



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ  
FACULTAD DE AGRONOMÍA



SUBSTITUCIÓN PARCIAL DEL GRANO DE SORGO POR CÁSCARA DE  
NARANJA DESHIDRATADA Y FACTORES DE VARIACIÓN EN LA  
PRODUCCIÓN DE CABRAS

Por:

María del Socorro Tafoya Ávila

Tesis presentada como requisito parcial para obtener el Título de  
Ingeniero Agrónomo Zootecnista



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ  
FACULTAD DE AGRONOMÍA



SUBSTITUCIÓN PARCIAL DEL GRANO DE SORGO POR CÁSCARA DE  
NARANJA DESHIDRATADA Y FACTORES DE VARIACIÓN EN LA  
PRODUCCIÓN DE CABRAS

Por:

María del Socorro Tafoya Ávila

Tesis presentada como requisito parcial para obtener el Título de  
Ingeniero Agrónomo Zootecnista

Asesores:

Dra. Marta Olivia Díaz Gómez

Dr. Manuel Antonio Ochoa Cordero

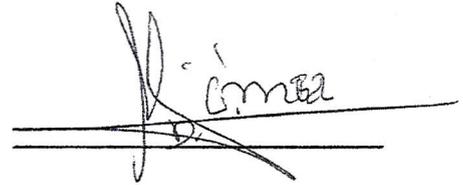
Revisor:

Ing. Beatriz Calderón Chávez

El trabajo titulado "SUBSTITUCIÓN PARCIAL DEL GRANO DE SORGO POR CÁSCARA DE NARANJA DESHIDRATADA Y FACTORES DE VARIACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE CABRAS" fue realizado por: María del Socorro Tafoya Ávila como requisito parcial para obtener el título de "Ingeniero Agrónomo Zootecnista" y fue revisado y aprobado por el suscrito Comité de Tesis.

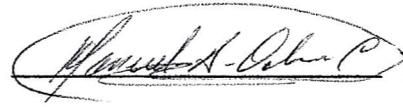
Dra. Marta Olivia Díaz Gómez

Asesor

Handwritten signature of Marta Olivia Díaz Gómez, written in black ink over two horizontal lines.

Dr. Manuel Antonio Ochoa Cordero

Asesor

Handwritten signature of Manuel Antonio Ochoa Cordero, written in black ink and enclosed in an oval shape.

Ing. Beatriz Calderón Chávez

Revisor

Handwritten signature of Beatriz Calderón Chávez, written in black ink and enclosed in a circular shape.

Ejido Palma de la Cruz, Municipio de Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P. a 16 días del mes de Febrero de 2011.

## **DEDICATORIA**

### **A MIS PADRES**

María del Socorro Ávila Rico y Paulino Tafoya López, gracias a su apoyo, esfuerzo y diarias enseñanzas, es que me encuentro donde ahora.

### **A MIS HERMANOS**

Es preciso que sepan que, convicción, dedicación, esfuerzo y a veces sacrificio, son herramientas necesarias para alcanzar sus objetivos, nunca los pierdan de vista.

### **A MIS ABUELOS**

Veneranda Rico Frías, quien me manda su apoyo desde donde está; y Paulino Tafoya Aguilar, cabeza de familia, siempre preocupado y pendiente de hijos y nietos.

### **A MIS MAESTROS**

Guías hacia el infinito conocimiento, sabios consejeros sin los cuales sería imposible llegar a esta etapa de culminación académica.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, por Él y para Él.

A mi Alma Mater, la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, fuente de infinito conocimiento y oportunidades.

A mis Padres, Hermanos y Familia, cuna de valores, ejemplos de vida, pero sobretodo de apoyo incondicional.

Al Comité de Tesis, por su tiempo y apoyo en la realización del presente trabajo; especialmente a la Dra. Marta Olivia Díaz Gómez, entre otras cosas, por su siempre sabio consejo.

A todas aquellas personas (Maestros, amigos y compañeros) que siempre me brindaron palabras de aliento, apoyo y confianza.

## CONTENIDO

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
CONTENIDO.....	v
ÍNDICE DE CUADROS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	xi
SUMMARY.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	1
Hipótesis.....	2
Objetivo.....	2
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
Composición Química de la Cáscara de Naranja Deshidratada.....	3
Consumo de Cáscara de Naranja Deshidratada por Animales Domésticos.....	4
Toxicidad de los cítricos.....	6
Digestibilidad de la Cáscara de Naranja.....	6
Producción Láctea de Animales Alimentados con Cáscara de Naranja.....	8
Producción Láctea de Caprinos en Base a Distintas Variables.....	12
Producción láctea en base a raza.....	12
Producción láctea en base a número de parto.....	15
Producción láctea en base al periodo de lactancia.....	18
Rendimiento quesero en base a periodo de lactancia.....	20
MATERIALES Y MÉTODOS.....	22
Localización y Descripción del Área de Estudio.....	22
Animales.....	22
Manejo general.....	22
Tratamientos.....	22
Material de Laboratorio.....	23
Producción de leche.....	23
Rendimiento de cuajada.....	23

VARIABLES DE ESTUDIO.....	23
Producción de leche.....	24
Muestreo y análisis de leche.....	24
Composición química.....	24
Rendimiento de cuajada.....	24
Análisis Estadístico.....	24
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
Efecto del Nivel de Naranja en la Dieta Sobre el Comportamiento Productivo de las Cabras.....	26
Producción de leche.....	26
Composición de la leche.....	26
Proteína cruda.....	26
Grasa cruda.....	27
Rendimiento de cuajada.....	28
Efecto de la Raza de Cabras Sobre su Comportamiento Productivo.....	29
Producción de leche.....	29
Composición de la leche.....	30
Proteína cruda.....	30
Grasa cruda.....	30
Rendimiento de cuajada.....	30
Efecto del Número de Parto Sobre el Comportamiento Productivo de las Cabras.....	31
Producción de leche.....	31
Composición de la leche.....	32
Proteína y grasa cruda.....	32
Rendimiento de cuajada.....	33
Producción, Calidad Láctea y Rendimiento de Cuajada en base a Periodo de Lactancia.....	34
Producción de leche.....	34
Composición de la leche.....	35
Proteína y grasa cruda.....	35
Rendimiento de cuajada.....	37
Interacciones.....	38

Producción de leche.....	38
Composición de la leche.....	39
Proteína cruda.....	39
Rendimiento de cuajada.....	40
CONCLUSIONES.....	42
LITERATURA CITADA.....	43

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Comparación de la composición química de la pulpa de cítricos deshidratada.....	4
2	Consumo voluntario de alimento.....	6
3	Coeficiente de digestibilidad aparente, nutrientes digestibles totales y proteína digestible la pulpa de cítricos deshidratada.....	7
4	Efecto de subproductos cítricos en el desempeño de rumiantes lactantes recopilado de diversas fuentes.....	11
5	Promedios ajustados de producción de leche por lactancia y duración de la lactancia en cabras criollas y mestizas.....	13
6	Producción de leche promedio por día y superioridad de cabras mestizas sobre cabras criollas.....	14
7	Composición bruta (%) y rendimiento del queso suave de leche de cabras Alpinas y Nubias (medias $\pm$ S.E.).....	15
8	Comparación de las diferencias entre número de parto en cabras de la misma edad.....	16
9	Efecto del número de parto en producción de leche y longitud de lactancia para cabras criollas y mestizas.....	17
10	Medias de cuadrados mínimos y error estándar de rendimiento de leche, duración de lactancia y constituyentes de la leche de cabra Maltese.....	17
11	Composición bruta (%) y recuento de células somáticas de leche de cabra utilizada para la elaboración de quesos duros y semiduros durante 6 meses de lactación.....	19
12	Cambios en la composición bruta (% , medias $\pm$ S.E.) de leche de cabras Alpinas y Nubias durante la lactancia.....	20
13	Rendimiento quesero (kg 100 kg <sup>-1</sup> de leche) de leche de cabra en la elaboración de queso duro y semiduro, durante 6 meses de lactación...	21
14	Variaciones en el rendimiento de queso suave hecho a base de leche de cabras Alpinas y Nubias durante la lactancia (medias $\pm$ S.E.).....	21
15	Dietas formuladas con niveles crecientes de cáscara de naranja deshidratada en sustitución parcial de grano de sorgo para la alimentación de cabras Nubias y Alpinas en producción de leche.....	23
16	Producción, composición y rendimiento de cuajada promedio, de leche de cabras Nubias y Alpinas alimentadas con niveles crecientes de cáscara de naranja deshidratada en sustitución parcial de grano de sorgo.....	29

17	Medias y desviación estándar de la producción, composición y rendimiento de cuajada por raza de cabra.....	31
18	Efecto del numero de parto de cabras Nubias y Alpinas sobre la producción, composición y rendimiento de cuajada (medias y desviación estándar).....	34

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Producción de leche de cabras de raza Nubia y Alpina, alimentadas con niveles crecientes de cáscara de naranja deshidratada en sustitución parcial de grano de sorgo, a través del periodo experimental.....	35
2	Contenido de proteína cruda (%) de leche de cabras Nubias y Alpinas alimentadas con niveles crecientes de cáscara de naranja deshidratada en sustitución parcial de grano de sorgo a través del periodo experimental.....	36
3	Contenido de grasa cruda (%) de leche de cabras Nubias y Alpinas, alimentadas con niveles crecientes de cáscara de naranja deshidratada en sustitución parcial de grano de sorgo, a través del periodo experimental.....	37
4	Rendimiento de cuajada (%) de leche de cabras Nubias y Alpinas, alimentadas con niveles crecientes de cascara de naranja deshidratada en sustitución parcial de grano de sorgo a través del periodo experimental.....	38
5	Interacción de la raza por número de parto en la producción de leche de cabras Nubia (1) y Alpina (2).....	39
6	Interacción del periodo de lactancia por cabras de raza Nubia (1) y Alpina (2) en el contenido de proteína cruda de la leche.....	40
7	Interacción de la raza por periodo de lactación (sem.) en el rendimiento de cuajada (%).....	41

## RESUMEN

Se utilizaron 36 hembras caprinas, 18 de raza Nubia y 18 de raza Alpina de 2, 3 y 4 partos, manejadas bajo sistema de estabulación, para evaluar el efecto de la substitución parcial del grano de sorgo por cáscara de naranja deshidratada, la raza, el número de parto y el periodo de lactancia, en la producción, composición de leche y rendimiento de cuajada. La producción de leche, proteína cruda y rendimiento de cuajada no fueron afectados ( $P>0.05$ ) por los niveles de cáscara de naranja deshidratada que se utilizaron, caso contrario con la grasa cruda ( $P<0.05$ ). La raza de las cabras si afectó ( $P<0.05$ ), la producción de leche con baja producción para las cabras de raza Nubia, que solo alcanzaron  $1.58 \pm 0.58 \text{ L d}^{-1}$  de leche, en tanto que las cabras de raza Alpina presentaron producción promedio de  $1.93 \pm 0.74 \text{ L d}^{-1}$  siendo esta producción 18.14 % superior a la alcanzada por las cabras Nubia; de igual manera se vieron afectadas la composición de la leche y el rendimiento de cuajada ( $P<0.05$ ). El número de parto también afectó la producción y composición de la leche significativamente ( $P<0.05$ ), la producción más elevada la presentan las cabras de cuarto parto con  $2.44 \pm 0.64 \text{ L d}^{-1}$  seguido de las cabras de tercero y segundo parto con  $1.43 \pm 0.34$  y  $1.38 \pm 0.43 \text{ L d}^{-1}$  respectivamente, sin que las cabras de tercer parto sean diferentes estadísticamente a las de segundo parto; por otro lado, el rendimiento de cuajada no se vio afectado. Por último, el período de lactancia afectó significativamente ( $P<0.05$ ) la producción de la leche (alcanzando el máximo en la cuarta semana  $1.90 \pm 0.71 \text{ L d}^{-1}$ ), su composición y el rendimiento de cuajada. Se concluye que los niveles de cáscara de naranja deshidratada incluidos en la ración no afectaron las variables de respuesta a excepción de la grasa cruda; los factores raza de cabras y periodo de lactancia influyeron en la producción, composición de la leche y rendimiento de cuajada; entretanto el factor número de parto solo predispone cambios en la producción y composición de leche.

## SUMMARY

36 female goats managed in confinement, 18 Nubian breed and 18 Alpine breed of 2, 3 and 4 parity, were used to evaluate the effect of partial sorghum substitution by dehydrated citrus pulp, breed, parity and lactation period on milk production and composition, and curd yield. Milk production, protein and curd yield were not affected ( $P>0.05$ ) by the dehydrated citrus pulp levels fed; the opposite occurred with milk fat ( $P<0.05$ ). Goat breed did affect ( $P>0.05$ ) milk production: Nubian goats only reached  $1.58 \pm 0.58 \text{ L d}^{-1}$  while Alpine goats average production was  $1.93 \pm 0.74 \text{ L d}^{-1}$  which means a 18.14 % higher than Alpine goat milk production; milk composition and curd yield were equally affected ( $P>0.05$ ). Parity number also affected significantly milk production and composition ( $P>0.05$ ). The highest production was presented by 4 parity goats with  $2.44 \pm 0.64 \text{ L d}^{-1}$  followed by 3 and 2 parturition goats with  $1.43 \pm 0.34$  y  $1.38 \pm 0.43 \text{ L d}^{-1}$  respectively however 3 parturition goats were not statistically different to 2 parity goats, on the other hand curd yield was not affected by parity number. Finally lactation period affected significantly ( $P<0.05$ ) milk production (reached maximum level on 4<sup>th</sup> week  $1.90 \pm 0.71 \text{ L d}^{-1}$ ) and composition, as well as curd yield. It can be concluded that dehydrated citrus pulp levels in the ration did not affect the response of the variables except for milk fat; goat breed and lactation period impacted the milk production, composition and curd yield; meanwhile parity only predisposes changes on milk production and composition.

## INTRODUCCIÓN

La cabra fue una de las primeras especies animales introducidas por los españoles a México en el siglo XVI, y se continuaron importando hasta el siglo pasado, con el propósito de sostener e incrementar sus inventarios. La adaptabilidad a climas variados y condiciones de manejo, aunado a su docilidad, facilidad para el manejo y la factibilidad de obtener leche diariamente, hacen de la cabra un animal de gran valor actual y futuro para mejorar el nivel de vida de los productores (Sánchez, 2004).

La cabra ha sido considerada como uno de los animales domésticos de mayor aprovechamiento sobre todo por su leche y carne, pero no debe olvidarse el aprovechamiento de su piel y otras partes de su cuerpo. De acuerdo con Bourges *et al.* (1995) la leche de cabra y sus derivados, reúnen las condiciones para considerarse como alimentos, ya que sensorialmente son atractivos, inocuos, aportan nutrimentos y relativamente son accesibles; sin embargo, recordemos que tanto la producción como la composición de leche de cabra están influidas por diferentes factores de variación; algunos de ellos son propios del animal o intrínsecos (genotipo, estado de lactación, edad o número de lactancia, etc.) y otros son extrínsecos al animal (sistema de producción, número de ordeño, condiciones ambientales, alimentación, etc.) (Daza *et al.*, 2004).

Por otro lado, el alto costo de insumos tales como los concentrados a base de cereales, los fertilizantes, el riego y otros que permiten garantizar la alimentación, obliga a la búsqueda y caracterización de todo tipo de alimento que pueda ser útil a los rumiantes. Los subproductos agroindustriales y los residuos agrícolas constituyen una fuente importante de alimentación, siendo por lo tanto una prioridad el uso de alimentos no convencionales para la producción de leche y carne (Martínez *et al.*, 2008). Los cítricos cuando se procesan para la obtención de jugos, concentrados y aceites esenciales, generan un residuo industrial del 45 al 60 % de su peso en forma de cáscara y semilla. En el proceso de industrialización de estos frutos queda una cantidad considerable de subproducto que puede ser utilizado en la alimentación del ganado y así reducir el impacto de la falta de alimento en época crítica, constituyendo una fuente de energía aceptable para los rumiantes (Bueno *et al.*, 2002).

**Hipótesis**

La inclusión de cáscara de naranja deshidratada en sustitución parcial de grano de sorgo, la raza, el número de parto y el periodo de lactancia no afectan la producción, composición de leche y rendimiento de cuajada de leche de cabras explotadas en sistema intensivo.

**Objetivo**

Evaluar el efecto de la sustitución parcial del grano de sorgo por cáscara de naranja deshidratada, la raza, el número de parto y el periodo de lactancia en la producción, composición de leche y rendimiento de cuajada de leche de cabras.

## REVISION DE LITERATURA

### Composición Química de la Cáscara de Naranja Deshidratada

Gohl (1978) afirma que la cáscara de naranja (CN) es la más versátil de sus subproductos, es gustosa, rica en nutrientes y fácil de mezclar con otros ingredientes. Puede ser almacenada por mucho tiempo, en lugares lo más secos posible, sin degradarse como otros alimentos. No atrae a roedores ni pájaros.

Para incrementar el uso de la CN, se puede preservar mediante la deshidratación, pero el secado directo es difícil debido a la consistencia viscosa del desperdicio. La maquinaria para el secado es costosa y el proceso es económico solamente con grandes cantidades de desperdicio. El primer paso en el proceso de secado es la adición de 0.5% de cal a la cáscara para neutralizar los ácidos libres y para preservar la pectina de la fruta. Existen dos métodos para tal proceso:

1. El exceso de humedad se remueve en una prensa antes de secar la cáscara. El líquido se desecha o se concentra para elaborar melaza.
2. El material húmedo entero se deshidrata directamente en una secadora rotatoria. Este método es práctico en áreas con acceso a gas natural u otros combustibles de bajo costo.

La cáscara de naranja deshidratada (CND) que ha sido prensada antes del secado tiene menor extracto libre de nitrógeno (ELN). Solamente el contenido de cenizas, fibra y agua son consistentes, mientras que la proteína, extracto etéreo (EE) y ELN, varían de acuerdo con la temporada, la proporción de naranja utilizada y la cantidad de semillas en el fruto.

Gohl (1978) y Bampidis y Robinson (2005) afirman que las cantidades de calcio que se agregan a la pulpa cítrica en el proceso de deshidratación, aumentan los niveles del mismo, lo cual aparentemente influencia el consumo de la pulpa cítrica y también crea un desequilibrio nutricional Ca:P para el ganado que puede resultar en altas incidencias de fiebre de leche en, o antes de parición (Bath *et al.*, 1980) citada por Bampidis y

Robinson (2005). Es necesario asegurarse de que los niveles de calcio y fósforo sean adecuados en una ración (Gohl, 1978).

Martínez y Fernández (1980), citada por Bampidis y Robinson (2005) reportaron que secar la pulpa cítrica causa pequeñas variaciones en la composición de nutrientes, a temperaturas que van de 80 a 130 °C. Sin embargo, arriba de los 130 °C, incrementan las pérdidas de fibra ácido detergente (FAD), lignina ácido detergente y materia seca (MS) en un 2 a 2.5% por cada 10 °C adicionales, mientras que las pérdidas de proteína cruda (PC) parecen ser bajas a temperaturas por debajo de los 200 °C.

A continuación se presenta una comparación de la composición química de pulpa de cítricos deshidratada (Cuadro 1).

Cuadro 1. Comparación de la composición química de pulpa de cítricos deshidratada.

	MS %	90	90.4	82.95
Contenido General	Cenizas %	-	16.85	4.28
	Materia Orgánica %	-	83.15	-
	Energía General Kcal kg <sup>-1</sup>	-	-	4013
	Nutrientes Digestibles Totales %	73	-	-
Contenido de Energía	Energía Digestible Mcal kg <sup>-1</sup>	3.22	-	-
	Energía Metabolizable Mcal kg <sup>-1</sup>	2.64	-	-
	Energía Neta <sub>m</sub> Mcal kg <sup>-1</sup>	1.67	-	-
	Energía Neta <sub>g</sub> Mcal kg <sup>-1</sup>	1.06	-	-
Contenido Proteico	Proteína Cruda %	6.9	7.75	8.12
	Proteína Digestible %	3.5	-	-
	Proteína Metabolizable %	2.5	-	-
Contenido de Fibra	Fibra Cruda %	-	11.15	11.24
	Fibra Neutro Detergente %	-	19.4	-
	Fibra Acido Detergente %	-	12.8	-
	Extracto Etéreo <sup>e</sup> %	-	4.92	3.19
	Extracto Libre de Nitrógeno%	-	59.33	73.17
Minerales	Calcio	1.98 %	70g kg <sup>-1</sup> MS	1.18%
	Fosforo	0.13 %	4.8g kg <sup>-1</sup> MS	0.18%
	Magnesio	-	2 g kg <sup>-1</sup> MS	0.8%

Fuente: NRC (2007), Fegeros *et al.* (1995), Bhattacharya y Harb (1973).

### Consumo de Cáscara de Naranja Deshidratada por Animales Domésticos

Bampidis y Robinson (2005) afirman que un gran número de subproductos cítricos (SC) son incluidos en dietas para rumiantes debido a la capacidad del rumen de fermentar alimentos con altos contenidos de fibra. Grasser *et al.* (1995) explican que un

beneficio importante de alimentar con SC es que relativamente son de bajo costo, ya que en sistemas exitosos de producción de rumiantes, la reducción de los costos de alimentación mientras se mantiene una alta productividad, es una estrategia primordial.

Gohl (1978) nos dice que la pulpa de cítricos deshidratada (PCD) se ha utilizado como una fuente de energía para el ganado. Sin embargo, se recomienda que se introduzca gradualmente a la ración para que los animales se acostumbren con el tiempo a su olor y sabor (Bath *et al.*, 1980) citada por Bampidis y Robinson (2005).

Aparentemente, los SC no afectan el consumo de las dietas para rumiantes en las que se incluyen. En ovejas Awasi el consumo de raciones con PCD es comparable a aquéllas que contienen maíz; sin embargo, cuando el nivel de pulpa en las raciones sobrepasa el 40% el consumo tiende a declinar (Bhattacharya y Harb 1973). Adicionalmente, Volanis *et al.* (2004), citada por Bampidis y Robinson (2005) reportaron que rodajas de naranja ensiladas a 309 g kg<sup>-1</sup> de MS de la ración total (RT), fue palatable para ovejas lecheras en lactancia, posiblemente debido a su agradable aroma, mientras Migwi *et al.* (2001), citada por Bampidis y Robinson (2005) sugieren que el nivel de pulpa cítrica ensilada con rastrojo de trigo y cama de aves de corral, en una ración para ovejas, debe ser mantenido entre 150 y 200 g kg<sup>-1</sup> MS para evitar el bajo consumo que se atribuye a la baja palatabilidad y elevarla con la pulpa cítrica. Finalmente, la naranja se ha utilizado como saborizante en raciones para ovejas (Ralphs *et al.*, 1995).

Citando nuevamente a Bhattacharya y Harb (1973) reportan que el promedio del consumo diario (Cuadro 2), de las raciones para ovejas Awasi, tendió a declinar cuando la proporción de pulpa cítrica aumentó, sin embargo, no hubo diferencia significativa entre el promedio de los consumos diarios. Ammerman *et al.* (1963), citada por Bhattacharya y Harb (1973) observaron que las raciones que contenían pulpa cítrica y maíz eran mas palatables que aquéllas que contenían sólo maíz. El estudio de Bhattacharya y Harb (1973) indicó que la palatabilidad de la ración que contenía pulpa cítrica es comparable a aquéllas que contienen maíz; sin embargo, cuando el nivel de pulpa en las raciones sobrepasa el 40% la palatabilidad tiende a declinar.

Cuadro 2. Consumo voluntario de alimento.

<b>No. de Ración</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
% de Pulpa Cítrica	0	20	40	60
Consumo de Alimento en g.	1071	1035	986	924

Fuente: Bhattacharya y Harb (1973).

#### Toxicidad de los cítricos

Bampidis y Robinson (2005) nos dicen que cuando se ofrecieron altos niveles de PCD, así como bajos niveles de forraje en las dietas, se presentó paraqueratosis del rumen en ovejas. Loggins *et al.* (1968) reportaron que 18 de 20 ovejas en crecimiento, alimentadas con una dieta de 240 g kg<sup>-1</sup> de harinolina y 745 g kg<sup>-1</sup> de PCD, presentaron paraqueratosis de moderada a severa, y con la adición de 100 g kg<sup>-1</sup> de zacate bermuda picado, solo 14 de las 20 ovejas presentaron paraqueratosis moderada y ninguna que se considerara severa.

Gohl (1978) afirma que a pesar de lo anterior se ha utilizado este subproducto en la alimentación del ganado, con buenos resultados.

#### Digestibilidad de la Cáscara de Naranja

Devendra (1971), citada por Gohl (1978) al realizar pruebas de digestibilidad con ovejas demostró que ésta decrece cuando se incluye la CN en niveles arriba del 30% de la ración.

Bhattacharya y Harb (1973) presentan coeficientes promedio de digestibilidad de raciones para ovejas con diferentes porcentajes de pulpa cítrica y maíz (Cuadro 3). Los coeficientes de digestibilidad (CD) de MS variaron desde 75% a 81%. No hubo diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) entre los tratamientos, aun cuando el CD de la ración con 60% de pulpa cítrica fue bajo. Harms *et al.* (1968), citada por Bhattacharya y Harb (1973) alimentaron ovejas con una ración que contenía 65% de pulpa cítrica y encontraron que el CD de la MS fue de 83%. Fegeros *et al.* (1995) alimentaron ovejas con una ración que contenía 30% de pulpa cítrica y encontraron que la digestibilidad de la MS fue de 78.6% y la de materia orgánica (MO) de 87.2% (Cuadro 3).

Cuadro 3. Coeficientes de digestión aparente, nutrientes digestibles totales y proteína digestible de pulpa de cítricos deshidratada.

	<b>Nivel de Pulpa Cítrica Incorporada en la Ración</b>				
	0%	20%	30%	40%	60%
<b>Digestibilidad Aparente, %</b>					
Materia Seca	81.3	79.6	78.6	79.2	75.3
Materia Orgánica	-	-	87.2	-	-
Proteína Cruda	77.3	75.8	52.7	76.8	68.0
Fibra Cruda	52.1	60.5	93.2	64.2	68.6
Extracto Etéreo	47.5	46.8	82	77.9	68.8
Extracto Libre de Nitrógeno	88.0	86.4	83.1	85.2	81.9
Energía	81.3	79.9	-	78.1	74.3

Fuente: Bhattacharya y Harb (1973) y Fegeros *et al.* (1995).

(Bhattacharya y Harb, 1973) encontraron que los CD de proteína cruda (PC) en las raciones variaron de 68% a 77%. El CD de PC en la ración con 60% de pulpa de cítricos fue significativamente más bajo ( $P < 0.05$ ) que las otras raciones. Esto puede indicar que la PC de la pulpa de cítricos no es tan digestible como la del maíz. Harms *et al.* (1968), citada por Bhattacharya y Harb (1973), reportaron que el CD de proteína en una ración para ovejas con 65% de pulpa cítrica, era de, 51%. Fegeros *et al.* (1995) encontraron que la digestibilidad de la PC en una ración con 30% de pulpa cítrica fue de 52.7%.

Bhattacharya y Harb (1973) reportaron que la digestibilidad de la fibra cruda (FC) aumentó en las raciones con mas pulpa cítrica y la diferencia se volvió significativa ( $P < 0.05$ ) cuando fue incorporada la pulpa cítrica al nivel de 40%. Esto sugiere que la fibra de la pulpa cítrica es más digestible que la del maíz. Una observación similar fue reportada por Harms *et al.* (1968), citada por Bhattacharya y Harb (1973). Ellos encontraron que el CD de la fibra en una ración compuesta principalmente por heno, harina de maíz y soya, fue de 34.1%. Cuando la pulpa de cítricos reemplazo en 65% al maíz y al heno de la ración, el CD de la fibra fue de 59.6%. Fegeros *et al.* (1995) encontraron que la digestibilidad de la FC en una ración con 30% de pulpa cítrica fue de 93.2%.

Bhattacharya y Harb (1973) encontraron que la digestibilidad del EE en las raciones que contenían de 40 a 60% de pulpa cítrica fue significativamente más alta ( $P < 0.01$ ) que la testigo, mostrando un efecto aditivo, ya que fue observado un incremento similar de digestibilidad del EE con la incorporación de pulpa de cítricos en la ración. Harms *et al.*

(1968), citada por Bhattacharya y Harb (1973) obtuvieron 101%. Fegeros *et al.* (1995) encontraron que la digestibilidad del EE en una ración con 30% de pulpa cítrica fue de 82.0%.

Bhattacharya y Harb (1973) reportaron que la digestibilidad del ELN de las raciones decreció ( $P < 0.01$ ) solo cuando la porción de pulpa cítrica se incrementó a 60% reemplazando todo el maíz en la ración testigo. Fegeros *et al.* (1995) encontraron que la digestibilidad del ELN en una ración con 30% de pulpa cítrica fue de 83.1%.

Bhattacharya y Harb (1973) reportaron que la energía digestible (ED) y energía metabolizable (EM) decrecieron significativamente ( $P < 0.01$ ) cuando la pulpa cítrica reemplazo todo el maíz en la ración testigo. El valor promedio de ED y metabolizable en las raciones fueron 3,568 y 2,948 kcal kg<sup>-1</sup> de MS respectivamente; los valores respectivos de energía bruta fueron de 78 y 65%. De forma similar, la retención de N no fue afectada por la incorporación de 20% o 40% de pulpa cítrica en las raciones, sin embargo, esto declinó marcadamente al nivel de 60% de pulpa cítrica. La glucosa, ácidos grasos volátiles (AGV) y pH del rumen no difirieron significativamente entre tratamientos. La concentración total de AGV fue menor cuando la ración contenía 60% de pulpa cítrica.

### **Producción Láctea de Animales Alimentados con Cáscara de Naranja**

Fegeros *et al.* (1995) estudiaron el valor nutritivo de la PCD, y su efecto en el rendimiento y composición de la leche (CL) de 26 ovejas lactantes, alimentadas con heno de alfalfa (700 g d<sup>-1</sup>), rastrojo de trigo (300 g d<sup>-1</sup>) y uno de dos concentrados. El concentrado de PCD fue de (300 g kg<sup>-1</sup>) en sustitución parcial de grano de maíz, grano de cebada, salvado de trigo y harina de soya. Los consumos de energía neta (EN), MS, PC y grasa cruda (GC), el rendimiento de la leche (RL) y grasa de la leche (GL), así como los contenidos de proteína y lactosa, no se vieron afectados por la dieta (Cuadro 4). En contraste, la composición de los ácidos grasos (AG) de la leche se vio afectada en cierto grado.

Van Horn *et al.* (1975) estudiaron los efectos del alto contenido de maíz (80 g kg<sup>-1</sup> de PCD) y el alto contenido de PCD (431 g kg<sup>-1</sup> PCD) de la RT, en el desempeño y CL de vacas lactantes. El consumo de la ración, el RL y el contenido proteico de la misma,

fueron similares entre tratamientos (Cuadro 4), pero al final del experimento de 84 días, el peso corporal fue más alto en vacas alimentadas con la dieta alta en contenido de maíz. Los valores del contenido graso (CG) en la leche fueron  $42.2 \text{ g kg}^{-1}$  en la ración alta en PCD contra  $35.4 \text{ g kg}^{-1}$  en la ración con alto contenido de maíz, de igual manera el contenido de sólidos no grasos (SNG) fue de  $90,3 \text{ g kg}^{-1}$  contra  $88.4 \text{ g kg}^{-1}$  respectivamente.

Wing (1975) también estudio la PCD como sustituto de grano de maíz en el desempeño y CL de vacas lecheras lactantes. Vacas lactantes Guernsey fueron alimentadas con una de 4 mezclas que diferían en la forma física de la PCD (*i.e.*, picada y pellets) y en la fuente de forraje (*i.e.*, heno de zacate pangola y bagazo de caña de azúcar). La PCD, sin tomar en cuenta su forma física, se suministró en  $350 \text{ g kg}^{-1}$  de la RT. No se encontraron diferencias debido a la forma física de la PCD en el RL, CG, o contenido de proteínas (CP) y SNG.

Belibasakis y Tsirgogianni (1996), citada por Bampidis y Robinson (2005) evaluaron los efectos de la PCD sobre los metabolitos de suero en la sangre, electrolitos y el desempeño de 20 vacas alimentadas con una de dos raciones que contenían PCD a  $200 \text{ g kg}^{-1}$  de MS y concentrado a  $300 \text{ g kg}^{-1}$  de MS, o pulpa deshidratada de remolacha a  $150 \text{ g kg}^{-1}$  de MS, grano de maíz molido a  $80 \text{ g kg}^{-1}$  de MS y concentrado a  $270 \text{ g kg}^{-1}$  de MS, mas ensilado de maíz a  $500 \text{ g kg}^{-1}$  de MS. La RT tuvo concentraciones similares de PC, FND, FAD y energía metabolizable (EM). Los consumos de MS, EM y PC, al igual que el RL, CP, lactosa, sólidos totales (ST) y SNG, no se vieron afectados por las dietas (Cuadro 4). En contraste, la suplementacion de PCD, aumentó el CG en la leche ( $44.6 \text{ g kg}^{-1}$  contra  $41.2 \text{ g kg}^{-1}$ ) y el rendimiento de la grasa en la leche ( $1,06 \text{ kg d}^{-1}$  contra  $0.95 \text{ kg d}^{-1}$ ). No hubo diferencias de las concentraciones en la sangre de glucosa, proteínas totales, albúmina, globulina, urea, triglicéridos, fosfolipidos, Na, K, Ca, P, Mg y Cl. Adicionalmente las concentraciones en la sangre de colesterol fueron más altas ( $2350 \text{ mg l}^{-1}$  contra  $2230 \text{ mg l}^{-1}$ ) cuando las vacas fueron alimentadas con la dieta que contenía PCD.

Solomon *et al.* (2000) también estudiaron los efectos de la RT como fuente de carbohidratos no-estructurales(CNE), siendo alta en almidón (grano de maíz) o alta en pectina (PCD), en el desempeño de vacas lactantes y la CL. Diez vacas lactantes

Holstein fueron alimentadas con una de dos raciones, una alta en almidón (22 g de MS/vaca/d), la cual contenía grano de maíz (204 g kg<sup>-1</sup> de MS) y PCD (96 g kg<sup>-1</sup> de MS), y la otra alta en pectina (20.8 kg de MS/vaca/d), la cual contenía grano de maíz (93 g kg<sup>-1</sup> de MS) y PCD (207 g kg<sup>-1</sup> de MS). El rendimiento de la leche y el CG no se vieron afectados por la fuente de CNE (Cuadro 4), pero el perfil de AG de la leche si se vio afectado. En contraste el CP de la leche fue más alto en la ración alta en almidón.

Leiva *et al.* (2000) evaluaron el desempeño de ganado lechero alimentado con PCD o productos de maíz como fuente de carbohidratos solubles neutro detergentes (CSND). En el experimento 1, 11 vacas Holstein fueron alimentadas individualmente con una ración que contenía PCD (236 g kg<sup>-1</sup> de MS) y maíz molido (37 g kg<sup>-1</sup> de MS) o maíz molido (253 g kg<sup>-1</sup> de MS) y PCD (22 g kg<sup>-1</sup> de MS). Los consumos de MS, PC y FND, así como el RL, el contenido y rendimiento de grasa de la leche, y el rendimiento de la proteína de la leche, no se vieron afectados por la dieta (Cuadro 4). En contraste, los consumos de fibra soluble neutro detergente (FSND) y azúcar fueron más altos con la dieta de PCD, el consumo de almidón y el CP en la leche fueron más elevados con la dieta de maíz molido. En el experimento 2, 184 vacas fueron alimentadas en dos grupos y recibieron una ración que contenía PCD (205 g kg<sup>-1</sup> de MS) y grano de maíz molido (92 g kg<sup>-1</sup> de MS) o maíz molido (195 g kg<sup>-1</sup> de MS) y PCD (96 g kg<sup>-1</sup> de MS). El RL, y el rendimiento de la grasa y la proteína de la leche fueron menores, mientras que el CG y urea en la leche fueron más altos con la dieta de PCD (Cuadro 4). El alto contenido de urea y el bajo RL y proteína con la dieta de PCD en el experimento 2, combinado con una conversión reducida del N alimenticio al N de la leche en el experimento 1, sugiere un uso menos eficiente de proteína de la dieta para la producción de leche con las dietas que contenían más FSND.

Broderick *et al.* (2002) estudiaron la efectividad de las fuentes de carbohidratos en las raciones, tales como mazorca de maíz húmeda (384 g kg<sup>-1</sup> de MS), maíz quebrado (387 g kg<sup>-1</sup> de MS) y una mezcla de mazorca de maíz húmeda (191 g kg<sup>-1</sup> de MS) mas PCD (191 g kg<sup>-1</sup> de MS), en el desempeño y CL de vacas lactantes. El consumo de MS y los rendimientos de grasa, proteína, lactosa y SNG de la leche, fueron menores con la dieta que contenía PCD contra la mazorca de maíz húmeda y el maíz quebrado (Cuadro 4). Broderick *et al.* (2002) concluyeron que, comparando con mazorca de maíz húmeda y

maíz quebrado, la PCD rica en pectina como fuente de carbohidratos, disminuye el consumo y la producción láctea en vacas lactantes.

Cuadro 4. Efecto de subproductos cítricos en el desempeño de rumiantes lactantes, recopilado de diversas fuentes.

Piense	Nivel de Subproducto Cítrico	Animal	Consumo de MS (g MS/d)	Rendimiento de la Leche (g/d)	Grasa (g kg <sup>-1</sup> )	PC	Lactosa	Sólidos No Grasos	Referencia
Pulpa de Cítricos Deshidratada	80	Vacas	18700	18200	35.4	34.8	-	88.4	Van Horn <i>et al.</i> (1975)
Total de la Ración	431		18700	17900	42.2	34.6	-	90.3	
Mezclada (g kg <sup>-1</sup> )									
Melaza de Cítricos Destilada	0	Vacas	23300	20200	33.5	29.6	-	-	Wing <i>et al.</i> (1988)
Soluble + Ensilaje de Maíz	30		22300	19600	32.1	29.0	-	-	
Total de la Ración (g kg <sup>-1</sup> MS)	60		27000	21900	32.4	28.1	-	-	
Concentrado de Pulpa de Cítricos	90		26500	21600	34.0		-	-	
Deshidratada (g kg <sup>-1</sup> )	0	Ovejas	1413	824	70.4	53.6	46.8	-	Fegeros <i>et al.</i> (1995)
Pulpa de Cítricos	300		1441	784	72.7	53.2	46.4	-	
Deshidratada	0		18600	23100	41.2	32.2	50.5	89.7	
Mezcla Total de la Ración (g kg <sup>-1</sup> MS)	200	Vacas	18700	23600	44.8	32.5	50.3	89.8	Belibasakis y Tsirgogianni (1996)
Maíz-Pulpa de Cítricos	204-96		22000	38300	33.3	28.7	46.0	-	
Deshidratada									
Mezcla Total de la Ración (g kg <sup>-1</sup> MS)	93-207	Vacas	20800	38200	33.0	28.2	46.6	-	Solomon <i>et al.</i> (2000)
Maíz Molido-Pulpa de Cítricos	22-253		21400	32800	34.3	28.3	-	-	
Deshidratada									
Mezcla Total de la Ración (g kg <sup>-1</sup> MS)	236-37	Vacas	20900	31300	35.4	27.1	-	-	Leiva <i>et al.</i> (2000)
Harina de Maíz-Pulpa de Cítricos	195-96		-	31800	32.7	30.8	-	-	
Deshidratada									
Mezcla Total de la Ración (g kg <sup>-1</sup> MS)	92-205	Vacas	-	27900	34.5	31.3	-	-	Leiva <i>et al.</i> (2000)
Mazorca de Maíz Húmeda-Pulpa de Cítricos	384-0		20000	34500	34.6	29.2	47.9	84.7	
Deshidratada									
Mezcla Total de la Ración (g kg <sup>-1</sup> MS)	192-191	Vacas	19200	29900	34.0	28.4	46.1	81.4	Broderick <i>et al.</i> (2002)
Ensilado de Naranja	0		1620	769	65.7	44.9	54.4	108.0	
Mezcla Total de la Ración (g kg <sup>-1</sup> MS)	309	Ovejas	1620	680	78.4	43.7	58.3	111.0	Volanis <i>et al.</i> (2004)

Fuente: Bampidis y Robinson (2005).

Wing *et al.* (1988) evaluaron melaza cítrica soluble destilada (MCSO) como fuente de energía en el desempeño de lactancia, en un experimento con 32 vacas lactantes Holstein. La MCSO fue añadida a dietas de ensilaje de maíz o cáscara de semilla de algodón en proporciones de 0, 30, 60 y 90 g kg<sup>-1</sup> de MS para reemplazar grano de maíz. El RL y el consumo de MS tendieron a aumentar al mayor nivel de MCSO (Cuadro 4), pero no se observaron diferencias en la CL o cambios en el peso corporal. Los autores concluyeron que la MCSO, arriba de 60 g kg<sup>-1</sup> de MS en la ración, fue nutricionalmente superior al grano de maíz.

Volanis *et al.* (2004), citada por Bampidis y Robinson (2005) evaluaron los efectos de alimentar a ovejas lecheras en lactancia, con ensilado de naranja en rodajas (ENR). Se utilizaron 96 ovejas lactantes de la raza Sfakian, divididas en dos grupos iguales. Tres kilogramos (79.5% de la ración) de ENR se ofrecieron al grupo testigo diariamente, en sustitución de una parte de grano de maíz/harina de soya/ heno de avena. El RL fue 12% mayor en el grupo testigo y las ovejas alimentadas solo con ENR presentaron 16% más CG en la leche (Cuadro 4).

En general, los resultados sugieren que tanto la sustitución de grano de maíz como de otras fuentes de almidón por SC, resulta en un igual rendimiento y CL de rumiantes lactantes.

### **Producción Láctea de Caprinos en Base a Distintas Variables**

Tanto la producción como la composición de leche de cabra están influidas por diferentes factores de variación. Algunos de ellos son propios del animal o intrínsecos (genotipo, estado de lactación, edad, etc.) y otros son extrínsecos al animal (manejo de ordeño, condiciones ambientales, alimentación, etc.) (Daza *et al.*, 2004). A continuación se desarrollan algunos factores intrínsecos.

#### **Producción láctea en base a raza**

Haenlein (1995) afirma que la producción y la composición de la leche de cabra puede presentar grandes diferencias dependiendo de la raza, *e. g.* variación de porcentajes de grasa en la leche de 2.3 a 6.9 (Juárez, 1986), citada por Haenlein (1995) así como, proteína de 2.2 a 5.1%. Gran parte de estas variaciones presentan

correlaciones negativas entre el rendimiento y la composición de la leche, i. e. los bajos rendimientos tienen mayores contenidos y viceversa.

García *et al.* (1996) analizaron caracteres relacionados con la producción de leche de cabras criollas y mestizas. Los grupos raciales y número de hembras utilizadas para el análisis fueron: Criollas 359, ½ Nubia ½ Criollo 137, ½ Alpino ½ Criollo 43, ½ Toggenburg ½ Criollo 35 y ¾ Nubia ¼ Criollo 66. A continuación se muestran los resultados del análisis de producción de leche y duración de lactancia (Cuadro 5), demostrando que el grupo racial tuvo una diferencia significativa ( $P < 0.01$ ) en ambos caracteres.

Cuadro 5. Promedios ajustados de producción de leche por lactancia y duración de la lactancia en cabras criollas y mestizas.

Grupo Racial	Carácter		
	Leche (kg)	n	Long. Lactancia
Criollo	57.2 ± 3.3 <sup>a</sup>	408	151.0 ± 2.8 <sup>a</sup>
½ Nubia ½ Criollo	97.7 ± 3.8 <sup>b</sup>	279	182.4 ± 3.2 <sup>b</sup>
½ Alpino ½ Criollo	150.5 ± 5.6 <sup>c</sup>	101	195.0 ± 4.6 <sup>c</sup>
½ Toggenburg ½ Criollo	115.3 ± 6.3 <sup>d</sup>	76	191.8 ± 5.1 <sup>bc</sup>
¾ Nubia ¼ Criollo	96.5 ± 5.0 <sup>b</sup>	125	183.8 ± 4.0 <sup>b</sup>

a, b, c, d: Valores en la misma columna con diferente letra son estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ )

Fuente: García *et al.* (1996)

De los resultados anteriores García *et al.* (1996) destacan que los promedios de producción de leche de las mestizas de Alpino y Toggenburg fueron significativamente diferentes ( $P < 0.01$ ) a los promedios registrados por las mestizas de Nubia y cabras criollas, lo cual era de esperarse ya que las razas Alpino Francés y Toggenburg han sido especialmente seleccionadas para la producción de leche, mientras que la Nubia es considerada una raza de doble propósito. Otro factor importante a considerar, en este caso, es que la raza Nubia es característicamente alta en contenido de grasa en la leche. Por otro lado se observó que todos los grupos mestizos fueron significativamente superiores ( $P < 0.01$ ) al grupo criollo. El Cuadro 6 muestra el promedio diario de producción de leche para todos los grupos raciales y el porcentaje de incremento de las mestizas sobre las criollas.

Cuadro 6. Producción de leche promedio por día y superioridad de cabras mestizas sobre cabras criollas.

<b>Grupo Racial</b>	<b>Leche día<sup>-1</sup> (kg)</b>	<b>Prod. Sobre criollas (%)</b>
Criollo	0.378	-
½ Nubia ½ Criollo	0.536	41.8
½ Alpino ½ Criollo	0.772	104.2
½ Toggenburg ½ Criollo	0.601	59.0
¾ Nubia ¼ Criollo	0.525	39.9

Fuente: García *et al.* (1996)

Sobre los resultados del Cuadro 6, García *et al.* (1996) destacan que las mestizas de Alpino registraron el valor máximo de superioridad con una producción diaria que duplica a las cabras criollas. El menor incremento fue logrado por las cabras ¾ Nubia ¼ Criollo, lo cual indica que probablemente no fue recomendable, bajo el sistema utilizado de manejo en el experimento, continuar el mestizaje arriba de media sangre, cuando la raza mejoradora sea la Nubia.

Soryal *et al.* (2005) evaluaron los efectos de la leche de cabras de las razas Alpina y Nubia en varias etapas de lactancia, sobre el rendimiento, la composición y concentración de ácidos grasos en la elaboración de quesos suaves. Los resultados obtenidos de este estudio indicaron que la raza de las cabras no afectaba la composición de los quesos o la concentración de ácidos grasos, pero sí, el ácido oleico. Sin embargo, de la leche de las cabras Nubia se obtuvo un mayor rendimiento quesero, bajas concentraciones de ácido oleico y menor concentración de ácidos grasos insaturados que de aquella de las Alpinas. A continuación se muestra la composición bruta de la leche y queso suave de cabras Alpina y Nubia (Cuadro 7).

Cuadro 7. Composición bruta (%) y rendimiento del queso suave de leche de cabras Alpinas y Nubias (medias  $\pm$  S.E.).

	N	Alpina	Nubia
<b>Composición de la leche (%)</b>			
Grasa	12	2.76 <sup>b</sup> $\pm$ 0.24	4.37 <sup>a</sup> $\pm$ 0.57
Proteína total	12	2.53 <sup>b</sup> $\pm$ 0.25	3.87 <sup>a</sup> $\pm$ 0.43
Caseína	12	2.20 <sup>b</sup> $\pm$ 0.32	3.47 <sup>a</sup> $\pm$ 0.39
Sólidos Totales	12	10.1 <sup>b</sup> $\pm$ 0.62	13.45 <sup>a</sup> $\pm$ 0.94
<b>Composición del queso (%)</b>			
Grasa	12	15.78 $\pm$ 1.71	15.54 $\pm$ 1.46
Proteína	12	12.57 $\pm$ 1.10	12.84 $\pm$ 1.90
Sólidos Totales	12	33.59 $\pm$ 1.43	34.36 $\pm$ 2.15
<b>Rendimiento del queso (kg 10kg<sup>-1</sup> de leche)</b>			
	12	1.69 <sup>b</sup> $\pm$ 0.09	2.71 <sup>a</sup> $\pm$ 0.45

Fuente: Soryal *et al.* (2005).

#### Producción láctea en base al número de parto

Kennedy *et al.* (1981) examinaron los efectos conjuntos del número de parto, edad y temporada de crianza, sobre el rendimiento de la leche y grasa de la misma, de tres razas de cabras lecheras. Obtuvieron registros de 305 días de lactación del Laboratorio de Programas de Mejoramiento Animal de la USDA. Solo utilizaron los registros de cabras Alpinas, Saanen y Toggenburg, debido a que estas razas presentaron similares promedios y varianzas de producción de leche y grasa, duración de lactancia y patrones de crianza. La raza Nubia fue decididamente diferente en los aspectos anteriores, por lo tanto sus registros fueron excluidos, al igual que los de cabras La Mancha, cruza y animales experimentales.

Definieron dos temporadas de crianza: Temporada 1 Diciembre-Marzo, Temporada 2 Abril-Julio. También dos regiones geográficas con un set de registros cada una: Región 1 Estados del Oeste de USA y Región 2 Estados del Noreste y Norte Central de USA.

En la Región 1, los rendimientos durante el primer parto incrementaron con la edad de crianza arriba de los 20 y 21 meses y declina a mayor edad en las dos Temporadas. En la Región 2, los rendimientos de leche en primer parto también incrementaron con la edad de 20 a 22 meses pero posteriormente fueron relativamente constantes con el incremento de la edad. Los rendimientos en los partos subsecuentes tendieron a declinar con la edad en la Región 1, siendo el decline aparentemente menor en la Región 2.

Las diferencias entre partos a la misma edad fueron grandes y significativas en su mayor parte (Cuadro 8). En la Región 1 las diferencias entre el segundo y el primer parto a la misma edad variaron de 147 a 217 kg en la Temporada 1, y de 98 a 174 kg en la Temporada 2. Los estimados correspondientes a la Región 2 fueron ligeramente menores y variaron de 56 a 123 kg para la Temporada 1 y de 29 a 103 kg para la Temporada 2. En ambas regiones las diferencias fueron grandes y significativas entre el tercer y segundo parto así como entre cuarto y superiores comparados con el tercero de cabras de la misma edad.

Cuadro 8. Comparación de las diferencias entre numero de parto en cabras de la misma edad.

No. Parto	Edad <i>meses</i>	Temporada 1		Temporada 2	
		Leche	Grasa	Leche <i>Kg</i>	Grasa
<b>Región 1</b>					
1er-2do	23	195**	6.6**	102	3.8
	24	147**	4.5**	98**	4.2**
	25	217**	7.2**	142**	4.8**
2do-3er	26-28	193**	6.4**	174**	5.7**
	34-36	98**	2.9**	216**	8.5**
	37-44	51	2.5*	114**	3.6**
3er-4to	45-48	93	3.1	....	....
	49-51	123**	4.1	95*	2.9
<b>Región 2</b>					
1er-2do	23	76*	3.5**	....	....
	24	123**	3.5**	103*	3.4
	25	117**	4.0**	86*	1.7
2do-3er	26-28	56	1.5	29	0.5
	34-36	62*	2.5*	205**	7.6**
	37-44	35	1.2	14	1.2
3er-4to	45-48	107*	5.3**	....	....
	49-51	-53	-2.7	1	0.2

\*p<0.05.

\*\*p<0.01.

Fuente: Kennedy *et al.* (1981)

Los efectos del número de parto en cabras lecheras, junto con los de la edad y temporada, son grandes e importantes. También, particularmente en la Región 1, se presentó un decline en el rendimiento al incrementar la edad en el segundo y partos superiores. En el primer parto, se presenta un incremento en el rendimiento con la edad

de 20 a 22 meses y declina en los subsecuentes (Región 1), o al menos se nivela después de los 22 meses (Región 2). Los patrones estacionales de reproducción e inicio del estro pueden ser contribuyentes en la relación de la edad y número de parto con el rendimiento.

García *et al.* (1996) encontraron en su estudio de cabras criollas y mestizas, que tanto la época de parto como el número de parto, tuvieron efectos significativos ( $P < 0.05$ ) en la producción de leche por lactancia (Cuadro 9). La producción de leche por lactancia aumentó significativamente con el incremento en el número del parto hasta el 4° y más partos.

Cuadro 9. Efecto de número de parto en producción de leche y longitud de lactancia para cabras criollas y mestizas.

No. de Parto	Leche (kg)	n	Long. Lactancia
1	86.6±3.5 <sup>a</sup>	324	177.8±3.0 <sup>a</sup>
2	100.3±3.4 <sup>b</sup>	280	179.4±2.9 <sup>a</sup>
3	111.3±3.8 <sup>c</sup>	180	180.2±3.3 <sup>a</sup>
≥4	118.3±4.1 <sup>c</sup>	205	185.1±3.5 <sup>a</sup>

a, b, c, d: Valores en la misma columna con diferente letra son estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ )

Fuente: García *et al.* (1996)

Resultados similares obtuvieron Carnicella *et al.* (2008) quienes basaron un estudio en 530 datos recolectados de granjas comerciales de cabras lecheras de raza Maltese pura localizadas al sur de Italia. Reportaron que las cabras de la tercera y cuarta lactación rindieron aproximadamente 302 kg comparadas con 257.8 kg (-14%) de cabras de primer parto y 276.4 kg (-9%) de cabras de segundo parto (Cuadro 10).

Cuadro 10. Medias de cuadrados mínimos y error estándar de rendimiento de leche, duración de lactancia y constituyentes de la leche de cabra Maltese.

Parto	No.	Rendimiento de Leche (kg)	Duración de Lactancia (d)	Grasa (%)	Proteína (%)	Lactosa (%)
1	79	257.8±5.65	244±3.19	3.6±0.03	3.5±0.03	4.7±0.03
2	136	276.4±4.22	253±2.42	3.5±0.02	3.4±0.02	4.7±0.02
3	147	301.6±4.38	255±2.47	3.5±0.02	3.4±0.02	4.6±0.02
≥4	168	302.1±3.99	257±2.26	3.5±0.02	3.4±0.02	4.6±0.02

Fuente: Carnicella *et al.* (2008)

También encontraron que el efecto de número de parto en el contenido de grasa y proteína fue poco pero significativo, ya que las cabras de primer parto produjeron leche más rica en grasa y proteína (3.6 y 3.5%, respectivamente) comparadas con otros grupos cuyo contenido de grasa y proteína en la leche fue de 3.5 y 3.4% respectivamente.

#### Producción láctea en base al periodo de lactancia

Haenlein (1995) asegura que independientemente de raza o especie, el periodo de lactancia es el de mayor influencia en la composición de la leche, ya que muchos de los componentes de la leche de oveja, cabra e inclusive de vaca, son muy elevados al comienzo de la lactancia, especialmente grasa y proteína, las cuales a partir de entonces comienzan a disminuir elevándose posteriormente de forma notable al final de la lactación, cuando los rendimientos son bajos.

Fekadu *et al.* (2005) utilizaron un hato de cabras Alpinas para investigar los cambios en la composición de la leche de cabra durante la lactación y sus efectos en la calidad sensorial y rendimiento de quesos duros y semi-duros. Los resultados de tal estudio mostraron que la composición química de la leche de cabra cambio significativamente durante la lactación (Cuadro 11) resultando en una variación de los rendimientos y cualidades sensoriales de los quesos duros y semi-duros (Cuadro 13).

En general, los contenidos de grasa y proteína de la leche para ambos quesos fueron más elevados en la etapa inicial y final de la lactancia que a mitad de la misma ( $P < 0.05$ ). Los cambios en el contenido de sólidos totales en la leche siguieron patrones similares a los contenidos de grasa y proteína. Tal observación concuerda con una lactación normal de cabras lecheras, *i.e.*, el contenido de sólidos es alto al comienzo de la lactación cuando el volumen es bajo; mientras que el volumen de leche incrementa, el contenido de sólidos disminuye; mientras las cabras lactantes entran a la etapa final de la lactancia, el volumen de leche disminuye y el contenido de sólidos incrementa nuevamente. Por otro lado, el contenido de caseína no presentó cambios significativos al avance de la lactación y las células somáticas incrementaron desde el inicio hasta el final de la lactancia.

Cuadro 11. Composición bruta (%) y recuento de células somáticas de leche de cabra utilizada para la elaboración de quesos duros y semiduros durante 6 meses de lactación.

	<b>Meses en Lactación</b>					
	<b>Mayo</b>	<b>Junio</b>	<b>Julio</b>	<b>Agosto</b>	<b>Septiembre</b>	<b>Octubre</b>
<b>Grasa (%)</b>						
Queso Duro	2.96 <sup>a,b</sup>	2.65 <sup>c</sup>	2.64 <sup>c</sup>	2.59 <sup>c</sup>	2.78 <sup>b,c</sup>	3.03 <sup>a</sup>
Queso Semi-Duro	2.80 <sup>b</sup>	2.74 <sup>b</sup>	2.63 <sup>b</sup>	2.53 <sup>b</sup>	2.59 <sup>b</sup>	3.28 <sup>a</sup>
<b>Caseína (%)</b>						
Queso Duro	2.24 <sup>a</sup>	2.24 <sup>a</sup>	2.22 <sup>a</sup>	2.29 <sup>a</sup>	2.27 <sup>a</sup>	2.37 <sup>a</sup>
Queso Semi-Duro	2.42 <sup>a</sup>	2.28 <sup>a,b</sup>	2.24 <sup>a,b</sup>	2.26 <sup>a,b</sup>	1.92 <sup>b</sup>	2.40 <sup>a</sup>
<b>Proteínas (%)</b>						
Queso Duro	2.82 <sup>b,c</sup>	2.73 <sup>c</sup>	2.82 <sup>b,c</sup>	2.88 <sup>b,c</sup>	2.91 <sup>b</sup>	3.16 <sup>a</sup>
Queso Semi-Duro	3.28 <sup>a</sup>	2.89 <sup>b</sup>	2.88 <sup>b</sup>	2.87 <sup>b</sup>	2.80 <sup>b</sup>	3.00 <sup>a</sup>
<b>Sólidos Totales (%)</b>						
Queso Duro	10.7 <sup>a</sup>	9.98 <sup>b</sup>	9.78 <sup>b</sup>	9.83 <sup>b</sup>	10.26 <sup>a,b</sup>	10.67 <sup>a</sup>
Queso Semi-Duro	10.83 <sup>a,b</sup>	10.26 <sup>a,b,c</sup>	9.93 <sup>b,c</sup>	9.72 <sup>c</sup>	9.74 <sup>c</sup>	11.02 <sup>a</sup>
<b>Recuento de Células Somáticas (log)</b>						
Queso Duro	6.15 <sup>c</sup>	6.25 <sup>b,c</sup>	6.22 <sup>b,c</sup>	6.3 <sup>a,b,c</sup>	6.38 <sup>a,b</sup>	6.43 <sup>a</sup>
Queso Semi-Duro	6.14 <sup>c</sup>	6.18 <sup>b,c</sup>	6.19 <sup>b,c</sup>	6.22 <sup>b,c</sup>	6.29 <sup>b</sup>	6.47 <sup>a</sup>

<sup>a,b,c</sup> Las medias en la misma fila con diferente superíndice difieren (P<0.05).

Fuente: Fekadu *et al.* (2005).

Soryal *et al.* (2005) también reportaron cambios en la composición bruta de la leche de cabras Alpinas y Nubias durante la lactación (Cuadro 12). La grasa y los contenidos totales de proteína de leche de cabras Alpinas fue constante hasta el final de la lactancia (Octubre) (P>0.05) y posteriormente incrementaron significativamente (P<0.05). Los contenidos de caseína y sólidos totales fluctuaron durante la lactación, siendo menores

en Julio y mayores en Octubre. En la leche de cabras Nubia los contenidos de grasa y proteína totales fueron elevados al inicio de la lactación (Mayo), disminuyeron cuando la producción de leche alcanzó su punto máximo en Junio y Julio, y después incrementaron nuevamente conforme la lactación avanzaba. El contenido de caseína vario durante la lactación de forma similar al de la leche de cabras Alpinas. Los sólidos totales en la leche de cabras Nubia cambiaron hasta el final de la lactancia (Septiembre y Octubre) cuando incrementaron significativamente ( $P < 0.05$ ). Debido a la lactación estacional en cabras lecheras, es común que la grasa, proteína y sólidos totales disminuyan al pico de la lactancia e incrementen cuando los volúmenes de leche son menores hacia el final de la misma (Zeng *et al.*, 1997).

Cuadro 12. Cambios en la composición bruta (% , medias  $\pm$  S.E.) de leche de cabras Alpinas y Nubias durante la lactancia.

	<b>Mes en lactación</b>					
	<b>Mayo</b>	<b>Junio</b>	<b>Julio</b>	<b>Agosto</b>	<b>Septiembre</b>	<b>Octubre</b>
<b>Leche Alpina</b>						
Grasa	2.7 <sup>b</sup> $\pm$ 0.3	2.7 <sup>b</sup> $\pm$ 0.1	2.6 <sup>b</sup> $\pm$ 0.03	2.6 <sup>b</sup> $\pm$ 0.1	2.8 <sup>b</sup> $\pm$ 0.4	3.1 <sup>a</sup> $\pm$ 0.2
Proteína	2.4 <sup>b</sup> $\pm$ 0.3	2.5 <sup>b</sup> $\pm$ 0.5	2.5 <sup>b</sup> $\pm$ 0.2	2.5 <sup>b</sup> $\pm$ 0.2	2.5 <sup>b</sup> $\pm$ 0.1	2.8 <sup>a</sup> $\pm$ 0.02
Total						
Caseína	2.1 <sup>a,b</sup> $\pm$ 0.3	2.2 <sup>a,b</sup> $\pm$ 0.6	1.8 <sup>b</sup> $\pm$ 0.4	2.3 <sup>a,b</sup> $\pm$ 0.2	2.2 <sup>a,b</sup> $\pm$ 0.1	2.6 <sup>a</sup> $\pm$ 0.05
Sólidos	9.5 <sup>b,c</sup> $\pm$ 1.1	10.2 <sup>a,b</sup> $\pm$ 0.9	9.0 <sup>c</sup> $\pm$ 0.2	9.8 <sup>a,b</sup> $\pm$ 0.2	10.3 <sup>a</sup> $\pm$ 0.6	10.9 <sup>a</sup> $\pm$ 0.01
Totales						
<b>Leche Nubia</b>						
Grasa	4.4 <sup>a,b</sup> $\pm$ 0.2	4.2 <sup>b</sup> $\pm$ 0.8	4.0 <sup>b</sup> $\pm$ 0.4	4.1 <sup>b</sup> $\pm$ 0.9	4.8 <sup>a</sup> $\pm$ 0.8	4.8 <sup>a</sup> $\pm$ 0.5
Proteína	3.9 <sup>a,b</sup> $\pm$ 0.3	3.5 <sup>b</sup> $\pm$ 0.4	3.5 <sup>b</sup> $\pm$ 0.4	4.1 <sup>a,b</sup> $\pm$ 0.2	3.8 <sup>a,b</sup> $\pm$ 0.3	4.5 <sup>a</sup> $\pm$ 0.2
Total						
Caseína	3.6 <sup>a,b</sup> $\pm$ 0.3	3.1 <sup>b</sup> $\pm$ 0.4	3.1 <sup>b</sup> $\pm$ 0.3	3.7 <sup>a,b</sup> $\pm$ 0.2	3.4 <sup>b</sup> $\pm$ 0.2	4.0 <sup>a</sup> $\pm$ 0.2
Sólidos	13.2 <sup>b,c</sup> $\pm$ 0.5	13.0 <sup>c</sup> $\pm$ 1.0	12.7 <sup>c</sup> $\pm$ 0.2	13.3 <sup>b,c</sup> $\pm$ 1.3	13.9 <sup>a,b</sup> $\pm$ 1.3	14.6 <sup>a</sup> $\pm$ 0.7
Totales						

<sup>a,b,c</sup> Las medias en la misma fila con diferente superíndice difieren ( $P < 0.05$ ).

Fuente: Soryal *et al.* (2005).

### Rendimiento quesero en base a periodo de lactancia

Fekadu *et al.* (2005) encontraron al elaborar quesos duros y semi-duros con leche de cabras Alpinas, que efectivamente el periodo de lactancia afecta en el rendimiento de los mismos debido a la composición de la leche como se mencionaba anteriormente (Cuadro 13). En los quesos duros el rendimiento fue mayor al inicio (Mayo) y final de lactancia (Septiembre-Octubre), comparado a los de media lactancia (Julio-Agosto) ( $P < 0.05$ ). Por

otro lado, en la elaboración de los quesos semi-duros, el mayor rendimiento quesero se presentó en el último mes de lactancia.

Cuadro 13. Rendimiento quesero ( $\text{kg } 100\text{kg}^{-1}$  de leche) de leche de cabra en la elaboración de queso duro y semi-duro, durante 6 meses de lactación.

Meses de Lactación	Rendimiento Quesero	
	Queso Duro	Queso Semi-Duro
Mayo	8.75 <sup>a,b</sup>	9.32 <sup>a,b</sup>
Junio	8.1 <sup>b,c</sup>	8.92 <sup>a,b</sup>
Julio	7.38 <sup>c</sup>	8.87 <sup>a,b</sup>
Agosto	7.73 <sup>c</sup>	8.77 <sup>a,b</sup>
Septiembre	8.5 <sup>a,b</sup>	8.58 <sup>b</sup>
Octubre	9.21 <sup>a</sup>	10.42 <sup>a</sup>

<sup>a,b,c</sup> Las medias en la misma fila con diferente superíndice difieren ( $P < 0.05$ ).

Fuente: Fekadu *et al.* (2005).

Soryal *et al.* (2005) también reportaron cambios en el rendimiento quesero durante la lactación de cabras Alpinas y Nubias (Cuadro 14). El rendimiento quesero de la leche de cabras Alpinas fue más alto en Octubre que en Julio y Septiembre ( $P < 0.05$ ) mientras que el de leche de cabras Nubias incrementó conforme la lactación avanzaba. El rendimiento quesero de la leche de cabras Nubias fue mucho mayor que aquel de cabras Alpinas.

De igual manera Soryal *et al.* (2004) reportaron que el rendimiento de queso Domiati varia significativamente durante la lactación con altos valores al comienzo y final de la misma, también que la grasa, proteína y sólidos de la leche de cabra están altamente relacionados con el rendimiento quesero.

Cuadro 14. Variaciones en el rendimiento de queso suave hecho a base de leche de cabras Alpinas y Nubias durante la lactancia (medias  $\pm$  S.E.).

Meses de Lactación	Rendimiento Quesero ( $\text{kg } 10 \text{ kg}^{-1}$ de leche)	
	Leche de cabras Alpinas	Leche de cabras Nubias
Mayo	1.73 <sup>a,b</sup> $\pm$ 0.3	2.41 <sup>b</sup> $\pm$ 0.1
Junio	1.71 <sup>a,b</sup> $\pm$ 0.2	2.54 <sup>b</sup> $\pm$ 0.1
Julio	1.61 <sup>b</sup> $\pm$ 0.2	2.53 <sup>b</sup> $\pm$ 0.1
Agosto	1.75 <sup>a,b</sup> $\pm$ 0.3	2.86 <sup>a,b</sup> $\pm$ 0.3
Septiembre	1.61 <sup>b</sup> $\pm$ 0.2	2.95 <sup>a,b</sup> $\pm$ 0.4
Octubre	3.18 <sup>a</sup> $\pm$ 0.1	3.22 <sup>a</sup> $\pm$ 0.4

<sup>a,b,c</sup> Las medias en la misma fila con diferente superíndice difieren ( $P < 0.05$ ).

Fuente: Soryal *et al.* (2005)

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Localización y Descripción del Área de Estudio**

El presente trabajo fue desarrollado en la Unidad Caprina de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, ubicada en el km 14.5 de la Carretera 57, tramo San Luis Potosí-Matehuala, Municipio de Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P.; Coordenadas U. T. M. Norte 2,459,743 m y Oeste 0308,175 m a una Altura Geoide de 1,838 m. El clima se considera seco estepario frío BsKw (wi) (Köppen, modificado por García, 1973). La temperatura media anual es de 17.6°C con una mínima de 7.5°C, una máxima de 35°C y una precipitación pluvial media anual de 335mm.

### **Animales**

Se utilizaron 36 hembras caprinas, 18 de raza Nubia y 18 de raza Alpina con un peso vivo promedio de  $39.11 \pm 5.30$  kg y  $42.77 \pm 8.73$  kg respectivamente. De 2, 3 y 4 partos, manejadas bajo sistema de estabulación.

### **Manejo general**

Las cabras después del parto se distribuyeron al azar a cada uno de los tratamientos (Cuadro 15), fueron mantenidas en confinamiento durante todo el estudio en corrales de malla ciclónica con una superficie de  $7 \times 7$  m<sup>2</sup>, con disponibilidad de sombra, comederos y libre acceso a agua limpia y fresca. El concentrado se suministró una vez al día por la mañana durante el período de ordeña, el forraje se ofreció dos veces al día, a las 10:00 y a las 14:00 hs.

### **Tratamientos**

Se evaluaron las siguientes dietas alimenticias (Cuadro 15):

- D<sub>1</sub>.- 45 % de concentrado (0.00% de sustitución de sorgo por cáscara de naranja).
- D<sub>2</sub>.- 45 % de concentrado (43.2% de sustitución de sorgo por cáscara de naranja).
- D<sub>3</sub>.-45 % de concentrado (86.5% de sustitución de sorgo por cáscara de naranja)

Cuadro 15. Dietas formuladas con niveles crecientes de cáscara de naranja deshidratada, en sustitución parcial de grano de sorgo para la alimentación de cabras Nubias y Alpinas en producción de leche.

<b>Ingredientes</b>	<b>Dieta 1 (kg)</b>	<b>Dieta 2 (kg)</b>	<b>Dieta 3 (kg)</b>
Sorgo grano	26.0	14.75	3.5
Cáscara de naranja	00.0	11.25	22.5
Melaza	3.0	3.0	3.0
Harina de soya	10.0	12.0	12.0
Gallinaza	4.0	2.0	2.0
Sal	1.0	1.0	1.0
Minerales	1.0	1.0	1.0
Total de concentrado	45.0	45.0	45.0
Heno de alfalfa	55.0	55.0	55.0
<b>Total</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>

Las dietas fueron formuladas de manera que cubrieran las necesidades de MS 2.02 kg animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> ( 0.909 kg de concentrado y 1.111 kg de forraje para las cabras de raza Nubia) y 2.09 kg animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> (0.940 kg de concentrado y 1.150 kg de forraje para las cabras de raza Alpina) y los requerimientos de nutrientes como PC (16 %) y EM (2.3 Mcal kg<sup>-1</sup>) para la producción de leche (2 L animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>) (NRC, 2007).

### **Material de Laboratorio**

#### Producción de leche

2 Probetas de polietileno de 1 L

#### Rendimiento de Cuajada

1 Centrífuga marca SOL-PAT modelo C-300

16 Tubos de cristal de 15 ml para centrifuga

1 Báscula marca OHAUS, triple Beam 700/800 series, 100 g cada 10 g, 500 g cada 100 g y 10 g cada gramo.

### **Variables en Estudio**

Producción de leche (L)

Composición química (% de proteína cruda y grasa)

Rendimiento en cuajada (%)

Producción de leche

La producción de leche se estimó mediante ordeño manual una vez al día, cada siete días. Ese mismo día se realizó el análisis de rendimiento en cuajada. Para tal manejo, a las crías se les restringió el amamantamiento desde las 15:00 hrs. del día anterior, esto durante todo el período experimental (ocho semanas) y se incorporaron a la madre después del ordeño.

Muestreo y análisis de leche

Al momento de medir la producción de leche se colectó una muestra de 250 ml por animal, que fue analizada inmediatamente en el laboratorio de leches de la misma Facultad.

Composición química

Se determinó utilizando el dispositivo MilkoScan Minor tipo 78100.

Rendimiento de cuajada

Se determinó colectando muestras de 12 ml de leche, se pesaron y registraron los datos (peso de muestra y número de animal), se añadieron 0.05 ml de renina, posteriormente se sometieron a centrifugación a 3000 r.p.m. durante 10 min, se mantuvo en reposo por 30 min., se obtuvo la porción de cuajada que fue filtrada para eliminar el exceso de suero de leche, y fue pesada para calcular el porcentaje de cuajada.

**Análisis Estadístico**

Los datos colectados fueron analizados con el paquete estadístico “R” (Ihaka y Gentleman, 1996) y se efectuó un análisis de varianza utilizando el siguiente modelo lineal de efectos fijos.

$$Y_{ijkl} = \mu + NN_i + R_j + NP_k + PL_l + (NN \times R)_{ij} + (NN \times NP)_{ik} + (NN \times PL)_{jk} + (R \times NP)_{jk} + (R \times PL)_{jl} + (NP \times PL)_{kl} + \xi_{ijkl}$$

Donde  $Y_{ijkl}$ : Producción de leche, composición y rendimiento de cuajada  $\mu$  = media poblacional;  $NN_i$  efecto del  $i$ -ésimo nivel de cáscara de naranja ( $i$ : 1,2,3);  $R_j$  efecto del  $j$ -ésimo tipo de raza de cabra (1,2);  $NP_k$  efecto del  $k$ -ésimo número de parto ( $k$ : 2,3,4);  $PL_l$  efecto de la  $l$ -ésimo periodo de lactancia (1,2,...8);  $(NN \times R)_{ij} + (NN \times NP)_{ik} + (NN \times PL)_{jk} + (R \times NP)_{jk} + (R \times PL)_{jl} + (NP \times PL)_{kl}$ . Efecto de interacciones;  $\xi_{ijkl}$ . Error residual NID ( $0, \sigma_e^2$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Efecto del Nivel de Naranja en la Dieta Sobre el Comportamiento Productivo de las Cabras

#### Producción de leche

La producción de leche no fue afectada ( $P>0.05$ ) por los niveles de cáscara de naranja deshidratada (00.0, 43.2 y 86.5 %), que se utilizaron para hacer sustitución parcial del grano de sorgo en la ración suministrada a cabras (Cuadro 16). Estos resultados coinciden con lo obtenido por investigadores como Wing (1975) quién también estudio la pulpa de cítricos deshidratada (PCD) como sustituto de grano de maíz, en el desempeño y calidad de leche (CL) de vacas lecheras lactantes. Vacas lactantes Guernsey fueron alimentadas con una de 4 mezclas que diferían en la forma física de la PCD (*i.e.*, picada y pellets) y en la fuente de forraje (*i.e.*, heno de zacate pangola y bagazo de caña de azúcar). La PCD, sin tomar en cuenta su forma física, se suministró en  $350 \text{ g kg}^{-1}$  de la ración total (RT). No se encontraron diferencias debido a la forma física de la PCD en el rendimiento de leche (RL), contenido de grasa (CG), o contenido de proteínas (CP) y sólidos no grasos (SNG). Leiva *et al.* (2000) evaluaron el desempeño de ganado lechero alimentado con PCD o productos de maíz como fuente de carbohidratos solubles neutro detergentes (CSND). En el experimento 1, 11 vacas Holstein fueron alimentadas individualmente con una ración que contenía PCD ( $236 \text{ g kg}^{-1}$  de MS) y maíz molido ( $37 \text{ g kg}^{-1}$  de MS) o maíz molido ( $253 \text{ g kg}^{-1}$  de MS) y PCD ( $22 \text{ g kg}^{-1}$  de MS). Los consumos de MS, PC y FND, así como el RL, el contenido y rendimiento de grasa de la leche, y el rendimiento de la proteína de la leche, no se vieron afectados por la dieta (Cuadro 4).

#### Composición de la leche

##### Proteína cruda

El nivel de cáscara de naranja deshidratada en la ración no afectó ( $P>0.05$ ) el contenido de proteína cruda de la leche de cabras. Las medias del contenido de proteína

cruda fueron numéricamente iguales, solo se observa variación en sus respectivas desviaciones estándar. Resultados semejantes en cuanto a la composición, específicamente en el contenido de proteína cruda fueron publicados por Wing *et al.* (1988) quienes evaluaron melaza cítrica soluble destilada (MCSD) como fuente de energía en el desempeño de lactancia, en un experimento con 32 vacas lactantes Holstein. La MCSD fue añadida a dietas de ensilaje de maíz o cáscara de semilla de algodón en proporciones de 0, 30, 60 y 90 g kg<sup>-1</sup> de MS para reemplazar grano de maíz. El RL y el consumo de MS tendieron a aumentar al mayor nivel de MCSD (Cuadro 4), pero no se observaron diferencias en la CL o cambios en el peso corporal. Los autores concluyeron que la MCSD, arriba de 60 g kg<sup>-1</sup> de MS en la ración, fue nutricionalmente superior al grano de maíz. La misma tendencia observaron Van Horn *et al.* (1975) al estudiar los efectos del alto contenido de maíz (80 g kg<sup>-1</sup> de PCD) y el alto contenido de PCD (431 g kg<sup>-1</sup> PCD) de la RT, en el desempeño y CL de vacas lactantes. El consumo de la ración, el RL y el contenido proteico de la misma, fueron similares entre tratamientos (Cuadro 4).

#### Grasa cruda

El nivel de cáscara de naranja deshidratada en la ración afectó (P<0.05) el contenido de grasa cruda de la leche de cabras. La media de este nutriente fue superior en la leche de cabras que recibieron la dieta con mayor (86.5%) contenido de cáscara de naranja, mientras que el nivel de 0.0 y 43.2% fueron estadísticamente iguales, pero ambos diferentes a la dieta con 86.5% (Cuadro16).

Tendencias semejantes fueron publicadas por Van Horn *et al.* (1975) al estudiar los efectos del alto contenido de maíz (80 g kg<sup>-1</sup> de PCD) y el alto contenido de PCD (431 g kg<sup>-1</sup> PCD) de la RT, en el desempeño y CL de vacas lactantes. Los valores del contenido de grasa (CG) en la leche fueron 42.2 g kg<sup>-1</sup> en la ración alta en PCD contra 35.4 g kg<sup>-1</sup> en la ración con alto contenido de maíz. Fegeros *et al.* (1995) estudiaron el valor nutritivo de la PCD, y su efecto en el rendimiento y composición de la leche (CL) de 26 ovejas lactantes, alimentadas con heno de alfalfa (700 g d<sup>-1</sup>), rastrojo de trigo (300 g d<sup>-1</sup>) y uno de dos concentrados. El concentrado de PCD fue, PCD (300 g kg<sup>-1</sup>) en sustitución parcial de grano de maíz, grano de cebada, salvado de trigo y harina de soya. Los

consumos de energía neta (EN), MS, PC y grasa cruda (GC), el rendimiento de la leche (RL) y grasa de la leche (GL), así como los contenidos de proteína y lactosa, no se vieron afectados por la dieta (Cuadro 4). En contraste, la composición de los ácidos grasos (AG) de la leche se vio afectada en cierto grado. Volanis *et al.* (2004), citada por Bampidis y Robinson (2005) evaluaron los efectos de alimentar a ovejas lecheras en lactancia, con ensilado de naranja en rodajas (ENR). Se utilizaron 96 ovejas lactantes de la raza Sfakian, divididas en dos grupos iguales. Tres kilogramos (79.5% de la ración) de ENR se ofrecieron al grupo testigo diariamente, en sustitución de una parte de grano de maíz/harina de soya/ heno de avena. El RL fue 12% mayor en el grupo testigo y las ovejas alimentadas solo con ENR presentaron 16% mas CG en la leche (Cuadro 4). Sin embargo, Broderick *et al.* (2002) estudiaron la efectividad de las fuentes de carbohidratos en las raciones, tales como mazorca de maíz húmeda (384 g kg<sup>-1</sup> de MS), maíz quebrado (387 g kg<sup>-1</sup> de MS) y una mezcla de mazorca de maíz húmeda (191 g kg<sup>-1</sup> de MS) mas PCD (191 g kg<sup>-1</sup> de MS), en el desempeño y CL de vacas lactantes. El consumo de MS y los rendimientos de grasa, proteína, lactosa y SNG de la leche, fueron menores con la dieta que contenía PCD contra la mazorca de maíz húmeda y el maíz quebrado (Cuadro 4). Broderick *et al.* (2002) concluyeron que, comparando con mazorca de maíz húmeda y maíz quebrado, la PCD rica en pectina como fuente de carbohidratos, disminuye el consumo y la producción láctea en vacas lactantes.

#### Rendimiento de cuajada

El rendimiento de cuajada de leche de cabra no fue afectado ( $P>0.05$ ) por los niveles de cáscara de naranja deshidratada, que se utilizaron en la ración (00.0, 43.2 y 86.5 %) en hacer sustitución parcial del grano de sorgo (Cuadro 16). Los resultados del rendimiento de cuajada son concordantes a lo que menciona García y Holmes (2001) así como Fekadu *et al.* (2005) quienes consideran que los compuestos más importantes en la producción de los subproductos lácteos son grasa, proteína y lactosa, ya que además de encontrarse relacionados con la producción, lo están con la firmeza y sabor de los subproductos; sin embargo los factores más importantes para la producción de queso son el contenido de sólidos totales y proteína cruda (Guo *et al.*, 2003; Gallego y Molina, 1994). El contenido de sólidos totales de la leche no fue afectado por el nivel de cáscara

de naranja en la dieta (variable no incluida en este trabajo), lo mismo ocurre con la proteína cruda. Esto explica porque el rendimiento de cuajada fue igual en todos los tratamientos.

Cuadro 16. Producción, composición y rendimiento de cuajada promedio, de leche de cabras Nubias y Alpinas, alimentadas con niveles crecientes de cáscara de naranja deshidratada en substitución parcial del grano de sorgo.

Nivel de cáscara de naranja deshidratada %	Producción de leche L d <sup>-1</sup>	Composición %		Rendimiento de cuajada %
		Proteína	Grasa	
00.0	1.73 ± 0.76 <sup>a</sup>	3.32 ± 0.81 <sup>a</sup>	3.32 ± 1.22 <sup>b</sup>	26.69 ± 4.84 <sup>a</sup>
43.2	1.74 ± 0.65 <sup>a</sup>	3.32 ± 0.75 <sup>a</sup>	3.47 ± 0.83 <sup>b</sup>	26.81 ± 4.32 <sup>a</sup>
86.5	1.79 ± 0.64 <sup>a</sup>	3.32 ± 0.70 <sup>a</sup>	3.66 ± 1.14 <sup>a</sup>	25.98 ± 4.13 <sup>a</sup>

a, b, c: Medias con literal distinta en columna difieren (P<0.05)

### Efecto de la Raza de Cabra Sobre su Comportamiento Productivo

#### Producción de leche

La raza de las cabras afectó (P<0.05), la producción de leche (Cuadro 17), con baja producción para las cabras de raza Nubia, que solo alcanzaron 1.58 ± 0.58 L d<sup>-1</sup> de leche, en tanto que las cabras de raza Alpina presentaron producción promedio de 1.93 ± 0.74 L d<sup>-1</sup> siendo ésta 18.14 % superior a la alcanzada por las cabras Nubia. García *et al.* (1996) destacan que los promedios de producción de leche de las cabras mestizas de Alpino y Toggenburg fueron significativamente diferentes (P<0.01) a los promedios registrados por las mestizas de Nubia y cabras criollas, lo cual era de esperarse ya que las razas Alpino Francés y Toggenburg han sido especialmente seleccionadas para la producción de leche, mientras que la Nubia es considerada una raza de doble propósito. Los resultados obtenidos en este trabajo coinciden con el volumen (1.4 kg d<sup>-1</sup>) de leche producido que reporta Montaldo *et al.* (1978) en cabras Nubia. Pero es superior para la misma raza de acuerdo a la producción (0.8 1.4 kg d<sup>-1</sup>) que publica Mia *et al.* (1994), citada por García *et al.* (1996).

Montaldo *et al.* (1978) y Devendra *et al.* (1979), citada por García *et al.* (1996) reportan una producción de leche de cabras de raza Alpina de 1.8 kg d<sup>-1</sup> y 1.3 kg d<sup>-1</sup> respectivamente, ligeramente menor a la encontrado en este trabajo (1.93 ± 0.74 kg d<sup>-1</sup>);

sin embargo el volumen de leche producido en este experimento queda por debajo de lo que encontró (3.43 kg d<sup>-1</sup>) Hofmeyer (1972), citada por García *et al.* (1996).

## Composición de la leche

### Proteína cruda

La raza de las cabras afectó significativamente ( $P < 0.05$ ) el contenido de proteína cruda de la leche. En el caso de las cabras de raza Nubia presentaron mayor concentración de proteína cruda que la leche de las cabras de raza Alpina (Cuadro 17). El contenido de proteína cruda de la leche de las cabras Nubia coincide con lo encontrado ( $3.87 \pm 0.43$  %) por otros investigadores. Sin embargo, para el caso de la cantidad de proteína de la leche de cabras Alpinas los resultados de este trabajo son superiores a lo que alcanza en trabajos como los de Soryal *et al.* (2005).

### Grasa cruda

La raza de las cabras afectó significativamente ( $P < 0.05$ ) el contenido de grasa cruda de la leche, la leche de las cabras de raza Nubia presentó mayor concentración de grasa cruda que la leche de las cabras de raza Alpina (Cuadro 17). Soryal *et al.* (2005) obtuvieron porcentajes de grasa en la leche de cabras de raza Nubia de  $4.37 \pm 0.57$  %, mientras que para las cabras de raza Alpina apenas alcanza  $2.76 \pm 0.24$  %. Concerniente a los resultados de proteína cruda y grasa cruda obtenidos en este trabajo, Haenlein (1995) afirma que la producción y la composición de la leche de cabra puede presentar grandes diferencias dependiendo de la raza, *e. g.* variación de porcentajes de grasa en la leche de 2.3 a 6.9 % (Juárez, 1986), citada por Haenlein (1995) así como, proteína de 2.2 a 5.1%.

## Rendimiento de cuajada

La raza de las cabras afectó significativamente ( $P < 0.05$ ) el rendimiento de cuajada como consecuencia del mayor contenido de nutrientes (proteína y grasa) que presenta la leche, siendo así superior el de las cabras Nubia, entretanto ocurre lo contrario en el

rendimiento de cuajada de leche de cabras de raza Alpina. En relación al rendimiento en el proceso de industrialización, Soryal *et al.* (2005) mencionan que la leche de las cabras Nubia obtuvo un mucho mayor rendimiento quesero, bajas concentraciones de ácido oleico y menor concentración de ácidos grasos insaturados que de aquella de las Alpinas.

Cuadro 17. Medias y desviación estándar de la producción, composición y rendimiento de cuajada por raza de cabra.

Raza de cabra	Producción de leche L d <sup>-1</sup>	Composición %		Rendimiento de cuajada %
		Proteína	Grasa	
Nubia	1.58 ± 0.58 <sup>b</sup>	3.68 ± 0.66 <sup>a</sup>	3.69 ± 0.99 <sup>a</sup>	29.16 ± 3.60 <sup>a</sup>
Alpina	1.93 ± 0.74 <sup>a</sup>	2.96 ± 0.66 <sup>b</sup>	3.28 ± 1.14 <sup>b</sup>	23.82 ± 3.50 <sup>b</sup>

a, b: Valores en la misma columna con diferente letra son estadísticamente diferentes (P<0.05)

### Efecto del Número de Parto Sobre el Comportamiento Productivo de las Cabras

#### Producción de leche

La producción de leche fue afectada significativamente (P<0.05) por el número de parto. La producción más elevada la presentan las cabras de cuarto parto con 2.44 ± 0.64 L d<sup>-1</sup> seguido de las cabras de tercero y segundo parto con 1.43 ± 0.34 y 1.38 ± 0.43 L d<sup>-1</sup> respectivamente (Cuadro 18), sin que las cabras de tercer parto sean diferentes estadísticamente a las de segundo parto. También se presentó una diferencia de 56.55 % en el volumen de leche producida de las cabras de cuarto parto con las de segundo parto. Resultados similares obtuvieron Carnicella *et al.* (2008) quienes basaron un estudio en 530 datos recolectados de granjas comerciales de cabras lecheras de raza Maltese pura localizadas al sur de Italia. Reportaron que las cabras de la tercera y cuarta lactación rindieron aproximadamente 302 kg comparadas con 257.8 kg (-14%) de cabras de primer parto y 276.4 kg (-9%) de cabras de segundo parto.

Los resultados de este trabajo coinciden con los obtenidos por Milerski y Mares (2001) que reportaron que la producción más alta por día ocurre entre los tres y cuatro años de edad en cabras; mientras que las que tenían un año de edad, eran significativamente inferiores en producción láctea. Pacheco *et al.* (1998), Fernández (2000) y Antunac *et al.* (2001) encontraron diferencias significativas en la producción de

acuerdo al número de lactancia. Todos ellos citan menor producción en la primera lactancia.

Otros autores mencionan que el volumen de leche aumenta hasta el cuarto o quinto año de edad. Después de esto el volumen disminuye con el aumento de la edad del animal (Haenlein, 1995). La velocidad con la cual la producción disminuye es más baja que la velocidad con la cual aumentó, hasta el máximo rendimiento lácteo. La vida productiva es alrededor de 12 años (Haenlein, 1995). La caída en la producción de leche se atribuye a una pérdida de las células secretorias de la glándula mamaria (Knight y Wilde, 1987; Knight y Wilde, 1988), por lo que la caída de la producción a lo largo de la lactación se verá fuertemente influida por la tasa de muerte celular debida a la apoptosis en la glándula mamaria (Knight y Wilde, 1987; Wilde *et al.*, 1997; Zeng *et al.*, 1997; Oliver *et al.*, 2001; Stefanon *et al.*, 2002).

## Composición de la leche

### Proteína y grasa cruda

Las variables relacionadas con la calidad de la leche fueron afectadas ( $P < 0.05$ ) por el número de parto de las cabras (Cuadro 18).

El mayor contenido de proteína cruda lo presentaron las cabras de cuarto y tercer parto, siendo estadísticamente iguales ambos grupos pero diferentes a las cabras de segundo parto, ya que registran la menor concentración de proteína cruda en leche. En relación a estos resultados se menciona que el menor porcentaje de proteína de la leche de las cabras de primer y segundo parto es probable que esté relacionado con reducida funcionalidad ruminal, por la reducida eficiencia de la síntesis de la glándula mamaria y a la preferencia de utilización de los aminoácidos disponibles del tejido mamario en crecimiento (Cappio-Borlino *et al.*, 1997). Además estos resultados coinciden con lo descubierto por Sevi *et al.* (2000) en borregas, la proteína de la leche incrementó con el avance en el número de partos, la leche de las borregas de tercer parto tuvo mayor contenido de proteína cruda, comparadas con la leche de borregas de segundo y primer parto. La posible causa es el incremento del peso corporal de las borregas con mayor

número de partos lo que conduce a una mayor disponibilidad de reservas corporales para la síntesis de componentes de la leche.

El contenido de grasa cruda de la leche en función del número de parto presentó la misma tendencia que el contenido de proteína cruda; menor concentración para la leche de cabras de segundo parto y mayor para las de tercero y cuarto parto. Carnicella *et al.* (2008) quienes basaron un estudio en 530 datos recolectados de granjas comerciales de cabras lecheras de raza Maltese pura, localizadas al sur de Italia, reportaron que en cabras de tercera y cuarta lactación, el efecto de número de parto en el contenido de grasa y proteína fue poco pero significativo, ya que las cabras de primer parto produjeron leche más rica en grasa y proteína (3.6 y 3.5%, respectivamente) comparadas con otros grupos cuyo contenido de grasa y proteína en la leche fue de 3.5 y 3.4% respectivamente. Situación contraria a lo que se encontró en este trabajo.

Los resultados de este trabajo difieren en parte con lo mencionado en la literatura. Conforme se incrementa el número de partos se incrementa el nivel de producción láctea, esto conduce a una disminución en la proporción de los componentes de la leche como son grasa y proteína (Peris *et al.*, 1997; Macciotta *et al.*, 2005), componentes mayores o de interés económico en la industrialización de la leche. La misma tendencia se observa en el contenido de grasa, proteína y lactosa de cabras de primer parto, que produjeron leche rica en estos nutrientes, comparadas con los grupos de cabras de mas números de partos (Sánchez *et al.* 2006).

#### Rendimiento de cuajada

El número de parto no influyó ( $P > 0.05$ ) en el porcentaje de rendimiento de cuajada (Cuadro 18). El mayor contenido de sólidos totales (no se reportan en este trabajo), que se encontraron en la leche en función del número de parto, presenta una diferencia de 0.72 % con relación al menor contenido de este compuesto para los animales de segundo parto, asimismo las diferencias en el contenido de proteína cruda y grasa cruda de la leche es de 0.31 y 0.48 % respectivamente. Con estas variaciones tan pequeñas en los componentes que determinan el rendimiento de los productos lácteos en la industrialización de la leche es difícil conseguir diferencias. Así también los componentes más importantes en la producción de los subproductos lácteos son grasa,

proteína y lactosa, además se encuentran relacionados con la producción, firmeza, sabor color de los subproductos lácteos (García y Holmes, 2001; Fekadu *et al.*, 2005). Pero los factores más importantes para la producción de queso son el contenido de sólidos totales y proteína (Guo *et al.*, 2003; Gallego y Molina, 1994).

Cuadro 18. Efecto del número de parto de cabras Nubias y Alpinas sobre la producción, composición y rendimiento de cuajada (medias y desviación estándar).

Número de parto	Producción de leche L d <sup>-1</sup>	Composición %		Rendimiento de cuajada %
		Proteína	Grasa	
2	1.38 ± 0.43 <sup>b</sup>	3.17 ± 0.70 <sup>b</sup>	3.17 ± 1.13 <sup>b</sup>	25.92 ± 4.23 <sup>a</sup>
3	1.43 ± 0.34 <sup>b</sup>	3.36 ± 0.78 <sup>a</sup>	3.65 ± 0.99 <sup>a</sup>	26.74 ± 4.66 <sup>a</sup>
4	2.44 ± 0.64 <sup>a</sup>	3.48 ± 0.75 <sup>a</sup>	3.64 ± 1.07 <sup>a</sup>	26.81 ± 4.41 <sup>a</sup>

### **Producción, Calidad Láctea y Rendimiento de Cuajada en Base al Período de Lactancia**

#### Producción de leche

La producción de leche fue afectada ( $P < 0.05$ ) por el período de lactancia (Figura 1). Siguió una tendencia normal a través del período experimental, iniciando con baja producción ( $1.50 \pm 0.61$  L d<sup>-1</sup>) la cual se eleva en la segunda semana para alcanzar su pico de producción en la cuarta ( $1.90 \pm 0.71$  L d<sup>-1</sup>), tendiendo a disminuir gradualmente en las dos siguientes semanas, después vuelve a presentar ligeros incrementos para alcanzar en la octava semana producciones de  $1.84 \pm 0.64$  L d<sup>-1</sup>, sin que de la tercera a la octava semana se presenten diferencias estadísticas significativas. Es importante mencionar que los niveles de producción de estos animales (raza Nubia y Alpina, con lactancias de aproximadamente 300 días de los cuales solo 60 fueron evaluados y alimentados con raciones que contenían cáscara de naranja) no fueron elevados, pues se mantuvieron entre uno y dos litros diarios.

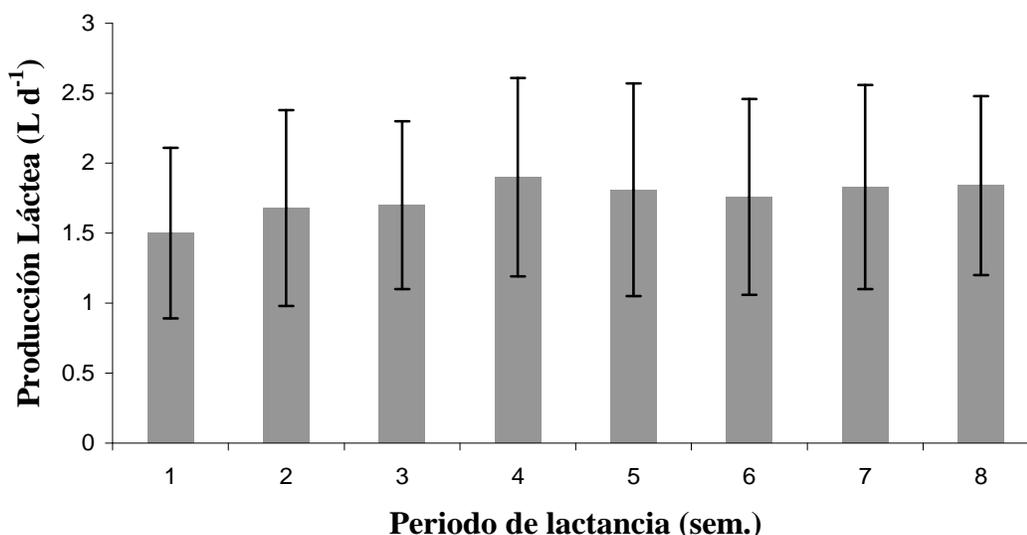


Figura 1. Producción de leche de cabras de raza Nubia y Alpina, alimentadas con niveles crecientes de cáscara de naranja deshidrata en substitución parcial del grano de sorgo, a través del periodo experimental.

#### Composición de la leche

##### Proteína y grasa cruda

La composición de leche de cabra (proteína y grasa cruda) fue afectada ( $P < 0.05$ ) por el período de lactancia (Figura 2 y 3). Al inicio del período experimental, los contenidos de proteína y grasa ( $4.36 \pm 0.96$  y  $4.79 \pm 1.29$  % respectivamente) fueron elevados y tendieron a disminuir a partir de la segunda semana manteniéndose estables estadísticamente hasta la cuarta en el caso de la proteína ( $3.25 \pm 0.44$  %) y hasta la sexta semana en el caso de la grasa ( $3.28 \pm 0.88$  %). Después continúa su disminución hasta alcanzar su mínima concentración en la octava semana del periodo de lactación ( $2.87 \pm 0.59$  y  $2.81 \pm 0.86$  %).

Haenlein (1995) asegura que independientemente de raza o especie, es el periodo de lactancia el de mayor influencia en la composición de la leche, ya que muchos de los componentes de la leche de oveja, cabra e inclusive de vaca, son muy elevados al comienzo de la lactancia, especialmente grasa y proteína, las cuales a partir de entonces

comienzan a disminuir elevándose posteriormente de forma notable al final de la lactación, cuando los rendimientos de leche son bajos.

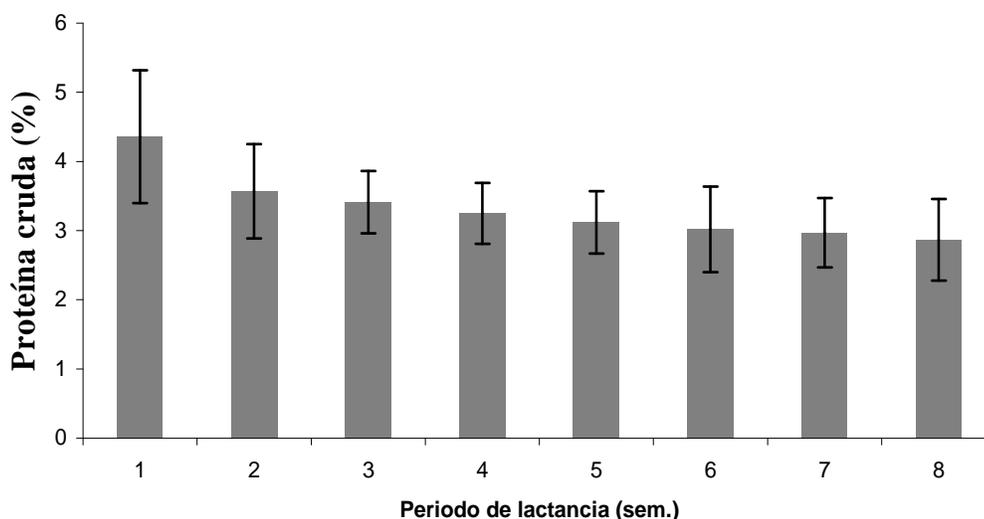


Figura 2. Contenido de proteína cruda (%) de leche de cabras Nubias y Alpinas, alimentadas con niveles crecientes de cáscara de naranja deshidrata en sustitución parcial del grano de sorgo, a través del periodo experimental.

Soryal *et al.* (2005) también reportaron cambios en la composición bruta de la leche de cabras Alpinas y Nubias durante la lactación (Cuadro 12). La grasa y los contenidos totales de proteína de leche de cabras Alpinas fue constante hasta el final de la lactancia (Octubre) ( $P>0.05$ ) y posteriormente incrementaron significativamente ( $P<0.05$ ). Los contenidos de caseína y sólidos totales fluctuaron durante la lactación, siendo menores en Julio y mayores en Octubre. En la leche de cabras Nubia los contenidos de grasa y proteína totales fueron elevados al inicio de la lactación (Mayo), disminuyeron cuando la producción de leche alcanzó su punto máximo en Junio y Julio, y después incrementaron nuevamente conforme la lactación avanzaba. El contenido de caseína vario durante la lactación de forma similar al de la leche de cabras Alpinas. Los sólidos totales en la leche de cabras Nubia casi no cambiaron hasta el final de la lactancia (Septiembre y Octubre) cuando incrementaron significativamente ( $P<0.05$ ). Debido a la lactación estacional en cabras lecheras, es común que la grasa, proteína y sólidos totales disminuyan al pico de la lactancia e incrementen cuando los volúmenes de leche son menores hacia el final de la misma (Zeng *et al.*, 1997).

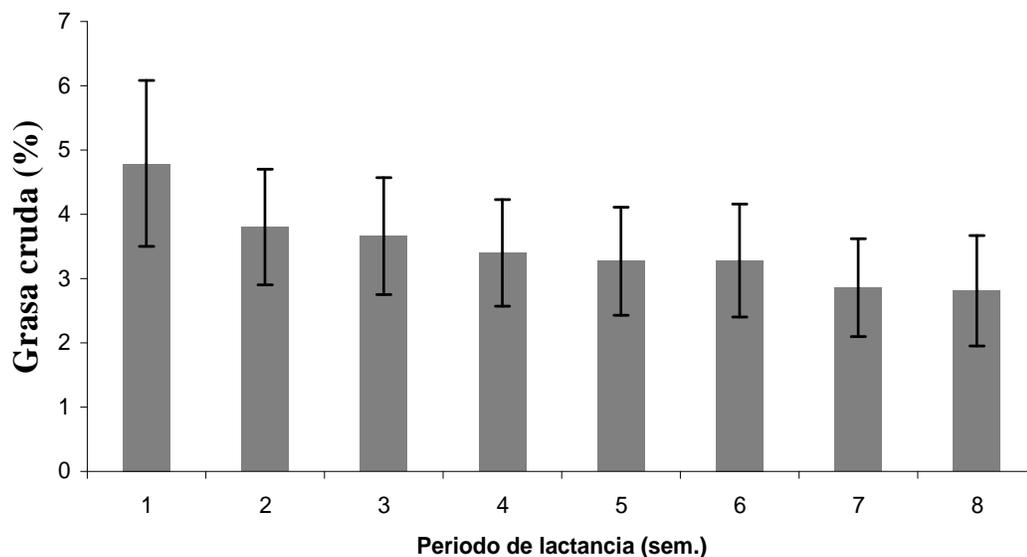


Figura 3. Contenido de grasa cruda (%) de leche de cabras Nubias y Alpinas, alimentadas con niveles crecientes de cáscara de naranja deshidrata en sustitución parcial del grano de sorgo, a través del periodo experimental.

#### Rendimiento de cuajada

El rendimiento de cuajada en el periodo de lactancia fue diferente estadísticamente ( $P < 0.05$ ) pues presentó una tendencia a la baja con el avance de la lactancia. El máximo rendimiento se presentó en la semana uno con  $29.76 \pm 4.40$  % y alcanza un mínimo en la semana siete y ocho con  $23.91 \pm 4.18$  y  $24.52 \pm 4.05$  % respectivamente (Figura 4). En estas últimas semanas del periodo experimental los componentes de la leche relacionados con el rendimiento de cuajada alcanzan su concertación mínima.

Fekadu *et al.* (2005) encontraron al elaborar quesos duros y semi-duros con leche de cabras Alpinas, que efectivamente el periodo de lactancia afecta en el rendimiento de los mismos debido a la composición de la leche como se mencionaba anteriormente (Cuadro 13). En los quesos duros el rendimiento fue mayor al inicio (Mayo) y final de lactancia (Septiembre-Octubre), comparado a los de media lactancia (Julio-Agosto) ( $P < 0.05$ ). Por otro lado, en la elaboración de los quesos semi-duros, el mayor rendimiento quesero se presentó en el último mes de lactancia. Soryal *et al.* (2005) también reportaron cambios en el rendimiento quesero durante la lactación de cabras Alpinas y Nubias (Cuadro 14). El rendimiento quesero de la leche de cabras Alpinas fue más alto en Octubre que en Julio y Septiembre ( $P < 0.05$ ) mientras que el de leche de cabras Nubias incrementó

conforme la lactación avanzaba. El rendimiento quesero de la leche de cabras Nubias fue mucho mayor que aquel de cabras Alpinas. De igual manera Soryal *et al.* (2004) reportaron que el rendimiento de queso Domiati varia significativamente durante la lactación con altos valores al comienzo y final de la misma, también que la grasa, proteína y sólidos de la leche de cabra están altamente relacionados con el rendimiento quesero.

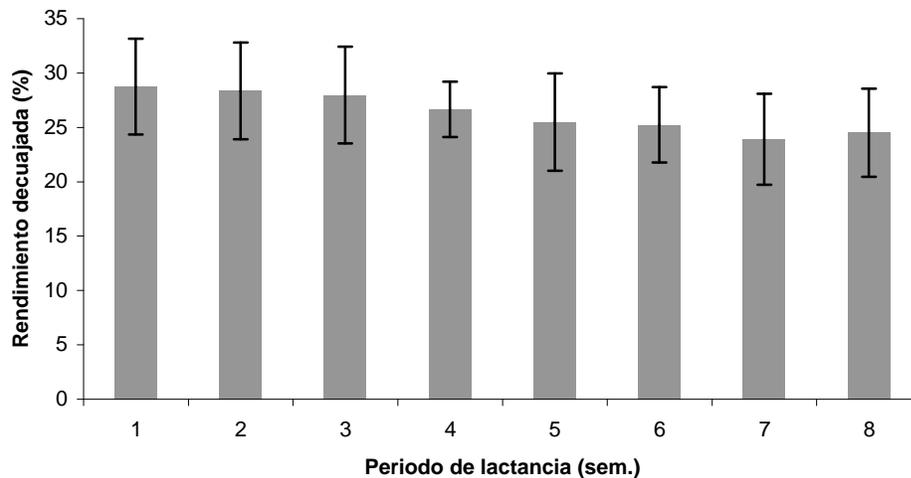


Figura 4. Rendimiento de cuajada (%) de leche de cabras Nubias y Alpinas, alimentadas con niveles crecientes de cáscara de naranja deshidrata en sustitución parcial del grano de sorgo, a través del periodo experimental.

## Interacciones

### Producción de leche

La producción de leche se vio influenciada ( $P < 0.05$ ) por la interacción raza por número de parto (Figura 5). La producción de leche para las cabras de raza Alpina ( $2.75 \pm 0.57 \text{ L d}^{-1}$ ) y Nubia ( $2.13 \pm 0.55 \text{ L d}^{-1}$ ) de cuarto parto fueron las más altas en el periodo experimental y diferentes estadísticamente entre ellas. Seguidas de las producciones de leche de la raza Alpina de tercero ( $1.57 \pm 0.37 \text{ L d}^{-1}$ ) y segundo parto ( $1.46 \pm 0.40 \text{ L d}^{-1}$ ). En tanto la producción de cabras de raza Nubia de segundo y tercer parto fue  $1.31 \pm 0.44$  y  $1.30 \pm 0.25 \text{ L d}^{-1}$  respectivamente. La producción de leche para las cabras de raza Nubia fue menor que para las de raza Alpina de primero, segundo y tercer parto. García *et al.* (1996) mencionan que la producción de leche por lactancia

aumentó significativamente con el incremento en el número del parto hasta el 4° y más partos. Además, Haenlein (1995) afirma que la producción y la composición de la leche de cabra pueden presentar grandes diferencias dependiendo de la raza.

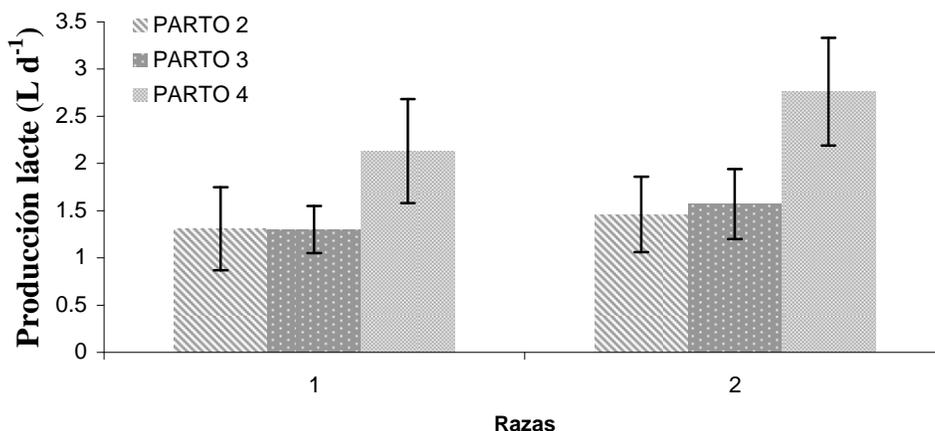


Figura 5. Interacción de la raza por número de parto en la producción de leche de cabras de raza Nubia (1) y Alpina (2).

#### Composición de la leche

##### Proteína cruda

Se presentó una interacción significativa ( $p < 0.05$ ) del periodo de lactancia por raza de cabra en el contenido de proteína cruda de la leche (Figura 6). La mayor concentración de proteína cruda en leche se presentó en la leche de cabras de raza Nubia en la semana 1 ( $4.93 \pm 0.72$  %), seguidas de la concentración intermedia de proteína cruda ( $P < 0.05$ ) que presenta la leche en las semanas 2, 3, 4, 6, y 7 ( $3.93 \pm 0.38$ ,  $3.68 \pm 0.35$ ,  $3.44 \pm 0.36$ ,  $5.52 \pm 0.45$  y  $3.39 \pm 0.24$  % respectivamente). La menor concentración de proteína en leche se presentó en las semanas 5 y 8 ( $3.25 \pm 0.37$  y  $3.34 \pm 0.31$  %). La concentración de proteína cruda de la leche de cabras de raza Alpina, presenta tendencia parecida a la de las Nubia, pero con menor concentración y a través de las semanas del periodo experimental fue diferente estadísticamente ( $P < 0.05$ ) con valores para la semana 1 ( $3.79 \pm 0.85$  %), semanas 2, 3 ( $3.21 \pm 0.75$ ,  $3.14 \pm 0.38$  %), semanas 4, 5 ( $3.05 \pm 0.45$ ,  $3.00 \pm 0.49$  %), semanas 6, 7 ( $2.53 \pm 0.33$ ,  $2.54 \pm 0.29$  %) y semana 8 ( $2.40 \pm 0.31$  %) respectivamente. La concentración de proteína cruda de la

leche de las cabras de raza Nubia fue siempre superior y diferente estadísticamente a la de la leche de las cabras Alpinas desde la semana 1 hasta la semana 8, a lo largo del periodo experimental.

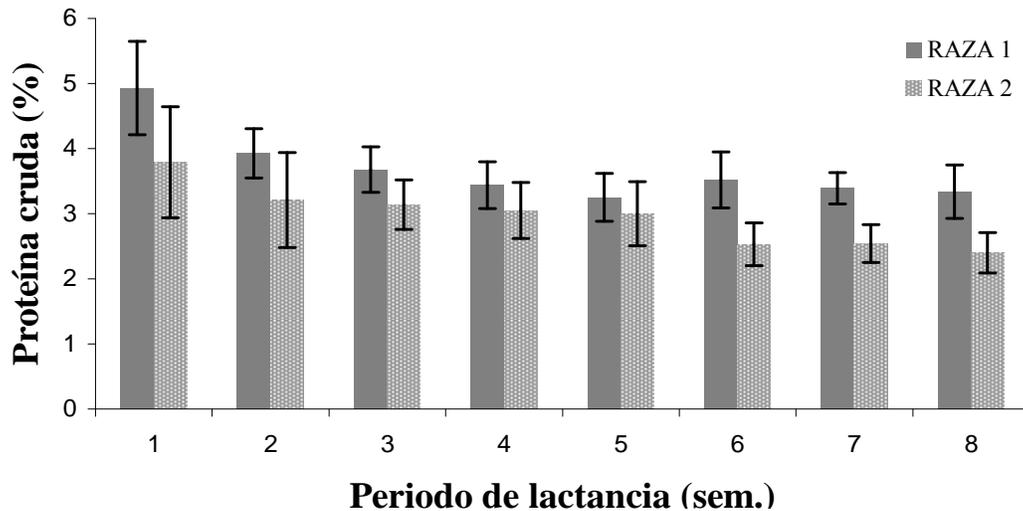


Figura 6. Interacción del periodo de lactancia por cabras de raza Nubia (1) y Alpina (2) en el contenido de proteína cruda de la leche.

#### Rendimiento de Cuajada

Se presento una interacción significativa ( $p < 0.05$ ) del tipo de raza por periodo de lactancia en el rendimiento de cuajada (Figura 7). La leche de las cabras de raza Nubia en el periodo de lactancia presentó mayor rendimiento de cuajada que la leche de las cabras de raza Alpina. Sin embargo la producción de cuajada fue estadísticamente diferente en el periodo de lactancia ( $P < 0.05$ ). La primera semana fue la de mayor rendimiento con  $32.57 \pm 3.49$  %, seguida de la semana 2, 3 ( $30.91 \pm 4.02$  y  $30.84 \pm 3.39$  %), en la semana 4, 5, 6 ( $27.70 \pm 2.30$ ,  $28.70 \pm 3.56$ ,  $27.86 \pm 2.51$ %) y las semanas 7 y 8 ( $27.10 \pm 3.28$  y  $27.62 \pm 2.18$  %). La producción de cuajada fue estadísticamente diferente en el periodo de lactancia ( $P < 0.05$ ), para la leche de las cabras de raza Alpina el mayor rendimiento de cuajada fue en la semana 1 y 2 del periodo experimental con  $26.95 \pm 3.32$  y  $25.79 \pm 3.03$  %, con valores intermedios las semanas 3 y 4 ( $25.13 \pm 3.48$ ,  $25.61 \pm 2.39$  %) seguidas de las semanas 5 y 6 ( $22.30 \pm 2.62$  y  $22.62 \pm 2.01$  %), pero diferentes estadísticamente ( $P < 0.05$ ) que las semanas 3 y 4. El menor rendimiento de cuajada ( $20.71 \pm 1.93$  y  $21.42 \pm 2.96$  %), se observó en las dos últimas semanas del

periodo de lactación siendo este diferente estadísticamente al resto de las semanas del periodo experimental.

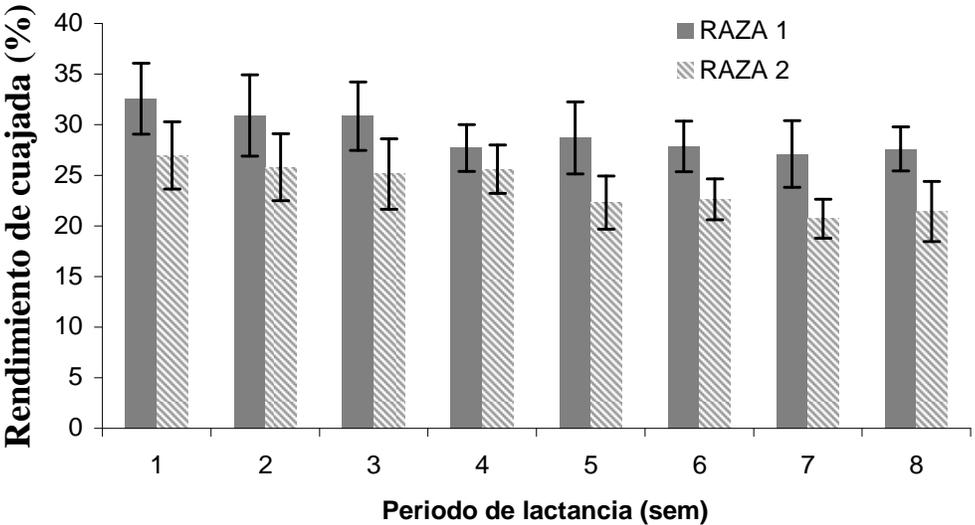


Figura 7. Interacción de la raza por periodo de lactación (sem.) en el rendimiento de cuajada (%).

## CONCLUSIONES

Los niveles de cáscara de naranja deshidratada incluidos en la ración de las cabras no afectaron las variables de respuesta (producción de leche, proteína cruda y rendimiento de cuajada). La excepción fue el porcentaje de grasa cruda, el cual fue mayor en la leche de cabras alimentadas con el 86.5 % de nivel de inclusión de la cáscara de naranja por sorgo. Los factores raza de cabra y periodo de lactancia influyeron en la producción, composición de la leche y rendimiento de cuajada. Entretanto el factor número de parto solo predispone cambios en la producción y composición de leche. Se presentaron interacciones significativas de raza por número de parto en la producción de leche, del periodo de lactancia por raza de cabra en el contenido de proteína cruda de la leche y del tipo de raza por periodo de lactancia en el rendimiento de cuajada.

## LITERATURA CITADA

Antunac, N., D. Samaržija, J.L. Havranek, V. Pavič y B. Mioč. 2001. Effects of stage and number of lactation on the chemical composition of goat milk. *J. Anim. Sci.* 46: 1212.

Bampidis, V.A. y P.H. Robinson. 2005. Citrus by-products as ruminant feeds : A review. *Animal Feed Science and Technology.* 128: 175.

Bhattacharya, A.N. y M. Harb. 1973. Dried citrus pulp as a grain replacement for Awasi lambs. *J. Anim. Sci.* 36 (6): 1175.

Bourges, H., E. Casanueva, M. Kaufer, A. Pérez y P. Arroyo. 1995. Los alimentos y la dieta en: *Nutriología Médica.* Ed. Médica Panamericana. pp, 377–416.

Broderick, G.A., D.R. Mertens y R. Simons. 2002. Efficacy of carbohydrate sources for milk production by cows fed diets on alfalfa silage. *J. Dairy Sci.* 85 (7): 1767.

Bueno, M.S., E. Ferrari, D. Blanchini, F. Leinz y C.F. Rodriguez. 2002. Effect of replacing corn with dehydrated citrus pulp in diets of growing kids. *Small Rum. Res.* 46: 179.

Cappio-Borlino, A., B. Portolano, M. Todaro, M.P.P. Macciotta, P. Giaccone y G. Pulina. 1997. Lactation curves of Valle de Belize dairy ewes for yields of milk, fat and protein estimated with test day models. *J. Dairy Sci.* 80: 3023.

Carnicella, D., M. Dario, M.C. Caribe Ayres, V. Laudadio y C. Dario. 2008. The effect of diet, parity, year and number of kids on milk yield and milk composition in Maltese goat. *Small Rum. Res.* 77: 71.

Daza, A.A., M.C. Fernandez y L.A. Sanchez. 2004. Ganado caprino, producción, alimentación y sanidad. Ed. Agrícola Española. pp, 89-107.

Fegeros, K., G. Zervas, S. Stamouli y E. Apostolaki. 1995. Nutritive value of citrus pulp and its effect on milk yield and milk composition of lactating ewes. *J. Dairy Sci.* 78 (5): 1116.

Fekadu, B., K. Soryal, S. Zeng, D. Van Hakken, B. Bah y M. Villaquiran. 2005. Changes in goat milk composition during lactation and their effect on yield and quality of hard and semi-hard cheeses. *Small Rum. Res.* 59 (1): 55.

Fernández, G. 2000. Parámetros productivos de las cabras Pardo Alpinas y sus cruzas bajo régimen de pastoreo. *Producción Latina*. XXV: 541.

Gallego, L. y A. Molina. 1994. Estado corporal y producción, *In: Ganado ovino Raza Manchega*. Ed. Mundiprensa. p, 1961.

Garcia, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köeppen. UNAM. p, 246.

Garcia, O., E. Garcia, J. Bravo y E. Bradford. 1996. Análisis de un experimento usando caprinos criollos e importados. VII. Producción de leche y evaluación de grupos raciales. *Rev. Fac. Agron.* 13: 611.

Garcia, S.C. y C.W. Holmes. 2001. Lactation curves of autumn and spring calved cows in pasture based dairy systems. *Livest. Prod. Sci.* 68: 189.

Gohl, B.I. (1978). Ruminant nutrition: Selected articles from the world animal review. Citrus by-products for animal feed. [Online]. FAO, Animal Production and Health Paper. <http://www.fao.org/docrep/004/X6512E/X6512E08.htm> [2008, Nov. 02].

Grasser, L.A, J.G. Fadel, I. Garnett, y E.J. De Peters. 1995. Quantity and economic importance of nine selected by-products used in California dairy rations. *J. Dairy Sci.* 78 (4): 962.

Guo, R.M., Y.W. Park, P.H. Dixon, J.A. Guilmore y P.S. Kindstedt. 2003. Relationship between the yield of cheese (Chevré) and chemical composition of goat milk. *Small. Rum. Res.* 52: 103.

Haenlein, G.F.W. (1995). Nutritional value of dairy products of ewes and goat milk. [Online]. Goat Connection. [http://goatconnection.com/articles/publish/article\\_74.shtml#top](http://goatconnection.com/articles/publish/article_74.shtml#top). [2010, Feb. 07].

Kennedy, B.W., C.M. Finley, E.J. Pollak y G.E. Bradford. 1981. Joint effects of parity, age, and season of kidding on milk and fat yields in dairy goats. *J. Dairy Sci.* 64 (8): 1707.

Knigth, C.H. y C.J. Wilde. 1987. Mammary growth during lactation, implications for increasing milk yield. *J. Dairy. Sci.* 70: 1991.

Knigth, C.H. y C.J. Wilde. 1988. Milk production on concurrently pregnant and lactating goats mated out of season. *J. Dairy Sci.* 55: 487.

Ihaka, R. y R. Gentleman. 1996. R: A language for data analysis and graphics. *J. of Comp. and Graph. Stat.* 5, 209.

Leiva, E., M.B. Hall y H.H. Van Horn. 2000. Performance of dairy cattle fed citrus pulp or corn products as sources of neutral detergent-soluble carbohydrates. *J. Dairy Sci.* 83 (12): 2866.

Loggins, P.E., C.B. Ammerman, J.E. Moore y C.F. Simpson. 1968. Effect of feeding long hay or sodium bicarbonate with ground or pelleted diets high in citrus pulp on lamb performance. *J. Anim. Sci.* 27: 754.

Macciota, N.P., P. Fresi, G. Usai y A. Cappio-Borlino. 2005. Lactation curves of Sarda breed goats estimated with test day models. *J. Dairy Res.* 72 (4): 470.

Martínez, M.J., B.C.H. García, H.J. Vazquez, N.H. Sosa, D.F. Marrero, Y.L. Más, y N.C. Lañez. 2008. Características nutritivas de los hollejos húmedos de naranja (*Citrus sinensis* cv. Valencia) mantenidos en estibas. *Tec. Pecu. Mex.* 46 (2): 183.

Milersky, M. y V. Mares. 2001. Analysis of systematic factors affecting milk production in dairy goat. *Acta. Univ. Agrícola.* 1: 43.

Montaldo, H., A. Juarez, M. Forat, J.M. Berruecos y M. Villarreal. 1978. Factors affecting milk production, lactation length, body weight and litter size in a herd of goats in Northern Mexico. *J. Anim. Sci.* 47 (supplement 1): 242.

National Research Council (NRC). 2007. Nutrient requirements of small ruminants, 7th rev. Ed. National Academy Press. pp, 326-327.

Oliver, F., G.M.D. Pérez, y V. Montoro. 2001. Estudio de la influencia de la edad al primer parto sobre la producción lechera de cabras de raza Murciano-Granadina en castilla. *La Mancha. XXVI Jornadas Científicas y V Internacionales de la Sociedad Española de ovinotecnia y caprinotecnia.* Ed. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. pp, 897-902.

Pacheco, F., A. Monteiro, Z. López, y M. Barros. 1998. Controle laitier caprin dans la région du Minho (Portugal) *In: Milkging and milk production of dairy sheep and goats. Proceedings International Symposium on the Milkging on Small Ruminants.* 95: 460.

Peris, S., G. Caja, X.S. Such, y R. Casals. 1997. Influence of kid rearing systems on milk composition and yield of Murciano-Granadina dairy goats. *J. Dairy. Sci.* 80: 3249.

Ralphs, M.H., F.D. Provenza, R.D. Wiedmeier y F.B Bunderson. 1995. Effects of energy source and food flavor on conditions preferences in sheep. *J. Anim. Sci.* 73: 1651.

Sánchez, M. 2004. Especies menores para pequeños productores: cabras lecheras, en: *Memorias de la XIX Reunión Nacional sobre Caprinocultura*. Acapulco, Gro. Noviembre.

Sánchez, M., E. Fernández, D. Martín, y E. Muñoz. 2006. Influencia de la Época y número de parto en los parámetros de producción y calidad de la leche en Cabras de Raza Florida. *XXXI Jornadas SEOC*. pp, 191-194.

Sevi, A., L. Taibi, M. Albenzio, A. Muscio, y G. Annichiarico. 2000. Effect of parity on milk yield, composition, somatic cell count, renneting parameters and bacteria counts of comisana ewes. *Small. Rum. Res.* 37: 99.

Solomon, R., L.E. Chase, D. Ben-Ghedalia, y D.E. Bauman. 2000. The effect of nonstructural carbohydrate and addition of full fat extruded soybeans on the concentration of conjugated linoleic acid in the milk fat of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 83 (6): 1322.

Soryal, K.A., S.S. Zeng, B.R. Min, S.P. Hart y F.A. Beyene. 2004. Effect of feeding systems on composition of goat milk and yield of Domiati cheese. *Small Rum. Res.* 54: 121.

Soryal, K.A., F.A. Beyene, S. Zeng, B. Bah y K. Tesfai. 2005. Effect of goat breed and milk composition on yield, sensory quality, fatty acid concentration of soft cheese during lactation. *Small Rum. Res.* 58: 275.

Stefanon, B., M. Colitti, G. Gabai, C.H. Knigth, y C.J. Wilde. 2002. Mammary apoptosis and lactation persistency in dairy animals. *J. Dairy. Res.* 69: 73.

Van Horn, H.H., S.P. Marshall, C.J. Wilcox, P.F. Randel y J.M. Wing. 1975. Complete rations for dairy cattle. III. Evaluation of protein percent and quality, and citrus pulp-corn substitutions. *J. Dairy Sci.* 58 (8): 1101.

Wilde, C.J., C.V.P. Addey, P. Li, y D.G. Fering. 1997. Programmed cell death in bovine mammary tissue during lactation and involution. *Exp. Physiol.* 82: 1679.

Wing, J.M. 1975. Effect of physical form and amount of citrus pulp on utilization of complete feeds for dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 58 (1): 63.

Wing, J.M, H.H. Van Horn, S.D. Sklare y B. Harris Jr. 1988. Effects of citrus molasses distillers solubles and molasses on rumen parameters and lactation. *J. Dairy Sci.* 71 (2): 414.

Zeng, S.S, E.N. Escobar y T. Popham. 1997. Daily variations in somatic cell count, composition, and production of Alpine goat milk. *Small Rum. Res.* 26: 253.