Morand-Fehr, P.2003, Septiembre. Dietary choices of goats at the trough.Small Ruminant Research 49:231-239
- Nasrullah; Abdullah,M; Baber, M.E.; Jabbar, M.A and Bahtti,J.A.2013.Feeding behavior, voluntary intake and digestibility of various summer fodders in sheep and goats.Pakistan Journal of Zoology 45(1):53-58.
- Norton,B. 1998. The Nutritive Value of tree legumes. En: Forage tree legumes in Tropical Agriculture. [En línea].Queensland, Australia: Departament of Agriculture The university of Queensland. Recuperado en:<<http://www.fao.org/ag/agp/agpc/doc/publicat/gutt-shel/x5556e0j.htm>>
- Olivares, A. 2006 Pastizales y producción animal en zonas áridas de Chile. Secheresse 17(1-2): 257-264.
- Ouérdrago,T.,Morand-Fehr,P.,Hervieu,J. and Sauvant,D.1996. Effect of humidity and particule size on barley and beet pulps palatability in dairy goats.Proceedings of the sixth international Conference on Goats, Beijing, China, 6-11, mayo, 1996. Pp554-557.
- Piña, L., Olivares, A. y Armijo, V. 2013. Consumo y preferencia de cuatro tipos de presentación de frutos de espino (*Acacia caven* (Mol.) Mol.) Ofrecidos a borregas Suffolk Down. Libro de resúmenes XXXVIII Congreso Sociedad Chilena de Producción Animal, Frutillar, 23-25 octubre, 2013. Chile. pp: 227-228.
- Pritz,R ; Launchbaugh,K and Taylor Jr,C.1997. Effects of breed and dietary experience on juniper consumptions by goats. Journal Range Manage.50:600-606.
- Quiroz,F; Rojas,S;Olivares, J;Hernandez,E; Jimenez,R; Córdova,A et al.2015.Composicion nutricional, consumo e índice de palatabilidad relativa de los frutos de tres acacias en la alimentación de ovejas y cabras.[en línea].Scielo 47(1). Recuperado en:<http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0301-732X2015000100007&script=sci_arttext>
- Ramirez, R.G.; Foroughbakhch,R. and Hauad, L.A., Uresti-Ramos,S.E.1996.Digestion of *Lucaena leucocephala* dry matter and crude protein. Forest Farm Community Trees 1:86-90.
- Ruiz, I. 1996. La pradera como alimento para el ganado. En: Ruiz, I. Praderas para Chile. INIA. Santiago, 1996, p. 17-25.

- Tilley, J.M.A. and Terry, R.A. 1963. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *Grass and Forage Science* 18: 104-111.
- Uribe, J., Cabrera, R., De la Fuente, A. y Paneque, M. 2012. Atlas Bioclimático de Chile. Pag. 30 y 9.
- Villalba, J.J., Provenza, F.D. and Bryant, J.P., 2002. Consequences of the interaction between nutrients and plant secondary metabolites on herbivore selectivity: benefits or detriments for plants? *Oikos* 97, 282–292.
- Wilson, A.D. 1997. The digestibility and voluntary intake of the leaves of trees and shrubs by sheep and goats. *Australian Journal of Agricultural Research*.28 (3):335-367.
- 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: Análisis nutricional del fruto chancado del espino (Gómez, 2011)

	<u>Fruto de Espino</u>
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