

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS



La complementación con maíz a las tres semanas post-parto incrementa la producción de leche en cabras mantenidas en pastoreo.

Por:

**ALEXIS ADRIÁN VARGAS CRUZ**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

Torreón, Coahuila, México  
Junio 2019

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS

La complementación con maíz a las tres semanas post-parto incrementa la producción de leche en cabras mantenidas en pastoreo.

Por:

**ALEXIS ADRIÁN VARGAS CRUZ**

TESIS

Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el título de:

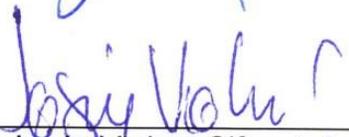
**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

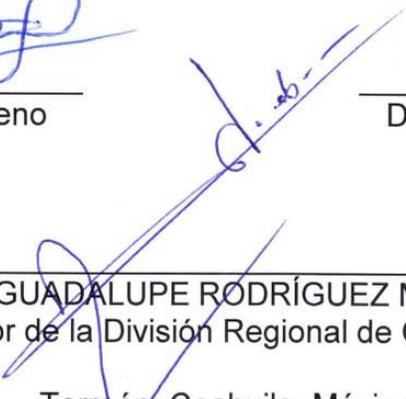
Aprobada por:

  
Dr. Horacio Hernández Hernández  
Presidente

  
Dr. José Alfredo Flores Cabrera  
Vocal

  
Dr. Gerardo Duarte Moreno  
Vocal

  
Dr. Jesús Vielma Sifuentes  
Vocal Suplente

  
MC. J. GUADALUPE RODRÍGUEZ MARTÍNEZ  
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal

Torreón, Coahuila, México  
Junio 2019



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS

La complementación con maíz a las tres semanas post-parto incrementa la producción de leche en cabras mantenidas en pastoreo.

Por:

**ALEXIS ADRIÁN VARGAS CRUZ**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

Aprobada por el Comité de Asesoría:

Dr. Horacio Hernández Hernández  
Asesor Principal

Dr. José Alfredo Flores Cabrera

Coasesor

Dr. Gerardo Duarte Moreno

MC. J. GUADALUPE RODRÍGUEZ MARTÍNEZ  
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal

Torreón, Coahuila, México  
Junio 2019



## **AGRADECIMIENTOS**

**A mi dios**, quien me da la dicha de poder cumplir un objetivo más en mi proyecto de vida. Quien ha estado en los momentos más difíciles de mi camino.

**Al Sr. Hipólito Rubio Fabián**, que con sus consejos, orientación y apoyo he tomado cada decisión con certeza y paciencia. Quien además de ser una extraordinaria persona, ha contribuido a mi formación personal.

**A mis asesores**, el Dr. Horacio Hernández Hernández; Dr. José Alfredo Flores Cabrera; Dr. Gerardo Moreno Duarte, que gracias a las enseñanzas, apoyo y orientación personal he logrado terminar con satisfacción mis estudios.

Al Dr. Gonzalo Fitz Rodríguez y el Dr. Jesús Vielma Sifuentes por haberme brindado su apoyo, aprendizaje académico y orientación en mi formación personal durante la redacción del presente trabajo, así como; en mi trayectoria educativa dentro de esta institución

**A la Sra. Estela Hernández**, que, gracias a su apoyo al facilitar los animales de su rebaño, fue posible realizar el presente trabajo como requisito para obtener mi título profesional.

**A mis maestros**, a cada uno de los docentes que con sus experiencias, consejos y orientación nos transmiten su conocimiento que enriquece el aprendizaje académico y personal en cada uno de mis compañeros y de mí mismo.

**A mis amigos**, a quienes nombres sobran para poner en una lista, a cada uno de ellos quien me brindo su confianza, amistad, apoyo y consejos.

## **DEDICATORIAS**

**A mi Dios**, por orientarme en el camino, por escucharme en los momentos de incertidumbre. Por acompañarme en cada paso y en cada caída. Agradecer la forma de pensar que me ha otorgado, la inteligencia que me ha brindado y la oportunidad de poder cumplir un objetivo más en mi vida.

### **A mis padres**

**El Sr. Adrián Vargas Escamilla**, que con su ejemplo ha motivado el convertirme en una persona con valores, responsabilidades y obligaciones y la dicha de poder superarme día a día para convertirme en una persona de bien y de ejemplo a seguir.

**A la Sra. Araceli Cruz Tovar**, quien me crió desde pequeño y cuidó de mí en la salud y enfermedad. Por los consejos y el apoyo incondicional que me ha ofrecido sin pedir nada a cambio.

**A la Sra. Ana Claudia Cruz Morales**, que con sus enseñanzas, consejos y cuidados el día de hoy me han permitido ser una persona con una autoestima sólida.

**A mis Hermanos:** Erika Vargas Cruz, Iván Vargas Cruz, Keily Loreto Vargas Cruz y Jesús Misael Crisóstomo Cruz a quienes con sus consejos, convivencia, apoyo y afecto me han enseñado a ser una mejor persona y dar el valor merecedor de tener una bonita familia.

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo de tesis fue investigar si la complementación con maíz durante las primeras tres semanas de lactancia aumenta la producción láctea, mejora el contenido de la leche y mantiene la condición corporal de las cabras. Para ello, se utilizaron 21 cabras criollas adultas de dos a tres años de edad, con una condición corporal de  $2.1 \pm 0.35$ . Todas las cabras fueron mantenidas en un sistema de pastoreo extensivo sedentario. Se formaron dos grupos; las cabras del grupo Testigo ( $n=10$ ) se mantuvieron solo con lo consumido en el pastoreo. Las cabras del grupo Complementado ( $n=11$ ) se mantuvieron similar al anterior, sin embargo, desde el parto hasta las tres semanas postparto se les ofreció 0.5 kg de maíz rolado al regreso del pastoreo. La complementación con maíz durante los primeros 21 días de estudio provocó significativamente una mayor ( $P=0.033$ ) producción de leche que en las cabras del grupo Testigo. El porcentaje de grasa en leche no fue diferente entre los dos grupos de estudio ( $P=0.27$ ). De igual manera, la complementación con maíz no modificó el contenido de proteína ( $P=0.99$ ), ni de lactosa ( $P=0.89$ ) en leche, comparado con las cabras del grupo Testigo. Se observó una mayor condición corporal en las cabras Complementadas que en las cabras del grupo Testigo a los 15 días de estudio ( $P=0.028$ ). Los resultados de la presente tesis indican que, en las cabras mantenidas en pastoreo, la adición de maíz en su dieta estimula una mayor producción de leche, que en las cabras no complementadas. Asimismo, esta complementación no modificó de manera importante la calidad de la leche; pero, si se mantuvo la condición corporal.

**Palabras clave:** Cabras, Pastoreo, Complementación con maíz, Componentes químicos, Producción de leche.

## ÍNDICE

	<b>Pág.</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	ii
<b>DEDICATORIAS</b> .....	ii
<b>RESUMEN</b> .....	iii
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	vi
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	vii
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	3
<b>1. Lactancia</b> .....	3
<b>2. Control hormonal de la lactancia</b> .....	3
<b>2.1 Papel de los estrógenos</b> .....	3
<b>2.1.1 Efecto de los estrógenos durante la preñez</b> .....	3
<b>2.2 Papel de la progesterona</b> .....	4
<b>2.3 Papel de los estrógenos y progesterona en el inicio de la lactancia</b> .....	4
<b>2.4 Papel de la PRL</b> .....	4
<b>2.4.1 Secreción de PRL durante la preñez</b> .....	4
<b>2.4.2 Secreción de PRL durante la lactancia</b> .....	5
<b>2.5 Lactógeno placentario (PL)</b> .....	5
<b>2.6 Hormona de crecimiento (GH)</b> .....	6
<b>2.7 Glucocorticoides</b> .....	6
<b>3. Mecanismo de eyección de la leche</b> .....	7
<b>4. Composición química de la leche</b> .....	8
<b>4.1 Grasa</b> .....	9
<b>4.2 Proteína</b> .....	10
<b>4.3 Lactosa</b> .....	11
<b>5. Factores que influyen en la producción de leche en rumiantes</b> .....	11
<b>5.1 Características genéticas</b> .....	11
<b>5.2 Influencia de la época de parto</b> .....	12
<b>5.3 Influencia del número de partos</b> .....	12
<b>5.4 Influencia del tipo de parto en relación al número de crías</b> .....	12

5.5 Influencia de la edad del parto.....	13
5.6 Influencia de la condición corporal y características de la ubre.....	13
5.7 Alimentación .....	14
<b>OBJETIVO</b> .....	15
<b>HIPÓTESIS</b> .....	15
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	16
1. Ubicación del estudio.....	16
2. Características de los animales .....	16
4. Variables evaluadas.....	17
4.1 Producción de leche y composición química .....	17
4.2 Condición corporal (CC).....	17
5. Análisis de datos .....	17
<b>RESULTADOS</b> .....	19
1. Producción de leche.....	19
2. Componentes de la leche .....	19
3. Condición corporal (CC).....	20
<b>DISCUSIÓN</b> .....	22
<b>CONCLUSIÓN</b> .....	25
<b>LITERATURA CITADA</b> .....	26

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Niveles hormonales en la oveja durante la gestación tardía y la lactancia temprana.	7
Figura 2	Producción promedio (kg $\pm$ EEP) de la cantidad de leche obtenida en un periodo de 24h.	19
Figura 3	Contenido promedio ( $\pm$ EEP) del porcentaje de grasa, lactosa y proteína en muestras de leche obtenidas a las tres semanas postparto.	20
Figura 4	Evolución promedio ( $\pm$ EEP) de la CC en las cabras de los dos grupos experimentales.	21

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Componentes químicos de la leche en cabras, bovinos y humano (valores promedio por cada 100 g)	9
---------	--	---

## INTRODUCCIÓN

México tiene una población de cabras de aproximadamente nueve millones distribuidos en latitudes subtropicales y tropicales. El desarrollo del sector ganadero y su papel en la mitigación de la pobreza en países en desarrollo dependen de la capacidad de adaptación de los sistemas de producción a contextos ambientales y económicos cambiantes (Ojango *et al.*, 2016). En la Comarca Lagunera la caprinocultura tiene una tradición desde la época de la colonia. Esta actividad se ha mantenido y transmitido de generación en generación, representando la principal fuente de trabajo para muchas familias rurales. El inventario poblacional de esta región es de 416,820 caprinos manteniéndose estable en los últimos 6 años y una producción lechera anual de 58,964,000 litros (SIAP, 2017).

Las cabras locales se derivan de las razas españolas granadina, murciana y malagueña. Estos animales se cruzaron con las razas Alpina, Saanen, Toggenbourg y Anglo-Nubia durante los últimos 60 años para mejorar la producción de leche y carne (Delgadillo, 2010)

Los productos alimenticios derivados de los caprinos están ganando gran interés por sus propiedades nutricionales para consumo humano. La carne, la leche y sus productos suministran nutrientes esenciales, proteínas, grasas y carbohidratos, así como minerales y vitaminas (Albenzio *et al.*, 2016).

En México, la demanda de productos lácteos provenientes de las cabras sigue una tendencia en aumento. Algunas regiones han integrado la cadena de producción a la cadena de comercialización y a la industrial, teniendo una producción de leche más eficaz y productiva. Este es el caso de la Comarca Lagunera en el norte de México, el área más importante de producción de leche caprina en el país (Escareño *et al.*, 2011).

En regiones tropicales y subtropicales, los pequeños rumiantes en pastoreo dependen exclusivamente del forraje como fuente de nutrientes (Kawas *et al.*, 2010). Generalmente, el

pastoreo por sí solo no puede satisfacer las necesidades nutricionales de la cabra lechera debido al bajo aporte de nutrientes que demanda la cabra (Morand-Fehr *et al.*, 2007), sobre todo en lactancia temprana. En este sentido, se han desarrollado estrategias de complementación alimenticia cuya finalidad ha sido incrementar la producción de leche (Isidro *et al.*, 2017). Al respecto, Maldonado-Jáquez *et al.* (2017) ha reportado que la complementación con alimento concentrado en cabras de pastoreo; incrementa la producción, la concentración de proteína y lactosa en leche, indicadores de una mejora en la nutrición de las cabras. Además, la complementación alimenticia se refleja en una mejora en la condición corporal de las cabras. Sin embargo, la complementación no ofrece un ingreso económico mayor respecto al obtenido en las cabras de solo pastoreo. Por el contrario; Isidro *et al.* (2017) reportaron que la complementación un mes antes o después del parto, no mejoró la producción, composición química de la leche o el peso vivo del ganado caprino en lactancia temprana durante la época de lluvias bajo condiciones de pastoreo extensivo en la Comarca Lagunera en el norte de México.

Dado la escasa información y las controversias antes citadas se realizó el presente trabajo con el objetivo de investigar si la complementación con maíz en las cabras en pastoreo durante las primeras tres semanas postparto incrementa la producción láctea, mejora la composición química de la leche y mantiene la condición corporal en comparación con cabras sin complementación con maíz.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### 1. *Lactancia*

La lactancia es la última parte del ciclo reproductivo en mamíferos y se caracteriza por un aumento repentino de la actividad secretora de las células epiteliales mamarias cerca del momento del parto (Ávila y Romero, 2006). Esto es debido a la modificación del metabolismo materno lo que conlleva a un aumento de la perfusión vascular sanguínea e incremento de la demanda de nutrientes para la producción láctea (Lawrence y Lawrence, 2007).

### 2. *Control hormonal de la lactancia*

El inicio de la lactación en rumiantes expresa un aumento de requerimientos de agua y nutrientes como glucosa, aminoácidos y ácidos grasos como precursores para la síntesis de leche (Glauber, 2007). La capacidad secretora de la glándula mamaria se manifiesta en la cabra desde las once semanas de gestación, época en la cual hay acumulo lácteo intramamario (Forsyth *et al.*, 1985). Sin embargo, la secreción de leche comienza en cantidades reducidas, antes del término de la gestación. En la cabra, 40 a 60 días antes del parto se detectan en los alveolos mamarios la presencia de una secreción conteniendo grasa y lactosa (Ferrando, 1983).

#### 2.1 *Papel de los estrógenos*

##### 2.1.1 *Efecto de los estrógenos durante la preñez*

Los estrógenos provocan desarrollo del estroma y crecimiento de un amplio sistema de ductos. Los lobulillos y alveolos se desarrollan ligeramente por acción de los estrógenos, pero son la progesterona y la prolactina (PRL) las que estimulan el crecimiento intenso de estas estructuras, haciendo que las células alveolares proliferen, aumenten de volumen e inicien su actividad secretora. Las células secretoras que forman al epitelio alveolar reciben el nombre de lactocitos o exocrinocitos lácteos (Ávila y Romero, 2006).

## **2.2 Papel de la progesterona**

La progesterona es esencial para el proceso de lactogénesis (Neville *et al.*, 2002), además, la progesterona inhibe la secreción de PRL (Hart, 1975). 48 a 24 horas antes del parto existe un descenso violento de progesterona, lo que permite una maduración final de las células secretoras del parénquima mamario. (Ferrando, 1983).

## **2.3 Papel de los estrógenos y progesterona en el inicio de la lactancia**

El inicio masivo de la secreción láctea corresponde al momento en que en sangre se produce un descenso en el nivel sérico de la progesterona (figura 1) y un alza concomitante de estrógenos, hecho que ocurre en las cercanías del parto. Los estrógenos disparan la liberación de PRL y por otra parte aumentan la sensibilidad de las células mamarias a esta hormona. En el animal, este re-equilibrio esteroideal es responsable de la secreción láctea (Delouis *et al.*, 1980).

## **2.4 Papel de la PRL**

La PRL es esencial para la fase proliferativa de la alveologénesis y la lactogénesis. Esta hormona es secretada por la hipófisis anterior bajo control hipotalámico por factores inhibitorios y estimulantes (Freeman *et al.*, 2000). Los efectos inhibitorios son dominantes y están mediados principalmente por la dopamina. Por otro lado, varios agentes como la hormona liberadora de tiroides (TRH), la oxitocina y la neurotensina, pueden actuar como factores de liberación de PRL y posiblemente hacerlo durante la lactancia (Neville *et al.*, 2002).

### **2.4.1 Secreción de PRL durante la preñez**

En ratas, ratones y otras especies, la PRL es responsable de mantener el cuerpo lúteo durante la preñez temprana. En la preñez temprana, la PRL es luteotrófica, mantiene la secreción de estrógenos y progesterona del ovario y estimula la alveologénesis en la glándula

mamaria. Una oleada de PRL se reinicia 24 h antes del parto en ratas y muchas otras especies como la oveja (Andrews *et al.*, 2001).

En la cabra, al igual que en otras especies, la PRL se mantiene baja durante la preñez y su acción es mediada a través del lactógeno placentario, que alcanza sus mayores valores sanguíneos en la segunda mitad de la gestación (Hayden *et al.*, 1979). En este sentido, se ha demostrado que la hipofisectomía en cabras preñadas, no detiene el desarrollo lóbulo alveolar, aunque el desarrollo total de la glándula es la mitad del normal, ello revelaría que el lactógeno placentario reemplaza sólo parcialmente las funciones tróficas mamarias de las hormonas hipofisarias (Ferrando, 1983).

#### **2.4.2 Secreción de PRL durante la lactancia**

Durante la lactancia establecida, la secreción de PRL se estimula mediante la succión o el ordeño en todas las especies donde se ha medido. Los niveles plasmáticos no se relacionan con la tasa de secreción de leche; además están influenciados por la duración del día en mamíferos estacionales como los rumiantes (Tay *et al.*, 1996). El receptor de prolactina pertenece a la superfamilia de receptores de citoquinas. La unión de PRL da como resultado la dimerización del receptor y la activación tanto de factores de transcripción que conducen a la síntesis de proteínas específicas de la leche (Schwertfeger *et al.*, 2001).

#### **2.5 Lactógeno placentario (PL)**

El PL está presente en niveles altos solo durante la lactogénesis la cual comienza antes del parto (figura 1). Esta hormona ha evolucionado al menos dos veces, en roedores y rumiantes del gen PRL y en primates del gen GH (Forsyth, 1994). Varios PL de roedores se han caracterizado completamente (ratón, rata, hámster) y se han medido sus patrones de secreción durante la preñez. Las oleadas de PRL hipofisarias dos veces al día en ratas cesan en la mitad de la preñez y se reemplazan, primero, por una oleada de PL I, que puede estar

especialmente relacionada con el soporte del cuerpo lúteo, y luego por PL II, que continúa aumentando hasta el término de la preñez (Neville *et al.*, 2002). Actualmente no hay evidencia de un receptor PL específico, y se cree que PL actúa a través del receptor GH, el receptor de la PRL o ambos (Herman *et al.*, 2000)

### **2.6 Hormona de crecimiento (GH)**

La hormona del crecimiento juega un papel importante en la galactopoyésis puesto que junto con la PRL son liberados por el estímulo táctil de los pezones durante el ordeño o bien en la succión del recién nacido (Hart y Linzell, 1977).

La galactopoyésis es controlada por el dominio de la GH (Glauber, 2007). La GH aumenta la producción del factor de crecimiento similar a insulina 1 (IGF-1) en el hígado y, posiblemente, en el estroma mamario, lo que puede proporcionar un efector paracrino que media la supervivencia celular e incrementa indirectamente la secreción de leche (Neville *et al.*, 2002). Los receptores de GH no solo están presentes en el estroma, un estudio en ratones mostró que los receptores a GH también están presentes en el epitelio, y, por lo tanto, la GH puede ser un participante directo en la diferenciación y/o función de las células epiteliales luminales (Ilkbahar *et al.*, 1999).

La GH tiende a aumentar la producción de leche en rumiantes, lo que ha llevado al uso comercial de esta hormona en hatos lecheros con el nombre de somatotropina bovina (Bauman y Vernon, 1993).

### **2.7 Glucocorticoides**

Los glucocorticoides como el cortisol están involucrados en el flujo de nutrientes y mantienen la glucosa en la sangre durante la lactancia. Por lo que tienen un potencial de efectos indirectos en este proceso. De hecho, los niveles de glucocorticoides aumentan antes y después del parto (figura 1) y menudo aumentan durante la lactancia (Feng *et al.*, 1995). En

caprinos, en particular, los glucocorticoides potencian la acción lactogénica de la PRL, promoviendo el acumulo de ARN mensajero y participando en la fijación de los caracteres de diferenciación celular mamaria (Delouis *et al.*, 1980).

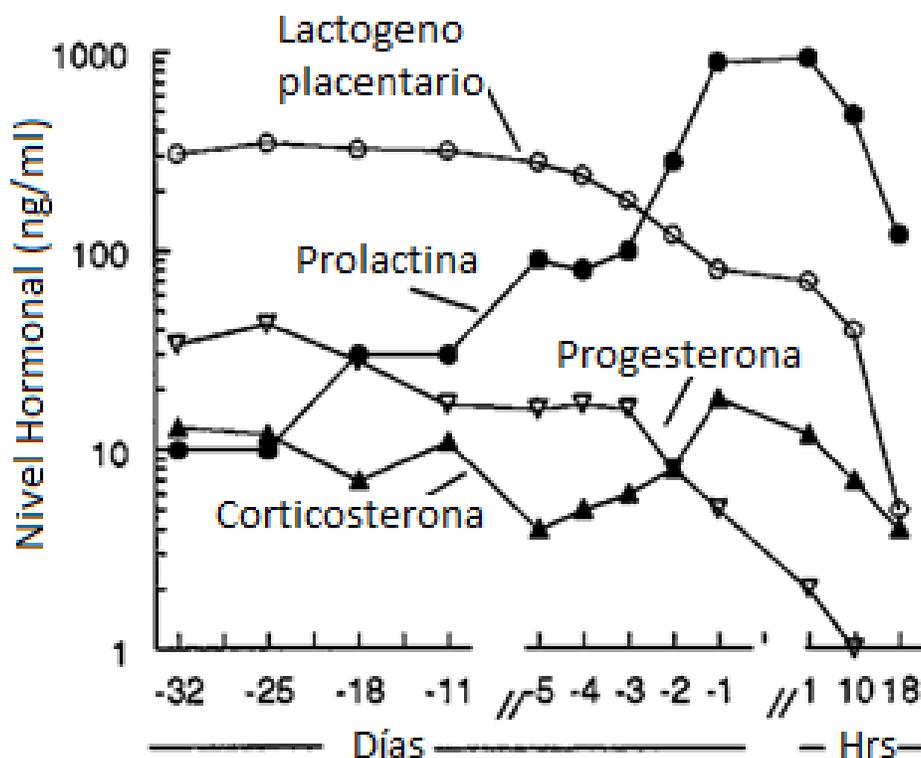


Figura.1. Niveles hormonales en la oveja durante la gestación tardía y la lactancia temprana.

### 3. Mecanismo de eyección de la leche

Al igual que en el resto de las especies mamíferas en la cabra la evacuación de la leche desde la glándula mamaria, está en gran medida regulada por un reflejo neuroendocrino. La eyección de la leche se efectúa mediante la contracción de las células mioepiteliales que forman una red en forma de canasta alrededor de los alvéolos donde se almacena la leche. La estimulación de las terminales nerviosas en el pezón produce impulsos aferentes por medio de la conexión de las ramas nerviosas aferentes a las raíces dorsales de la médula espinal, de cada lado del cuerpo, dependiendo de la hemiglándula de la cual procedan (Crowley y Armstrong, 1992).

La estimulación nerviosa provoca a nivel del hipotálamo, más específicamente, núcleos supraóptico y paraventricular, la liberación de la hormona oxitocina acumulada en el lóbulo posterior de la hipófisis, la que por vía sanguínea llega a la glándula mamaria (Linzell, 1963) donde interactúa con receptores específicos en las células mioepiteliales, para la contracción y expulsa la leche de los alvéolos hacia los conductos y la ubre (Crowley y Armstrong, 1992; Gimpl y Fahrenholz, 2001).

Se ha demostrado que la presencia de situaciones dolorosas a nivel de la glándula, o bien de tipo perturbador ambientales, provocan en la cabra la descarga de catecolaminas (epinefrina), sustancias que provocan la inhibición del reflejo de eyección de la leche, tanto a nivel nervioso central (hipotalámico), como periférico (glándula mamaria) (Ferrando, 1983).

#### **4. Composición química de la leche**

El conocimiento de los componentes de la leche de cabra es fundamental para el desarrollo de la industria caprina, ya que la calidad nutricional que tenga el producto, dependerán en gran medida el rendimiento, la productividad y la aceptación por parte del consumidor. La composición de la leche de cabra es diferente a la del ganado ovino, bovino y a la leche humana (tabla 1), pero en la cabra puede variar por múltiples factores, entre ellos, tipo de alimentación, medioambiente, manejo, sistema productivo, etapa de lactancia e, inclusive, estado sanitario de los animales (Bedoya *et al.*, 2012).

Para producir leche, la glándula mamaria tiene que llevar a cabo funciones importantes en sus células epiteliales; obtener energía para realizar su trabajo, donde la mitocondria juega un papel importante; además, elaborar los elementos para la leche que no provienen directamente de la sangre. Este alimento contiene: agua, lactosa, proteína, minerales y vitaminas composición que varía entre especies. Para el proceso de producción láctea, la glándula mamaria dependerá del flujo sanguíneo para el suministro de energía y de los

elementos precursores de la leche, son en general: glucosa, aminoácidos, acetato,  $\beta$ -hidroxibutirato, y triglicéridos (Ávila y Romero, 2006).

Tabla 1. Componentes químicos de la leche en cabras, bovinos y humano (valores promedio por cada 100 g; Park, 2017)

<b>Componentes</b>			
<b>de la leche</b>	<b>Caprino</b>	<b>Bovino</b>	<b>Humano</b>
Grasa(g)	3.8	3.6	4
Proteína (g)	3.5	3.3	1.2
Lactosa (g)	4.1	4.6	0.9
Solidos totales (g)	12.2	12.3	12.3
Calorías (Cal)	70	69	68

#### **4.1 Grasa**

Los ácidos grasos presentes en la ración de rumiantes, proporciona cerca de la mitad de los ácidos grasos encontrados en la leche; éstos son casi exclusivamente de cadena larga no saturados, que en el rumen se saturan. Después de pasar por el rumen, los ácidos grasos de cadena larga son absorbidos del intestino delgado al sistema linfático; se combinan con una proteína y son desplazados al sistema circulatorio, de donde las células secretoras de la glándula mamaria los absorben (Ávila y Romero, 2006).

El 50% de los ácidos grasos, aproximadamente, son de cadena corta (C4-C14) y el resto, de ácidos grasos de cadena larga (C16-C20). En la cabra los ácidos caprílico, cáprico o laúrico y oleico son los más abundantes en la leche- Otra característica de la leche, es la elevada proporción de ácidos grasos saturados. Los ácidos grasos de cadena corta, no provienen directamente de los ácidos grasos presentes en la ración, sino que son sintetizados

de la glándula mamaria a partir de acetatos, cuerpos cetónicos y betahidroxibutirato. Esto ha sido demostrado, marcando los acetatos con C14 y posteriormente, aislándolos de la leche (Ávila y Romero, 2006). Los ácidos grasos son responsables, en gran cantidad, del olor característico que tienen ciertos quesos (Akers, 1980).

La leche de cabra contiene 97 a 99% de lípidos libres y 1 a 3% de lípidos ligados o conjugados del total de leche. Las composiciones fraccionadas de lípidos libres de la leche de cabra son similares a las de la leche de vaca. Los lípidos libres de la leche de cabra contenían un 96,8% de triglicéridos, un 2,2% de diglicéridos y un 0,9% de monoglicéridos, mientras que los lípidos ligados contienen un 46,8% de lípidos neutros y un 53,2% de lípidos polares (8,5% de glicolípidos y 44,7% de fosfolípidos) (Park, 2017).

#### **4.2 Proteína**

La fracción de proteínas aisladas en leche son: alfa caseína, beta caseína, gama caseína, K caseína, lactoalbumina, betalactoglobulina, seroalbumina sanguínea, inmunoglobulinas y fracciones de proteasas y peptonas. También se encuentran presentes en pequeñas cantidades, enzimas, nitrógeno no proteico en urea, creatinina, creatina, ácido úrico entre otros, proviniendo algunos elementos de la sangre y otros como desechos del metabolismo de la glándula mamaria (Smith, 1962; Rose *et al.*, 1970).

Las proteínas de la leche se forman a partir de péptidos, proteínas plasmáticas y aminoácidos libres y difiere cada una de ellas según su composición. La caseína comprende el 82% e la proteína de la leche. Algunas de las proteínas en leche no son sintetizadas en la glándula. La seroalbumina, inmunoglobulinas y gama caseína aparentemente se absorben de la sangre (Ávila y Romero, 2006).

### **4.3 Lactosa**

Los carbohidratos presentes en la dieta del ganado son convertidos en el rumen en ácidos grasos volátiles: de ellos, el ácido propionico será convertido a glucosa en el hígado y, por tanto, es precursor muy importante de la lactosa (Ávila y Romero, 2006).

La lactosa es el principal carbohidrato de la leche, es un disacárido compuesto por una molécula de glucosa y una molécula de galactosa. La glucosa sérica es el principal precursor para la síntesis de lactosa, sin embargo, cierta fracción debe convertirse por reacciones enzimáticas a galactosa para posteriormente desarrollarse el proceso de conjugación (Smith, 1962).

## **5. Factores que influyen en la producción de leche en rumiantes**

Las características generales de la lactación en una especie se ven influenciadas por ciertos factores que alteran o modifican tanto su producción, como su persistencia. Además de la clara influencia de la raza, los siguientes factores pueden influenciar el desempeño durante la lactancia (Hernández, 2009).

### **5.1 Características genéticas**

La genética juega un papel muy importante sobre la productividad del ganado caprino, para mejorar los parámetros reproductivos y productivos. Para ello, la formulación de planes efectivos de selección y cruzamiento debe considerar obligadamente los parámetros de los progenitores y la capacidad de expresión de los mismos en sus descendientes (Ferrando, 1983).

La producción de leche acumulada de los primeros 100 a 150 días de lactancia, a menudo se considera un indicador temprano de la producción total de leche, porque tiene una correlación genética superior a 0,90 con la producción total de leche (Kominakis *et al.*, 2000).

## **5.2 Influencia de la época de parto**

Este factor estacional tiene un impacto, sobre la producción de leche, según el grado de adaptación de las diferentes razas al medio ambiente y al sistema de manejo que se utiliza. En general se describe que este factor puede influenciar entre 5% y 35% de la variación total (Steine, 1975). Es indudable que los factores ambientales cobran una gran importancia, así la humedad y temperatura (Larson, 1978), cantidad de lluvias, velocidad del viento, horas luz, disponibilidad de vegetación (pastos, arbustivas, forrajes) sobre todo bajo condiciones de pastoreo, presentan una alta y positiva correlación con la producción de leche (Ávila y Romero, 2006)

## **5.3 Influencia del número de partos**

En la especie caprina, al igual que en la bovina, un elevado número de células alveolares, secretoras, no involucionan y por ello que la capacidad lechera en la especie tiende a aumentar más bien relacionada con el número de partos que con la edad (Knight y Peaker, 1982). En general las diversas razas caprinas presentan sus mayores producciones entre la tercera y cuarta lactación (Steine, 1975; Kennedy *et al.*, 1981). Las razas rústicas parecen presentar sus mayores producciones lácteas en forma más temprana, que en las razas seleccionadas para leche. (Ávila y Romero, 2006).

## **5.4 Influencia del tipo de parto en relación al número de crías**

Un factor que influye positivamente en la producción lechera es el número de crías al parto. Hayden *et al.* (1979), señalan la presencia de una directa y estrecha correlación entre la producción de leche y la masa placentaria expresada en gramos, atribuyendo dicho efecto a la mayor concentración de lactógeno placentario debido a un mayor número de crías (Ávila y Romero, 2006).

### **5.5 Influencia de la edad del parto**

La edad del parto tiene un efecto importante en la producción de leche. Se ha estimado que la mayor producción de leche en cabras se alcanza entre los 30 a 50 meses de edad (Kennedy *et al*, 1981). Iloje *et al* (1980), realizaron un estudio en cinco razas lecheras (Alpina, La Mancha, Nubian, Saanen y Toggenburg) para lo cual utilizó registros de lactancia recolectados en un periodo de 11 años consecutivos reportando que la producción máxima se alcanza a los 34 a 38 meses de edad y disminuyó después de los 50 meses de edad. Por otro lado, estudios realizados en vaquillas demostraron que la asociación entre la edad al primer parto y la producción de leche es estadísticamente no significativa y cuya trascendencia biológica es irrelevante al hablar de la edad del parto (Marini *et al.*, 2007).

La edad influye también en la persistencia de la lactación, demostrándose que luego de siete años esta se acorta en relación a lactaciones anteriores (Ferrando, 1983).

### **5.6 Influencia de la condición corporal y características de la ubre**

La condición corporal de una hembra constituye una apreciación subjetiva del estado nutricional en que se encuentra y su productividad depende de que se mantenga en buena condición a través de todo el ciclo reproductivo. Las medidas corporales han sido correlacionadas con la habilidad para producir leche. Gall (1981), estableció un valor de "r" (coeficiente de correlación) de 0.13 al considerar simultáneamente largo del lomo, largo de la cabeza, profundidad del abdomen y producción de leche. De igual manera se ha reportado que cuanto mayor tamaño tenga la glándula mamaria producirá mayor cantidad de leche, esto concluye que la conformación de la ubre, así como su tamaño medible y visible reflejan claramente su capacidad productiva, por lo que la apreciación visual es un buen medio para evaluar la capacidad productiva láctea (Ferrando, 1983).

## **5.7 Alimentación**

La alimentación de la cabra es un factor limitante de la producción de leche. La influencia de la alimentación no sólo está referida a la mayor o menor cantidad de leche que se produzca, sino también a las alteraciones en su composición. La hembra caprina difiere de otros rumiantes por su capacidad para ingerir un gran volumen de alimentos, 3.5 a 5% de MS en relación con el peso corporal (Morand-Fehr y Sauvant, 1980).

En la cabra la mayor ingesta diaria y su alta producción por unidad de peso vivo, se explicaría por la presencia de una tasa metabólica más alta. Así a igual cantidad de nutrientes la cabra produce más leche que la vaca, ello como fruto de un mayor aprovechamiento del alimento, 35% versus 31% del alimento consumido en cabra y vaca respectivamente; pero su gran consumo le obliga a un mayor gasto energético en la digestión y metabolismo, 32% versus 19% en cabras y vacas respectivamente (Ferrando, 1983).

La ingesta de energía metabolizable es el factor alimentario que está más positivamente relacionado con la producción y composición de la leche. En la segunda mitad de la lactación y durante el período seco, la cabra al igual que otras especies lecheras almacena reservas de lípidos, proteínas y minerales, con el fin de utilizarlos durante el período crítico referido a la última etapa de la gestación, parto e inicio de la siguiente lactación. Después del parto se produce una baja en el apetito de las hembras, que si se mantiene es causa de descenso rápido de la producción y una escasa persistencia de la lactación, en rebaños alimentados en forma inadecuada (Ferrando, 1983).

Uno de los factores nutricionales más importantes que determinan la producción de leche es el consumo de energía. Al respecto, en cabras mantenidas en regiones semiáridas, Ramírez *et al.* (2012), menciona que la complementación con maíz (alimento energético) 12 días antes del parto, mejoró el rendimiento del calostro y la actividad del neonato.

## **OBJETIVO**

Determinar si la complementación con maíz en la alimentación de cabras en pastoreo durante las primeras tres semanas post-parto incrementa la producción láctea, mejora los componentes de la leche y mantiene la condición corporal, comparado a cabras sin complementación con maíz.

## **HIPÓTESIS**

La producción de leche es mayor al complementar con maíz la alimentación diaria en las cabras mantenidas en pastoreo durante las primeras tres semanas post parto y junto con ello, una mejora en los componentes de la leche y el mantenimiento de la condición corporal.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### 1. *Ubicación del estudio*

El presente trabajo se realizó en el Ejido Filipinas Municipio de Matamoros, Coahuila, México. El clima en el municipio es de subtipos muy secos, muy cálidos y cálidos; la temperatura media anual es de 22 a 24°C. En esta región la precipitación promedio de lluvia en el año es de 230 mm, se localiza a una altitud de 1,129 metros sobre nivel del mar (INAFED, 2018).

### 2. *Características de los animales*

Se utilizaron 21 cabras hembras Criollas adultas de dos a tres años de edad, con una condición corporal de  $2.1 \pm 0.35$ . Todas las cabras eran mantenidas en un sistema de pastoreo extensivo sedentario, en el cual el rebaño salía al pastoreo a las 09:30 h y retornaba al corral a las 13:00 h. Posteriormente, el rebaño volvía al pastoreo a las 15:00 h y retornaba nuevamente al corral a las 19:00 h. Entre las especies de forrajes disponibles en las áreas de pastoreo están arbustivos como (*Prosopis glandulosa*, *Acacia farneciana*, *Atriplex acantocarpa*, *Agave scabra* y *Mimosa biuncifera*), plantas herbáceas (*Heliantus ciliaris*, *Salsola kali*, y *Solanum elaeagnifolium*) y pastos (*Sorghum halepense*, *Chloris virgata*, *Setaria verticillata*, *Eragrostis pectinacea*, *Bouteloua curtipendula*, *Aristida purpurea* y *Bouteloua barbata*) (Duarte *et al.*, 2008). A través del año, la composición de la dieta en estas áreas se compone de 82% de arbustos, 12% de plantas herbáceas y 6% de pastos. Los primeros  $16 \pm 3$  días del experimento de campo las hembras estaban en contacto con sus crías las cuales se destetaron 5 días previos al ordeño y medición de la producción de leche.

### 3. *Diseño experimental*

Las cabras del grupo Testigo (n=10) solo se alimentaron de lo que obtenían en el pastoreo y no recibieron complementación en el corral. Las cabras del grupo Complementado

(n=11) se alimentaron similarmente a las cabras del grupo testigo; sin embargo, a estas cabras se les proporcionó desde el segundo día post-parto, 0.5 kg de maíz rolado por la tarde después de regresar del pastoreo durante las primeras tres semanas postparto. El maíz ofrecido aportó 87.3 g de PC/kg de MS y 3.06 Mcal de EM/ kg de MS. En los corrales, las cabras de ambos grupos tuvieron acceso libre a agua y sales minerales.

#### **4. Variables evaluadas**

##### **4.1 Producción de leche y composición química**

A cinco días de que se realizó el destete se midió la producción y composición de la leche. Se realizó ordeño manual a las 07:00 hrs para vaciar las glándulas mamarias a cada una de las cabras y con la ayuda de una báscula digital se midió la cantidad de leche producida en kg, al mismo tiempo se tomó una muestra de leche para su análisis en el laboratorio, utilizando un equipo automatizado (Milkoscope Expert®, Scope Electric. Ratisbona, Alemania), a partir del cual, se obtuvieron los porcentajes de grasa, lactosa y proteína.

##### **4.2 Condición corporal (CC)**

La condición corporal se midió dos veces con diferencia de 15 días. La primera medición se llevó a cabo un día después del parto y la segunda se realizó a los 15 días postparto. Para la condición corporal se utilizó la técnica descrita por Walkden-Brown *et al.* (1994), la cual consiste en estimar por palpación la cantidad de tejido muscular y graso de la región lumbar del animal. Utilizando una escala de valores que van del 1 a 4 puntos con una precisión de 0.5.

#### **5. Análisis de datos**

Los datos obtenidos durante el experimento se analizaron en el programa SYSTAT, versión 13. Se obtuvo la estimación puntual es decir el intervalo de confianza mediante la desviación estándar y error estándar, para cada uno de los grupos con sus respectivas variables. Además, se estimó la probabilidad (grado de significancia) mediante la prueba *t* de

student esto con el objetivo de aceptar o rechazar la validez de la hipótesis del experimento.

Los datos son expresados en promedio  $\pm$  error estándar del promedio (EEP).

## RESULTADOS

### 1. Producción de leche

La complementación con maíz durante las primeras tres semanas post-parto provocó significativamente una mayor ( $P=0.033$ ) producción de leche en las cabras del grupo Complementado (0.5 kg de maíz) que en las cabras del grupo Testigo (Figura 2).

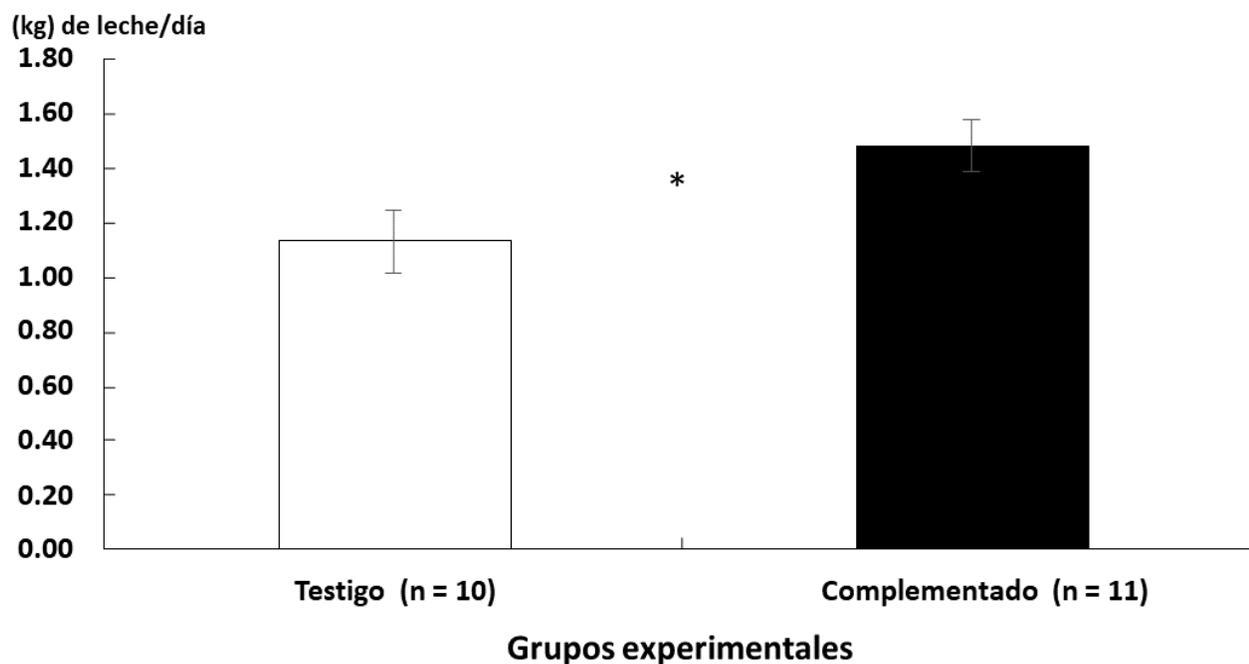


Figura 2. Producción promedio (kg  $\pm$ EEP) de la cantidad de leche obtenida en un periodo de 24h. El asterisco indica la diferencia significativa entre grupos ( $P=0.033$ ).

### 2. Componentes de la leche

Los resultados obtenidos en la composición química (grasa, proteína y lactosa) de la leche son mostrados en a Figura 3. El porcentaje de grasa contenido en la leche no fue diferente entre los dos grupos de estudio ( $P=0.27$ ). De igual manera, el haber complementado

con maíz a uno de los grupos tampoco modificó los contenidos de proteína ( $P = 0.99$ ) y lactosa ( $P = 0.89$ ) en la leche, comparado con las cabras del grupo Testigo.

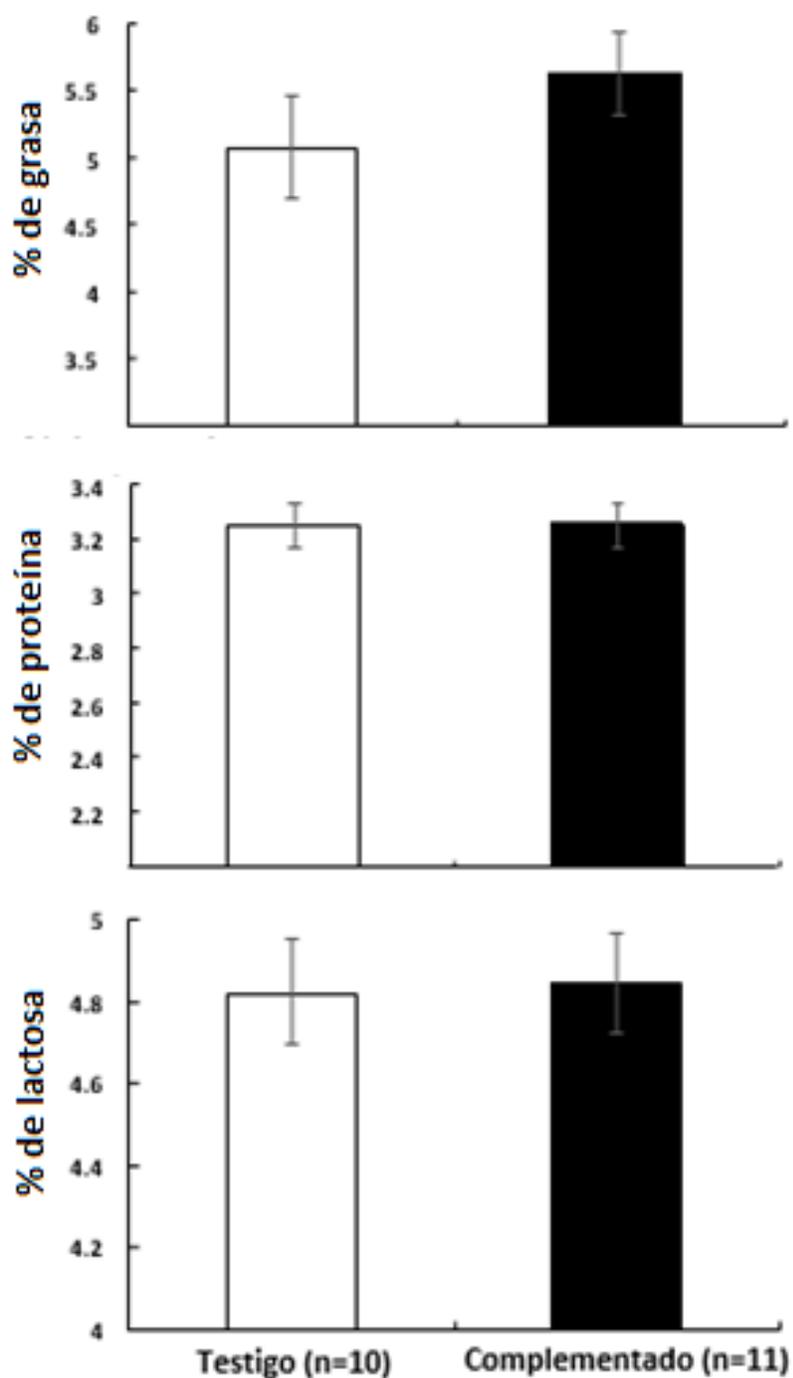


Figura 3. Contenido promedio ( $\pm$ EEP) del porcentaje de grasa, lactosa y proteína en muestras de leche obtenidas a las tres semanas postparto.

### 3. Condición corporal (CC)

En la primer medición de la condición corporal de las cabras realizada al segundo día postparto fue de  $2.1 \pm 0.35$  puntos en ambos grupos ( $P > 0.05$ ). Al día 15 de estar recibiendo el maíz se observó que en las cabras del grupo complementado con maíz fue de  $2.1 \pm 0.35$  puntos, lo cual indica que la condición corporal se mantiene sin cambio ( $P = 0.27$ ). Sin embargo; en el grupo testigo la condición corporal en la segunda medición disminuyó ( $P = 0.024$ ) a  $1.8 \pm 0.35$  puntos. De esta manera, en la segunda medición las cabras complementadas con maíz tuvieron una mayor condición corporal que las cabras que no recibieron la complementación con maíz ( $P = 0.028$ ).

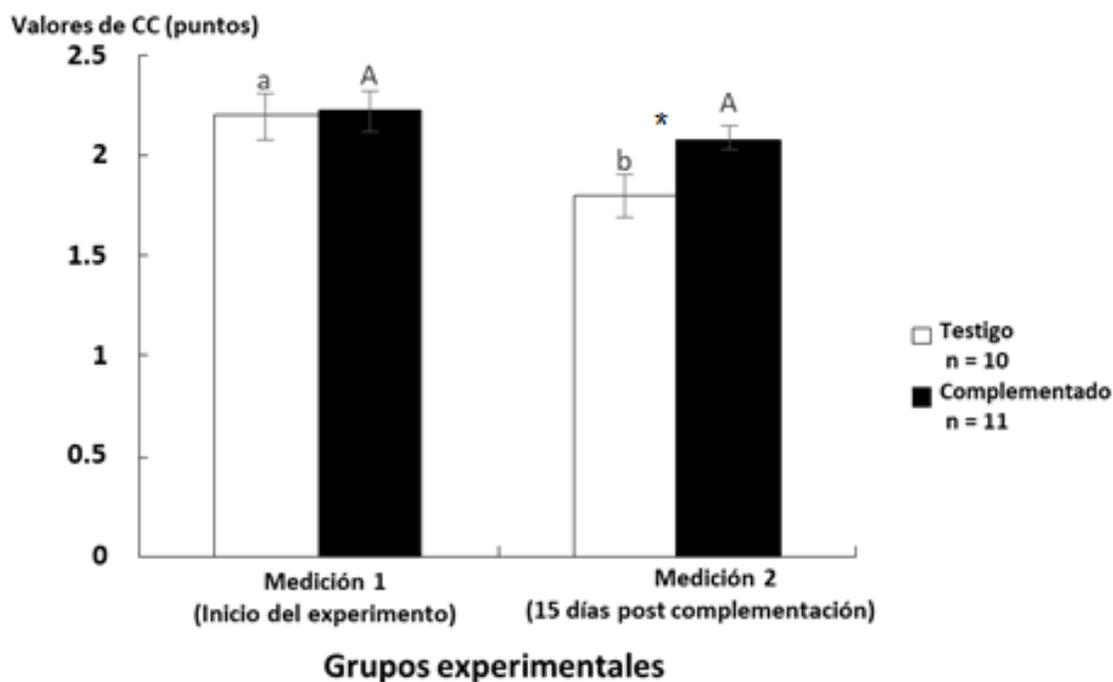


Figura 4. Evolución promedio ( $\pm$ EEP) de la CC en las cabras de los dos grupos experimentales. Las letras mayúsculas (A) indican la comparación entre los dos periodos de medición del grupo Complementado. Las letras minúsculas (a, b) indican la comparación entre los dos periodos

de medición del grupo Testigo. El asterisco indica la diferencia significativa entre grupos en la segunda medición <sup>Ab</sup> (P = 0.028).

## DISCUSIÓN

En el presente estudio se confirmó la hipótesis de que la producción de leche de las cabras en la lactancia temprana bajo condiciones de pastoreo se incrementa al complementar con maíz su alimentación. Sin embargo, esta complementación no incrementó de forma significativa los valores (%) de sus componentes (grasa, proteína y lactosa).

Los presentes resultados concuerdan con lo reportado anteriormente en esta misma especie por Sauvant y Morand-Fehr (1980), quienes encontraron en la lactancia temprana una correlación positiva entre la cantidad de concentrado consumido y el nivel de producción de leche. De hecho, estos mismos autores observaron que el contenido de grasa y proteína en la leche no fueron modificados debido al consumo de concentrado. De igual manera, en la presente tesis la complementación con maíz en la lactancia temprana no influyó sobre los contenidos de grasa, proteína y lactosa. En estas mismas cabras locales de la Comarca Lagunera, recientemente Maldonado-Jáquez *et al.* (2017), reportaron que la complementación con concentrado de 500 y 1000 g/día en cabras bajo condiciones de pastoreo incrementó la producción de leche a 0.3 kg respecto de las cabras no complementadas. Estos mismos autores observaron que dicha complementación mantuvo una buena condición corporal de las hembras lactantes comparada con las cabras que fueron mantenidas con solo el pastoreo. Por el contrario, Isidro *et al.* (2017), reportaron que el complementar con concentrado comercial de 500 /día al ganado caprino un mes antes o después del parto, no mejoró la producción de leche en la lactancia temprana durante la época de lluvias (octubre) bajo condiciones de pastoreo extensivo en la Comarca Lagunera. Lo anterior pudo haber estado relacionado a una mayor

disponibilidad de especies vegetales en época de lluvias que fueron consumidas por los animales y ello posiblemente incrementó la producción de leche.

Se ha propuesto que la mayor producción de leche en animales que reciben una complementación alimenticia puede explicarse debido a diferentes mecanismos. Así, la cantidad de ácido acético disponible en el rumen para la síntesis de leche es mayor cuando se ofrecen dietas con contenido elevado de energía que si se ofrecen dietas con bajo contenido energético (Morand-Fehr y Sauvant, 1980). De este modo el ofrecer dietas que incluyen concentrado o granos, presentan un efecto directo en el ambiente ruminal, lo que induce que los carbohidratos estructurales sean reemplazarlos por carbohidratos no estructurales (almidón). Estos se fermentan completamente y de una manera más rápida por la microflora ruminal. Como consecuencia, se aumenta la producción total de ácidos grasos volátiles (AVG) (Bedoya *et al.*, 2012); principalmente el ácido propiónico (Cao *et al.*, 2008); este cambio a nivel ruminal estimula la producción de leche. Ello resulta del aumento de precursores lácteos como la glucosa.

Respecto a los componentes de la leche los resultados obtenidos en la presente tesis no revelaron diferencia significativa al complementar con maíz la alimentación de las cabras en lactación temprana. Lo anterior concuerda con los resultados obtenidos por Isidro *et al.* (2017), quienes no modificaron la calidad de la leche cuando se complementaron con concentrado. Por el contrario, Maldonado-Jáquez *et al.* (2017), reportaron que la complementación con concentrado en cabras locales mantenidas en pastoreo incrementó los contenidos de proteína y lactosa en leche. Lo anterior sugiere que; el aumento en la producción de ácido propiónico provoca un incremento de la glucemia a través de la gluconeogénesis, dando lugar a una mayor secreción de insulina, y en consecuencia, la lipólisis disminuye. De esta manera, se reduce el aporte de ácidos grasos preformados para la síntesis de grasa en

glándula mamaria (Bauman y Griinari, 2003). Ya que la glucosa es necesaria para la síntesis de grasa en leche (Hötger *et al.*, 2013), se provoca un ahorro de la misma. Por tanto, existe una mayor disponibilidad de glucosa en glándula mamaria para sintetizar más lactosa (Hötger *et al.*, 2013), y si se considera que la lactosa es el principal osmo-regulador en la captación mamaria de agua (Rigout *et al.*, 2002), la producción de leche puede aumentar.

Mohrand-Fehr *et al.* (2007) señalan que el contenido de proteína es más estable que el contenido de grasa durante la lactancia. Además, se ha determinado que la concentración de proteína en leche de cabras estabuladas es de 3.32% (Salinas *et al.*, 2015). Al respecto, Maldonado-Jáquez *et al.* (2017), reportaron que la concentración de proteína en leche de cabras locales en pastoreo es de 3.11%. Este valor coincide con los valores encontrados en la leche de las cabras del presente trabajo (3,2%). Lo anterior sugiere que las cabras en pastoreo presentan deficiencia en consumo de nitrógeno para sintetizar proteína en leche por lo que al complementar su alimentación puede afectar ese contenido en la leche.

Respecto a la condición corporal, se pudo observar que al complementar con maíz la alimentación de cabras en lactación temprana mantuvo la condición corporal. En cambio, en las cabras que no reciben complementación, esta condición corporal disminuyó de forma significativa. Es posible, que la adición de maíz en las cabras en pastoreo evitó en parte la movilización de reservas corporales, lo cual si pudo haber ocurrido en las cabras no complementadas (Mohrand-Fehr y Sauvant, 1980).

## **CONCLUSIÓN**

Los resultados de la presente tesis indican que, en las cabras mantenidas en pastoreo durante las primeras tres semanas postparto, la complementación con maíz produce una mayor producción de leche que en las cabras que se mantuvieron solo con el pastoreo. Además, en los componentes de la leche (lactosa, proteína y grasa) no se observó diferencia significativa a la adición de maíz en la dieta durante la lactancia temprana. La condición corporal se mantiene estable en las cabras que recibieron maíz en la dieta. En cambio, existió una disminución importante en la condición corporal de los animales no complementados.

### LITERATURA CITADA

- Akers, R.M., Goodman, G.T., Tucker, H.A. (1980). Clearance and secretion rates of prolactin dairy cattle in various physiological states. *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine*. 164:115-119.
- Albenzio, M., Santillo, A., Avondo, M., Nudda, A., Chessa, S., Pirisi, A., Banni, S. (2016). Nutritional properties of small ruminant food products and their role in human health. *Small Ruminant Research*. 135:3-12.
- Andrews, Z. B., Kokay, I. C., Grattan, D. R. (2001). Dissociation of prolactin secretion from tuberoinfundibular dopamine activity in late pregnant rats. *Endocrinology*. 142:2719-2724.
- Ávila, T.S., Romero, L. (2006). Anatomía y fisiología de la glándula mamaria. En Avila, T.S., Gutiérrez, C.A. *Producción de ganado lechero 7ª Edición*. Ed. CECSA. pp.217-251.
- Bauman, D.E., Vernon, R.G. (1993). Effects of exogenous bovine somatotropin on lactation. *Annual Review of Nutrition*. 13:437-461.
- Bauman, D.E., Griinari, J.M. (2003). Nutritional regulation of milk fat synthesis. *Annual Review of Nutrition*. 23:203-227.
- Bedoya, M.O., Rosero, R.N., Posada, L.S. (2012). Composición de la leche y factores nutricionales que afectan el contenido de sus componentes. Recuperado el 16 de diciembre de 2018. De: <http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/124/1/7.%2093-110.pdf>.
- Bole, F.C., Goffin, V., Ederly, M., Binart, N., Kelly, P.A. (1998). Prolactin (PRL) and its receptor: Actions, signal transduction pathways and phenotypes observed in PRL receptor knockout mice. *Endocrine Reviews*. 19:225-268.
- Cao, Z.J., Li, S.L., Xing, J.J., Ma, M., Wang, L.L. (2008). Effects of maize grain and lucerne particle size on ruminal fermentation, digestibility and performance of cows in midlactation. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 92:157-167.
- Crowley, W.R., Armstrong, W.E. (1992). Neurochemical regulation of oxytocin secretion in lactation. *Endocrine Reviews*. 13:33-65.
- Delgadillo J. A. (2010). Environmental and social cues can be used in combination to develop sustainable breeding techniques for goat reproduction in the subtropics. *Animal*. 5:74-81.
- Delouis, C., Djiane, J.D., Houdebine, L.M., Terqui, M. (1980). Relation between hormones and mammary gland function. *Journal of Dairy Science*. 63:1492-1513.

- Duarte, G., Flores, J.A., Malpaux, B., Delgadillo, J.A. (2008). Reproductive seasonality in female goats adapted to a subtropical environment persists independently of food availability. *Domestic Animal Endocrinology*. 35:362-370.
- Eknæs, M., Kolstad, K., Volden, H., Hove, K. (2006). Changes in body reserves and milk quality throughout lactation in dairy goats. *Small Ruminant Research*. 63:1-11.
- Escareño, L., Wurzinger, M., Pastor, F., Salinas, H., Solkner, J., Iñiguez, L. (2011). La cabra y los sistemas de producción caprina de los pequeños productores de la Comarca Lagunera, en el norte de México. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*. 17:235-246.
- Escareño, L., Salinas, G.H., Wurzinger, M., Iñiguez, L., Sölkner, J., Meza, H.C. (2012). Dairy goat production systems. *Tropical Animal Health and Production*. 45:17-34.
- Feng, Z., Marti, A., Jehn, B., Altermatt, H.J., Chicaiza, G., Jaggi, R. (1995). Glucocorticoid and progesterone inhibits involution and programmed cell death in the mouse mammary gland. *Journal of Cell Biology*. 131:1095-1103.
- Ferrando, G. (1983). Bases fisiológicas del desarrollo y función de la glándula mamaria. En: *Producción Caprina*. Dpto. Extensión Centro Estudios Zonas Áridas. Universidad de Chile. Chile. pp:55-66.
- Forsyth, L.A., Byatt, J.C., Iley, S. (1985). Hormone concentrations, mammary development and milk yield in goats given long term bromocriptine treatment in pregnancy. *Journal of Endocrinology*. 104:77-85.
- Forsyth, I. A. (1994). Comparative aspects of placental lactogens: Structure and function. *Experimental and Clinical Endocrinology & Diabetes*. 102:244-251.
- Freeman, M.E., Kanyicska, B., Lerant, A., Nagy, G. (2000). Prolactin: Structure, function and regulation of secretion. *Physiological Reviews*. 80:1523-1631.
- Glauber, C.E., *Fisiología de la lactación en la vaca lechera*. (2007). *Veterinaria Argentina*. 24:274-281.
- Gimpl, G., Fahrenholz, F. (2001). The oxytocin receptor system: Structure, function and regulation. *Physiological Reviews*. 81:629-683.
- Gall, C. (1981). *Goat Production*. Acaemic Press, London. pp:309-340.
- Hayden, T.J., Thomas, C.R., Forsyth, L.A. (1979). Effect of number of young born (litter size) on milk yield of goats: Role of placental lactogen. *Journal of Dairy Science*. 62:53-57.

- Hart, I.C., Linzell, J.L. (1977). An analysis of specific stimuli causing the release of prolactin and growth hormone at milking in the goat. *Journal of Endocrinology*. 72:163-171.
- Hart, I.C. (1975). Seasonal factors affecting the release of prolactin in goats in response to milking. *Journal of Endocrinology*. 64:313-322.
- Herman, A., Bignon, C., Grosclaude, J., Gertler, A., Djiane, J. (2000). Functional heterodimerization of prolactin and growth hormone receptors by ovine placental lactogen. *The Journal of Biological Chemistry*. 275:6295-6301.
- Hernández, H.A. (2009). Influencia de la exposición a días largos artificiales más dos ordeños sobre la producción de leche en las cabras criollas subtropicales que paren en otoño. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón Coahuila, México.
- Hötger, K., Hammon, H.M., Weber, C., Görs, S., Tröscher, A., Bruckmaier, R.M., Metges, C.C. (2013). Supplementation of conjugated linoleic acid in dairy cows reduces endogenous glucose production during early lactation 1. *Journal of Dairy Science*. 96:2258-2270.
- Ilkbahar, Y.N., Thordarson, G.I., Camarillo, G., Talamantes, F. (1999). Differential expression of the growth hormone receptor and growth hormone-binding protein in epithelia and stroma of the mouse mammary gland at various physiological stages. *Journal of Endocrinology*. 161:77-87.
- Iloje, M. U., Rounsaville, T. R., McDowell, R. E., Wiggans, G. R., Van, V.L. D. (1980). Age-Season Adjustment Factors for Alpine, LaMancha, Nubian, Saanen, and Toggenburg Dairy Goats. *Journal of Dairy Science*. 63:1309-1316.
- INAFED. (2017). Coahuila Matamoros. Recuperado el 12 de diciembre de 2018. De: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM05coahuila/municipios/05017a.html>.
- Isidro, R.L.M., Maldonado, J.J.A., Granados, R.L.D., Salinas, G.H., Vélez, M.L.I., Chávez, S.A.U., Pastor, L.F.J. (2017). Suplementación pre y postparto durante la estación lluviosa en cabras locales del norte de México. *Nova Scientia*. 9:134-153.
- Kawas, J.R., Andrade-Montemayor, H., Lu, C.D. (2010). Strategic nutrient supplementation of free-ranging goats. *Small Ruminant Research*. 89:234-243.
- Kennedy, B., Finley, C.M., Pollak, E.I., Bradford, G. (1981). Joint effects of parity age and season of kidding on milk and fat yields in dairy goats. *Journal of Dairy Science*. 64:1707-1712.

- Knight, C.H., Peaker, M. (1982). Development of the mammary gland. *Journal of reproduction and fertility*. 65:621-626.
- Kominakisa, A., Rogdakisa, E., Vasiloudisb, C., Liaskos, O. (2000). Genetic and environmental sources of variation of milk yield of Skopelos dairy goats. *Small Ruminant Research*. 36:1-5.
- Lawrence, R.A., Lawrence, R.M. (2007). *Lactancia materna*. 6ª edición. Elsevier España. pp:95-96. Recuperado el 12 de diciembre de 2018. De: <https://books.google.com.mx/books?id=AHVQYoWIIKEC&pg=PA96&dq=lactancia+en+ruminantes&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwje4abSwJvfAhXrhFQKHXnmCBYQ6AEIQDAF#v=onepage&q=lactancia%20en%20ruminantes&f=false>.
- Larson, B. (1978). The dairy goat as a model in lactation studies. *Journal of Dairy Science* 61:1023-1029.
- Linzell, G.L. (1963). Some effects of denervating and transplanting mammary glands. *Experimental Physiology*. 48:34-40.
- Luna-Orozco, J.R., Meza, H.C.A., Contreras, V., Hernández, M.N., Angel, G.O., Carrillo, E., Véliz, D.F.G. (2015). Effects of supplementation during late gestation on goat performance and behavior under rangeland conditions. *Journal of Animal Science*. 93:4153-4160.
- Maldonado, J.J.A., Granados, R.L.D., Hernández, M.O., Pastor, L.F.J., Isidro, R.L.M., Salinas, G.H., Torres, H.G. (2017). Uso de un alimento integral como complemento a cabras locales en pastoreo: respuesta en producción y composición química de la leche. *Nova Scientia*. 18:55-75.
- Marini, P. R., Charmandarian, A., Di Masso, R. J. (2007). Desempeño productivo y reproductivo de vacas de diferentes edades al primer parto en sistemas a pastoreo. *Sitio Argentino de Producción Animal APPA-ALPA, Cusco, Perú*. pp:1-4.
- Morand, F.P., Sauvant, D. (1980). Composition and Yield of Goat Milk as Affected by Nutritional Manipulation. *Journal of Dairy Science*. 63:1671-1680.
- Morand, F.P., Fedele, V., Decandia, M., Le Frileux, Y. (2007). Influence of farming and feeding systems on composition and quality of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research*. 68:20-34.
- Neville, C.M., McFadden, B.T., Forsyth, I.L. (2002). Hormonal Regulation of Mammary Differentiation and Milk Secretion. *Journal of Mammary Gland Biology and Neoplasia*.

7:49-66.

- Ojango, J.M.K., Wasike, C.B., Enahoro, D.K., Okeyo, A.M. (2016). Dairy production systems and the adoption of genetic and breeding technologies in Tanzania, Kenya, India and Nicaragua. *Animal Genetic Resources*. 59:81-95.
- Park, W.Y., Haenlein, W.G.F., Wendorff, L.W. (2017). *Handbook of Milk of Non-Bovine Mammals*. 2ª edición. Editorial WILEY blackwell. pp:40-55. Recuperado el 16 de diciembre de 2018. De: [https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=sjADgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT49&dq=PARK,Y.W.+Goat+milk%E2%80%94chemistry+and+nutrition.&ots=lsZbzGX3jy&sig=rFdRPzybMLSqxPGXtG5PRs\\_Dooc#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=sjADgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT49&dq=PARK,Y.W.+Goat+milk%E2%80%94chemistry+and+nutrition.&ots=lsZbzGX3jy&sig=rFdRPzybMLSqxPGXtG5PRs_Dooc#v=onepage&q&f=false).
- Pinos, R.J.M., López, M.G., García, L.J.C., Aguirre, R.J.R., Mellado, M. (2011). Effects of urea-prickly pear-molasses block supplementation on growth and milk production of crossbred goats on arid rangelands. *Journal of Applied Animal Research*. 39:117-119.
- Ramírez, V.S., Terrazas, A., Delgadillo, J.A., Serafín, N., Flores, J.A., Elizundia, J.M., Hernández, H. (2012). Feeding corn during the last 12 days of gestation improved colostrum production and neonatal activity in goats grazing subtropical semi-arid rangeland1. *Journal of Animal Science*. 90:2362-2370.
- Rigout, S., Lemosquet, S., Van Eys, J.E., Blum, J.W., Rulquin, H. (2002). Duodenal Glucose Increases Glucose Fluxes and Lactose Synthesis in Grass Silage-Fed Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*. 85:595-606.
- Rose, D., Brunner, J.R., Kalam, E.B., Larsen, B.L., Melnychy, P., Swaisgood, H.E., Waugh, D.F. (1970). Nomenclature of proteins of cow's milk. *Journal of Dairy Science*. 53:1-17.
- Salinas, G.H., Maldonado, J.J., Torres, H.G., Triana, G.M., Isidro, R.L.M., Meda, A.P. (2015). Compositional quality of local goat milk in the Comarca Lagunera of Mexico. *Revista Chapingo-Serie Zonas Áridas*. 14:175-184.
- Schwertfeger, K.L., Richer, M.M., Anderson, S.M. (2001). Mammary gland involution is delayed by activated Akt in transgenic mice. *Molecular Endocrinology*. 15:867-881.
- SIAP, (2017). Población caprina en México 2008-2017. Recuperado el 10 de diciembre de 2018. De: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/412565/Caprino\\_\\_2017.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/412565/Caprino__2017.pdf).
- Smith, V.R. (1962). *Fisiología de la lactancia*. 1ª Edición. Editorial SIC. pp:100-116. Recuperado el 16 de diciembre de 2018. De:

<https://books.google.com.mx/books?id=KpYgAQAAIAAJ&pg=PA260&dq=lactancia+en+rumiantes&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwipnIKwvZvfAhUJS6wKHfgpCjMQ6AEILTAB#v=twop> age&q&f=true.

- Steine, T. (1977). Genetic and phenotypic parameters of production traits in goats. *Animal Breeding Abstracts*. 44:575.
- Tay, C.C.K., Glasier, A.F., McNeilly, A.S. (1996). Twentyfour hour patterns of prolactin secretion during lactation and the relationship to suckling and the resumption of fertility in breast-feeding women. *Human Reproduction*. 11:950-955.
- Walkden-Brown, S.W., Restall, B.J., Norton, B.W., Scaramuzzi, R.J., Martín, G.B. (1994). Effect of Nutrition on seasonal patterns of LH, FSH and testosterone concentration, testicular mass, sebaceous gland volume and adouir in astraulian cashmere goats. *Journal Reproduction and Fertility*. 102:351-360.