

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**Efecto de la suplementación con *Moringa oleífera* durante el parto y posparto en cabras multirraciales bajo condiciones de pastoreo sobre el peso de la cría, composición y calidad de calostro.**

**Por:**

**IRAM ABAD TORVAY GONZÁLEZ**

**TESIS**

**PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**Torreón, Coahuila, México  
Diciembre, 2019**

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

**Efecto de la suplementación con *Moringa oleífera* durante el parto y posparto en cabras multirraciales bajo condiciones de pastoreo sobre el peso de la cría, composición y calidad de calostro.**

Por:

**IRAM ABAD TORVAY GONZÁLEZ**

TESIS

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

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

Aprobada por:

  
\_\_\_\_\_  
Dra. Martha Maney Perales García  
Presidente

  
\_\_\_\_\_  
M.C. Gerardo Arellano Rodríguez  
Vocal

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Oscar Ángel García  
Vocal

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Juan Manuel Guillen Muñoz  
Vocal Suplente

  
\_\_\_\_\_  
MVZ. J. GUADALUPE RODRÍGUEZ MARTÍNEZ  
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal



Torreón, Coahuila, México  
Diciembre, 2019

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

**Efecto de la suplementación con *Moringa oleífera* durante el parto y posparto en cabras multirraciales bajo condiciones de pastoreo sobre el peso de la cría, composición y calidad de calostro.**

Por:


**IRAM ABAD TORVAY GONZÁLEZ**

TESIS


Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

Aprobada por el Comité de Asesoría:

  
Dra. Martha Maney Perales García  
Asesor Principal

  
M.C. Gerardo Arellano Rodríguez  
Coasesor

  
Dr. Oscar Ángel García  
Coasesor

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

Torreón, Coahuila, México  
Diciembre, 2019



## **AGRADECIMIENTOS**

**A mi Alma Mater**, por brindarme mi formación profesional durante 5 años y por haberme permitido ser parte de ella forjándome la Medicina Veterinaria y Zootecnia.

**A mis maestros**, por compartir sus conocimientos y experiencia profesional en el campo, por responder todas esas dudas que en su momento surgían y por haberme dado la enseñanza a lo largo de mi preparación profesional.

**A mis compañeros y amigos**, Alan Rendón (QEPD), Aldo Bueno, Elko Aragón entre otros, que aparte de un compañerismo surgió una amistad y buen equipo a través de los años de nuestra carrera.

**A mi asesor principal**, Dra. Martha Vianey García por permitirme haber sido su tesista y brindarme todo el apoyo y asistencia en todo momento que lo necesitaba y por haberme guiado completamente a lo largo de todo mi proceso de investigación en cada detalle.

**A mis asesores**, Dr. Oscar Ángel García. M.C. Gerardo Arellano Rodríguez, por el tiempo brindado y la cooperación que tuvieron para asesorarme y por formar parte de esta investigación gracias.

## **DEDICATORIA**

**A mi familia**, a mi padre el Lic. Jorge Torvay Palacios, a quien agradezco inmensamente de corazón por ser coordinador siempre y de quien he recibido un apoyo enorme durante toda mi vida, por forjarme los valores y darme el recurso para concluir mis estudios, a mi madre la Sra. Ma. De Fátima González Veloz, de quien recibí todo el apoyo para salir adelante en todos mis estudios y quien me enseñó a no rendirme ante ninguna circunstancia, a mi abuelo materno el Sr. Francisco González Luna quien formó mi pasión y dedicación por el campo y los animales, a mis hermanos Jorge y Fernanda, con ustedes siempre he contado al igual que mis padres y me han enseñado que el pilar de una familia es la unión y el apoyo para la decisión de cada uno, gracias por formar parte de mi familia.

**A Dios**, Quien supo guiarme por el camino correcto y quien me ayudó a elegir una de las profesiones más bellas y que me dio la oportunidad de haber terminado mis estudios.

## Índice de contenido

### Contenido

AGRADECIMIENTOS.....	iv
DEDICATORIA .....	v
Índice de contenido.....	vi
Índice de Cuadros y figuras.....	viii
RESUMEN .....	ix
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>III. REVISION DE LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
3.1 Origen y antecedente del ganado caprino .....	4
3.1.1 Producción caprina mundial.....	6
3.1.2 Producción caprina en México .....	7
3.1.3 Producción caprina en la Comarca Lagunera .....	9
3.2 Ventajas de la producción caprina .....	11
3.2.1 Sistemas de producción.....	11
3.3 Productos caprinos .....	12
3.3.1 La leche de cabra .....	14
3.3.2 Carne caprina.....	20
3.4 Moringa <i>oleifera</i> Lam .....	21
3.4.1 Clasificación Taxonómica de la Moringa <i>oleifera</i> .....	23
3.4.2 Identificación de la Moringa <i>Oleifera</i> .....	23
3.4.3 Características agronómicas.....	25
3.4.4 Propiedades de <i>Moringa oleifera</i> y su sustento científico.....	25
3.4.5. Composición química y nutricional de la M. <i>oleifera</i> .....	30
3.4.6 Usos de la Moringa Oleífera .....	32
3.4.7La Moringa en la alimentación animal.....	36
HIPÓTESIS.....	40
OBJETIVOS.....	40
<b>IV. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>41</b>
4.1 Lugar de estudio .....	41

4.2. Animales experimentales y manejo .....	41
4.3 Tratamientos de las hembras .....	42
4.3. Variables a evaluar.....	42
4.3.1. Peso del cabrito.....	42
4.3.2. Calidad de leche.....	43
4.3.3. Calidad del calostro.....	43
4.4. Análisis estadísticos.....	44
<b>V. RESULTADOS.....</b>	<b>46</b>
<b>VI. DISCUSION.....</b>	<b>48</b>
<b>VII. CONCLUSIONES.....</b>	<b>49</b>
<b>VIII. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>50</b>

## Índice de Cuadros y figuras

No.	Título de cuadros	Pag.
1	Composición de la leche de cabra	17
2	Aporte nutricional de carnes en canal de diferentes especies	21
3	Composición química de M. Oleífera de seis años de edad	30
4	Composición química de M. Oleífera de 54 días, deshidratada y molida	31
5	Comparación de nutrientes de la M. Oleífera con otros alimentos	31
6	Medias $\pm$ (EEM) para la calidad del calostro en cabras complementadas con Moringa Oleífera (GE) y sin complementar (GC) bajo condiciones de pastoreo en el norte de México (26°N).	45
7	Medias $\pm$ EEM para el peso del cabrito al momento del parto (0 d) y 7 y 14 días posparto en cabras complementadas con Moringa Oleífera (GE) y sin complementar (GC) bajo condiciones de pastoreo en el norte de México (26°N).	46

No.	Título de figuras	Pag.
1	Características del árbol de moringa	25



## RESUMEN

Se evaluó el efecto de la suplementación alimenticia con *Moringa oleífera* y su durante el parto y posparto sobre el peso de la cría y la composición del calostro. Se utilizaron 20 cabras multirraciales ( $52.6 \pm 2.0$  kg de PV;  $2.3 \pm 0.3$  de CC) divididas en 2 grupos (10 c/u). El grupo experimental (GE) fue complementado con 100 g de hojas de *M. oleífera* durante 3 semanas preparto y 2 semanas posparto. El grupo control (GC) no recibió ninguna complementación. Se registró el peso y condición corporal, cada 7 d durante todo el periodo experimental, la composición del calostro, así como, el peso corporal de los cabritos a los 0, 7 y 14. El peso corporal de las cabritas a los 14 días posparto fue mayor ( $P < 0.05$ ) en el GC ( $5.1 \pm 0.7$ ) comparado con el GE ( $4.5 \pm 0.5$  kg). El porcentaje de proteína ( $4.4 \pm 0.2$ ) y densidad ( $46.1 \pm 6.0$ ) del calostro fue mayor ( $P < 0.05$ ) en el GE. Estos resultados muestran que la suplementación con *M. oleífera* mejoró la proteína y densidad del calostro. En conclusión, la suplementación de 100 g de moringa en la dieta puede ser una alternativa para mejorar la composición del calostro, lo anterior, puede ayudar a elevar el estado de salud de los cabritos nacidos bajo condiciones de pastoreo en el norte de México.

**Palabras Clave:** *Moringa oleífera*, Suplementación, Cabras, Calostro

## I. INTRODUCCIÓN

Durante los últimos 20 años se ha observado un enorme incremento (52%) en el censo de cabras a nivel mundial, en paralelo a un aumento de la población humana 33% (Haenlein, 2001), lo que demuestra un creciente interés por incrementar la producción de leche y carne de esta especie. Dentro de la Unión Europea (UE), son los países del área Mediterránea como: Grecia, España, Francia, e Italia, aquellos en los que la leche de cabra tiene una significativa importancia económica en el mercado de productos lácteos (Boyazoglu y Morand-Fehr, 2001; Haenlein, 2001). La producción de cabra para abasto de carne y leche es parte del modo de vida de las familias desde la época colonial y son un importante elemento en la economía y la cultura de diferentes grupos sociales-marginales de muchas zonas semiáridas del país (García, et al. 2018).

En los países latinoamericanos, México ocupa el primer lugar en inventario de caprinos, seguido de Brasil. El rebaño caprino mexicano consta de aproximadamente 9 millones de cabezas, de acuerdo con el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2015), el cual en los últimos 10 años presentó una tasa media de crecimiento anual (TMCA) negativa de -0.77%.

En el norte del país se encuentra una de las regiones más importantes, la cual cuenta con alrededor del 5% de la población nacional de caprinos, esta es la región Laguna. En la Comarca Lagunera, la venta de leche y en segundo lugar el cabrito, representan los principales productos del sistema de producción en cuanto al ingreso que ellos generan (Villegas, 2016). En esta región, el 90% de los caprinos se explotan en condiciones extensivas consumiendo la flora natural de la región, la

cual consiste en zacate buffel (*Cenchrusciliaris*), zacate chino (*Cynodondactylon*), zacate navajita (*BoutelouaGracilis*), zacate Johnson (*Sorghumhalepense*), arbustivas como el mesquite (*Acacia farmesiana*) y el huizache (*Prosopis glandulosa*) y otras herbáceas de la región. En determinadas épocas del año se aprovechan esquilmos o rastrojos de cultivos tales como el sorgo (*Sorghumvulgaris*) y el maíz (*Zea mayz*) entre otros. Los animales explotados son el resultado de cruzas de animales criollos con razas puras tales como: Alpino Francés, Saanen, Toggenburg, Nubia y Granadina (Cantú, 2004; Cruz-Castrejón et al., 2007).

La insuficiente alimentación que reciben los animales en calidad y cantidad, comúnmente les causa retraso o paralización del desarrollo corporal, enflaquecimiento, esterilidad, abortos, mortalidad y disminución de la producción de leche y carne (Gámez et al., 2004).

Las cabras gestantes mayormente se encuentran desnutridas, lo que afecta en las últimas seis semanas de gestación deprimiendo el desarrollo de la ubre y la acumulación prenatal de calostro, así como la producción subsiguiente de leche (Mellado, 2012; Luna, 2015). La complementación en la alimentación caprina es una alternativa que permite mejorar la eficiencia productiva de los actuales sistemas de producción caprina durante los periodos de escasez de forraje (Azmiy y Al-Dabbas, 2011). Una alternativa para dicha complementación son los árboles y arbustos forrajeros, debido a que estos los podemos encontrar durante todo el año, incluida la época seca (Aregheore, 2002). Hoy en día uno de los arboles forrajeros más estudiado ha sido el Morango del cual existen 13 especies, siendo la cañafístula también conocida como jazmín francés o marango (*Moringa oleífera*), la que más se cultiva en el país (FAO). Por lo anterior, el objetivo del presente estudio

fue evaluar el efecto de la suplementación nutricional sobre incidencia sobre la ganancia de peso de los cabritos, la producción y calidad de calostro de las cabras del semidesierto de México.

La insuficiente alimentación que reciben los animales en calidad y cantidad, comúnmente les causa retraso o paralización del desarrollo corporal, enflaquecimiento, esterilidad, abortos, mortalidad y disminución de la producción de leche y carne (Gámez et al., 2004). Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la suplementación nutricional sobre la producción de leche de las cabras del semidesierto de México y su incidencia sobre la ganancia de peso de los cabritos, estudiar en cabras el efecto de una restricción alimenticia sobre la producción láctea y el peso de las crías al destete.

## **II. JUSTIFICACIÓN**

La producción caprina es de gran importancia desde el punto de vista económico, social y cultural de los diferentes grupos sociales marginales en zonas semiáridas de México. La relevancia social del presente trabajo de investigación es contribuir a la solución de la problemática que enfrentan los productores caprinos bajo condiciones de pastoreo en la Comarca Lagunera en la alimentación del ganado caprino ofreciéndoles alternativas de suplementación para mejorar la producción de leche y carne durante la época de invierno.

### III. REVISION DE LITERATURA

#### 3.1 Origen y antecedente del ganado caprino

La cabra fue el primer animal domesticado por el hombre capaz de producir alimento, hace cerca de 10 000 años. Desde entonces, siempre acompañó la historia de la humanidad, conforme testifican los diversos relatos históricos, mitológicos y bíblicos, que mencionan a los caprinos. A pesar de eso, pocas veces tuvo su valor debidamente reconocido (Doria, 1997, Bidot y Muñoz, 2016).

Desde tiempos remotos de la humanidad, la leche de cabra aparece como alimento. Registros muy antiguos —en el texto bíblico o en los murales egipcios— hablan de su consumo. Su historia está unida a la historia del hombre, quién desde siempre, ha aprovechado su leche, carne, pelo, cuero, estiércol y trabajo. Estos productos han sido importantes indicadores de la capacidad de la especie para adaptarse a múltiples climas y sistemas (Cofré, 2001). La producción de cabra para abasto de carne y leche es parte del modo de vida de las familias desde la época colonial y son un importante elemento en la economía y la cultura de diferentes grupos sociales-marginales de muchas zonas semiáridas del país (García, et al. 2018).

Las cabras son animales fáciles de mantener y son eficientes en la utilización de forrajes de baja calidad. Debido a sus características biológicas únicas y estructurales, las cabras pueden crecer con éxito en zonas con pobre vegetación como el altiplano, las montañas, los desiertos, semidesiertos y estepas de tierras, etc. (Alrousan L, 2009).

Las cabras satisfacen sus necesidades nutritivas principalmente a través del consumo de la vegetación disponible; sin embargo, gran parte del año los forrajes no cuentan con los nutrientes suficientes para cubrir dichas necesidades y solamente en los meses de verano los animales consumen los nutrientes necesarios para poder cubrir o exceder sus requerimientos (Orona, et al. 2014).

La alimentación se efectúa principalmente en terreno ejidal o comunal para el pastoreo en cerros y llanos, en lotes baldíos, o en terrenos agrícolas después de la cosecha. La elección del sitio de pastoreo es en función de la cantidad de plantas preferidas por las cabras (acahual, nabo, quintoniles, mazoquelite, pata de gallo, uña de gato, nopal, huizache, mezquite, palo dulce, encina, aunque este lejos del pueblo y/o aguaje (Hernández, et al. 2001).

Los sistemas de producción caprina predominantes son los que se basan en el pastoreo extensivo (extensivo sedentario) teniendo como finalidad principal la producción de carne y al abasto familiar (autoconsumo), con rebaños de tamaño reducido, aunque es posible encontrar otros mayores. La raza caprina predominante es la Criolla que sufre por los factores limitantes inherentes al sistema y condiciones en que se maneja (Hernández, 2000).

A pesar de su importante contribución al sostenimiento alimentario de la humanidad y de otras funciones (vestido, trabajo, fertilización), la cabra ha sido un animal denostado por ser considerado enemigo de los ecosistemas y propiciador de la desaparición de los suelos de cultivo, siendo relegada a los lugares más abruptos o desérticos. Además de considerarse responsable de la transmisión de enfermedades al hombre, como la brucelosis “fiebre de Malta” y su difusión mundial a través de las grandes rutas comerciales y pecuarias. En función del peso de tales

consideraciones peyorativas o teniendo presente otras causas, geográficas, sociales, económicas o coyunturales, la ganadería caprina ha tenido una evolución desigual en los diversos países del mundo (Vacas, 2003).

### 3.1.1 Producción caprina mundial

Hace alrededor de 8 000 años, los caprinos se contaban entre las primeras especies de animales domesticadas por el ser humano. Desde entonces, esta especie ha sido muy utilizada por el hombre, debido a su carne, leche y piel, y a otras ventajas entre las que se destaca el uso de sus excretas como abono orgánico y al control que hacen estos animales de los matorrales (ACPA, 2005). En muchos países subdesarrollados, las cabras continúan siendo los principales animales que cubren las necesidades del hombre (Blanchard, 2004).

Actualmente, se estima que existe una población mundial de 720 millones de cabras las cuales están distribuidas de la siguiente manera: 55.4% en Asia, 29.8% en África, 7.3% en Sudamérica, 4.4% en Europa, 3% en Norte y Centroamérica, 0.1% en las Islas del Pacífico.

Los países con mayores poblaciones son China con el 20.61 % de la población mundial, India con el 17.08 %, Pakistán con el 6.58 %, Sudán con el 5.25 %, México representa el 1.33 % del total mundial. De las cabras se obtiene el 6% de la carne total mundial, el 2% de la leche y el 4% de las pieles. La mayor parte de la producción la consume el propio criador; por lo que las cabras juegan un papel de subsistencia mucho mayor que las especies bovina y ovina (FAO, 1999). En Europa

el censo es de 17, 768,910 de cabezas y la producción de 128,097 toneladas de carne (FAO, 2006).

El manejo del ganado caprino impone nuevos retos en los años venideros del siglo xxi para atenuar los efectos negativos que el hombre ocasiona al ecosistema. En este sentido, Flores y Ramírez (2013) informaron que existen diferentes alternativas que permiten revertir este proceso, tal como la crianza sostenible, basada en el uso de insumos disponibles en la finca y que considera de forma integral los aspectos socioculturales y económicos, lo que posibilita evaluar la realidad que se vive en las zonas rurales.

### 3.1.2 Producción caprina en México

En América latina México posee el liderazgo en cantidad de cabezas de ganado caprino (9.5 millones), siguiéndole Brasil (8.16 millones) y Argentina 4.2 millones (SAGARPA., 2003). En México los principales estados productores son Coahuila, Durango, Guanajuato, Chihuahua y Jalisco (SAGARPA, 2003). Sin embargo, una de las zonas del país más importante en la producción caprina es la Comarca Lagunera (parte del estado de Durango y Coahuila) que cuenta con alrededor del 5% de la población nacional de caprinos (SAGARPA, 2003).

El rebaño caprino mexicano consta de aproximadamente 9 millones de cabezas, que producen anualmente 40000 toneladas de carne y 155 millones de litros de leche, lo que genera una derrama económica de  $2800 \times 10^6$  pesos (SIAP-SAGARPA, 2016). El ganado caprino se encuentra en regiones áridas y semiáridas



con bajo nivel socioeconómico, con escasez de recursos naturales como el agua debido a sequías prolongadas (Baraza et al., 2008).

En México del total de la población de animales caprinos, el 87% de los semovientes de esta especie se ubican en el área rural, en las regiones áridas y semiáridas, sitios donde se ha localizado el mayor número de cabras quienes son importantes productoras de leche y carne para consumo humano, y así como otros rumiantes, están particularmente bien capacitados para utilizar forrajes pobres de calidad, adaptados a muchos sistemas de manejo (Veléz, et al. 2015)

En esta región, el 90% de los caprinos se explotan en condiciones extensivas consumiendo la flora natural de la región, la cual consiste en zacate buffel (*Cenchrus ciliaris*), zacate chino (*Cynodon dactylon*), zacate navajita (*Bouteloua gracilis*), zacate Johnson (*Sorghum halepense*), arbustivas como el mesquite (*Acacia farnesiana*) y el huizache (*Prosopis glandulosa*) y otras herbáceas de la región. En determinadas épocas del año se aprovechan esquilmos o rastrojos de cultivos tales como el sorgo (*Sorghum vulgare*) y el maíz (*Zea mays*) entre otros. Los animales explotados son el resultado de cruces de animales criollos con razas puras tales como: Alpino Francés, Saanen, Toggenburg, Nubia y Granadina (Cantú, 2004; Cruz-Castrejón et al., 2007).

Los sistemas de producción se dividen por el principal producto obtenido, siendo estos: Cabrito (Cría lechal de 30 días con un promedio de peso de 10 kg pie) en el norte y parte del centro de la república, Chivo cebado (Chivo de 40 a 45 kg) en el Pacífico y la región Mixteca, y producción de leche (que produce cabrito como subproducto) en La laguna, Centro y Bajío. Actualmente la producción de cabras sigue asociada mayormente a estratos de población rural con menores ingresos,

siendo en un 80% sistemas de producción de subsistencia. Cerca de 1,5 millones de mexicanos viven de la cabra, la cual se encuentra en 450.000 unidades de producción (SIAP SAGARPA, 2012). Sin embargo, se reconoce a la cabra como una de las pocas fuentes de ingresos en las regiones semiáridas del país, y cada vez es mayor el sector empresarial dedicado a la producción de leche y su transformación, en especial en la región de la Laguna (Coahuila y Durango) y el Bajío (Guanajuato, Querétaro, Michoacán y Jalisco) (SAGARPA, 2012).

Las cabras producen anualmente 42,859 toneladas de carne y 163.6 millones de litros de leche. Dentro de los Estados más productores de leche, sobresalen Coahuila con el 37.2 % del total nacional, Durango 21%, Guanajuato 16.8%, Nuevo León 9.9%, Jalisco 3.7% y Zacatecas 3.2 %. Anualmente se sacrifican 398,769 cabras en rastros municipales (CNOG, 2003).

### 3.1.3 Producción caprina en la Comarca Lagunera

En México, la producción de cabras se concentra en las regiones áridas donde prevalecen la pobreza, la escasez de agua y la sequía. Los sistemas de producción, pertenecientes a los productores con escasos recursos, son fuertemente dependientes del pastoreo en tierras comunales, tienen poca productividad y considerablemente contribuyen al sustento de los agricultores (Echavarría *et al.*, 2006). La demanda de productos lácteos provenientes de las cabras sigue una tendencia en aumento y es llevada a algunas regiones para la integración de la cadena producción-comercialización (Gómez, 2007). Este es el caso de la Comarca

Lagunera en el norte de México, donde se involucran aproximadamente 9 mil unidades productoras de leche pertenecientes a pequeños productores (Escareño, et al. 2011). En esta región se ha promovido la explotación de ganado caprino tanto para producción de carne como de leche, resaltando que la leche de cabra es un producto nutritivo y económico dirigido principalmente a personas convalecientes y/o alérgicas a otras leches (García, et al. 2013).

Es una de las zonas del país donde la producción caprina es importante, con una población de 413,000 animales aproximadamente, que aunque representan el 5% del hato nacional, producen el 40% de la leche de cabra de todo el país, con 6, 000,000 de litros anuales (Salinas, et al. 2016).

En esta región, el 90% de los caprinos se explotan en condiciones extensivas consumiendo la flora natural de la región, la cual consiste en zacate buffel (*Cenchrusciliaris*), zacate chino (*Cynodondactylon*), zacate navajita (*BoutelouaGracilis*), zacate Johnson (*Sorghumhalepense*), arbustivas como el mesquite (*Acacia farmesiana*) y el huizache (*Prosopis glandulosa*) y otras herbáceas de la región. En determinadas épocas del año se aprovechan esquilmos o rastrojos de cultivos tales como el sorgo (*Sorghumvulgaris*) y el maíz (*Zea mayz*)entre otros. Los animales explotados son el resultado de cruces de animales criollos con razas puras tales como: Alpino Francés, Saanen, Toggenburg, Nubia y Granadina (Cantú, 2004; Cruz-Castrejón et al., 2007). La raza caprina predominante es la Criolla que sufre por los factores limitantes inherentes al sistema y condiciones en que se maneja (Hernandez, 2000).

Motivados por las oportunidades dentro del mercado, los pequeños productores han iniciado diferentes niveles de intensificación de la producción. Sin embargo, aún

siguen frente a una productividad baja debido a las deficiencias en todas las áreas de producción animal (Gómez, 2007; Vargas et al., 2007).

La leche producida por los pequeños productores de la Comarca Lagunera es procesada por una industria organizada que hace cajeta, dulces y queso, los cuales son vendidos de forma masiva por todo el país (Gómez, 2007).

### 3.2 Ventajas de la producción caprina

- Alta tasa de desarrollo.
- Alta fertilidad.
- Alta eficiencia en utilización de forrajes toscos.
- Alta eficiencia en la producción de leche.
- Alta demanda de carne.
- Alta demanda de piel y pelo.
- Alta demanda de abono.
- Excelente controlador de malezas.
- Alta demanda de platillos de origen caprino.

(Arechiga et al., 2008)

#### 3.2.1 Sistemas de producción

En los pequeños rumiantes de acuerdo al uso del suelo se reconocen los sistemas de producción intensivos, semi-intensivos y extensivos. (Aréchiga, et al, 2008).

#### a) Intensivos

Este sistema requiere de instalaciones para una producción estabulada, y de la provisión de concentrados alimenticios de gran valor proteico y energético. Presenta la desventaja de requerir mayores costos pero facilita el manejo de los animales y se obtienen mejores índices productivos en producción de carne y leche.

#### b) Semi-intensivos

Este sistema representa una combinación de los dos anteriores. Los animales pastorean y ramonean y en la tarde-noche los animales se estabulan y se les proporciona un suplemento alimenticio. Requiere la inversión en instalaciones y alimentos concentrados. Generalmente, presenta mejores rendimientos productivos que en el sistema extensivo (CEA, 2001, MEA, 1990).

#### c) Sistemas Extensivos

Este sistema de producción requiere de grandes extensiones de terreno ya que las cabras se alimentan pastoreando a voluntad en forma semi-nómada o sedentaria. Presenta la ventaja de abaratar costos en alimentación e instalaciones pero generalmente sus rendimientos productivos son menores.

### 3.3 Productos caprinos

La venta de leche y, en segundo lugar, el cabrito, representan los principales productos del sistema de producción en cuanto al ingreso que ellos generan, en coincidencia con Olhagaray y Espinoza (2007) en sistemas de producción similares en Durango. Comúnmente los animales adultos no son vendidos; sin embargo, en el caso de que esto suceda, los animales son vendidos a intermediarios en base al peso vivo. Debido a la integración con la cadena de comercialización, la mayoría de los productores (el 98 %) concuerdan que la comercialización de la leche no enfrenta dificultades, aunque las principales compañías que se dedican a la compra de leche podrían estar pagando precios bajos o injustos, especialmente durante los periodos en que existe una sobreproducción. Así mismo, existen intermediarios conocidos como 'ruterros', quienes recolectan la leche de los productores, como también se mencionó por Olhagaray y Espinoza (2007). La leche producida por los pequeños productores de la Comarca Lagunera es procesada por una industria organizada que hace cajeta, dulces y queso, los cuales son vendidos de forma masiva por todo el país (Gómez, 2007).

Los pequeños rumiantes (ovinos y caprinos) han jugado un papel de gran importancia en el abastecimiento de carne a nivel mundial (Navarrete, 2010), ocasionando que amplios núcleos poblacionales en países en desarrollo dependan de estas especies en la obtención de productos cárnicos para su alimentación (Ducoing y Gutiérrez, 2011). Más del 90% de la carne caprina producida en el mundo proviene de países en vías de desarrollo como los asiáticos que contribuyen en un 51% del total de carne caprina producida a nivel mundial. México ocupa el décimo tercer lugar en cuanto al número de cabezas sacrificadas, con un total de 2.56 millones de animales en el año 2003, las cuales representan el 0.75% del total

mundial; en cuanto a la producción de carne en canal, México ocupó el décimo primer lugar a nivel mundial, produciendo en 2003 un total de 42,000 toneladas métricas contribuyendo con el 1.02% del total mundial.

### 3.3.1 La leche de cabra

La leche de cabra ha sido un componente esencial de la "dieta mediterránea" en sus orígenes, especialmente mediante su transformación en queso, como señalan los autores clásicos Catón, Virgilio, Columela, Plinio, Ateneo, mostrando no sólo las formas de hacer el queso, sino los tipos que existían ("oxigala", "moretum") o incluso algunas especialidades culinarias como un pastel ("sabilium") a base de queso, miel, harina y huevos, espolvoreado con semillas de amapolas y cocido al horno (Otogalli y Testolin, 1991; Capdevila y Martí-Henneber, 1996). También en esa época se conocía la leche fermentada, mostrándose en el Deuteronomio como "uno de los alimentos dado por Jehová a su pueblo". Desde aquellas épocas clásicas a la actualidad, la cabra ha tenido un papel primordial en la producción de alimentos de calidad para el hombre, especialmente en las regiones desfavorecidas del mundo, donde todavía dichos alimentos constituyen la principal fuente de proteína para la población (Bidot, 2006 b).

La demanda de leche de cabra se ha incrementado debido fundamentalmente a la respuesta de consumo por el crecimiento poblacional y por especial interés en los países desarrollados hacia los productos de la leche de cabra, especialmente quesos y yogurt, ya que estos pueden ser consumidos por grupos de personas que presentan intolerancia a los lácteos de origen bovino. Por su composición, la leche

de cabra se encuentra asociada con ciertos beneficios nutrimentales en niños, así como en el desarrollo de alimentos funcionales y productos derivados con características sensoriales demandadas por consumidores. Este alimento y sus derivados, son también una opción para dinamizar las economías regionales (Arbiza, 1996; Haenlein, 2004; Vega y León *et al.*, 2010).

#### Composición nutricional de la leche de cabra

Desde el punto de vista tecnológico, la composición de la leche determina su calidad nutritiva, sus propiedades y su valor como materia prima para fabricar productos alimenticios. La leche de cabra posee los mejores valores nutricionales y terapéuticos; sólo la supera la leche materna humana con alta calidad nutricional y de sabor agradable; las propiedades terapéuticas de la leche de cabra se reconocen desde los inicios de la civilización, al mostrar poder contra los malestares gastrointestinales (Flores Córdova *et al.*, 2009).

Según Vargas *et al.*, 2007 la leche es un líquido blanco, opaco, dos veces más denso que el agua, de sabor ligeramente azucarado y de olor poco acentuado. Constituye un sistema químico y físico-químico muy complejo y, de modo esquemático, se puede considerar como una emulsión de materia grasa en una solución acuosa que contiene numerosos elementos, unos en disolución y otros en estado coloidal.

La leche es el producto que segrega la ubre de las hembras, cuyo color es blanco cremoso, líquida, de olor y sabor característicos. Es rica en nutrientes y muy fácil de contaminarse si no se obtiene de forma adecuada. Por regla general puede decirse que la leche de cabra es un líquido de color blanco mate y ligeramente viscoso, cuya



composición y características físico-químicas varían sensiblemente. Entre los factores que contribuyen a estas variaciones se tiene: la raza, alimentación, estación del año, condiciones ambientales, localidad, estado de lactación y salud de la ubre (Chilliard *et al.*, 2003; Park, 2007a; Park *et al.*, 2007).

La leche de cabra es cercana a ser un alimento casi perfecto con una estructura sorprendentemente similar a la leche materna. Estas diferencias en muchísimos casos repercuten en una gran cantidad de ventajas nutricionales de esta leche por sobre muchas de las fuentes tradicionales (Chacón, 2005).

La leche de cabra es más blanca que la de vaca, a causa de no contener carotenos, que amarillean a esta última. Los carotenos son cada uno de los hidrocarburos no saturados, de origen vegetal y color rojo, anaranjado o amarillo que se encuentran en el tomate, la zanahoria, la yema de huevo, etc., y en los animales se transforman en la vitamina A. La leche de cabra posee un olor fuerte, como consecuencia de la absorción de compuestos aromáticos durante su manejo, generalmente inadecuado, con la presencia de machos en los lugares de ordeño, mala higiene de los establos al que queda expuesta la leche, tardanza en el filtrado y enfriamiento tras el ordeño; sabor y olor que, por otro lado, se pueden eliminar en gran parte por un sencillo tratamiento de desodorización al vacío (Borras, 1968).

La leche de cabra es una mezcla en equilibrio de proteínas, grasas, carbohidratos, sales y otros componentes. La composición de la leche determina su calidad nutritiva y su valor como materia prima para fabricar productos alimenticios. Tiene una composición cualitativa constante, pero cuantitativamente varía en función de diferentes factores tales como raza del animal, el momento de la lactancia, número de partos, la época del año, el clima de la región. Otros autores describen a la leche

como un líquido blanco y opaco de composición compleja, sabor ligeramente dulce y un pH casi neutro. Es una suspensión de materias proteicas en un suero constituido por una solución que contiene principalmente lactosa y sales minerales (Alais, 1988; Ortega *et al.*, 2011).

Actualmente, se está dando mucha importancia a la composición de la leche y muy especialmente al porcentaje de proteína, pues con una leche rica en sólidos totales se obtiene un rendimiento más alto en la fabricación de subproductos lácteos tales como los quesos y el yogurt. Para la industria láctea caprina es necesario conocer la calidad de la leche enviada por sus proveedores durante todo el año, y medir sistemáticamente parámetros físicos y químicos que sirvan para aceptar o rechazar la materia prima y pagar a los productores (Cruz *et al.*, 2012).

La leche está compuesta entre 77 al 80 % de agua, o sea que debe contener de 20 al 23 % de sólidos totales. Estos sólidos totales están compuestos normalmente entre 3 y 3,5 % de grasa, 3 a 3,5 % de proteína y 4 a 6 % de carbohidratos como la lactosa y minerales tan importantes como el calcio (Salvador *et al.*, 2006).

La información nutricional de la leche de cabra es como sigue: Park et al (2007) En 100 gramos de leche de cabra aportan:

**CUADRO 1.** Composición de la leche de cabra

<b>Composición (%)</b>	<b>Cabra</b>
<b>Grasa</b>	3,8
<b>Sólidos no grasos</b>	8,9
<b>Lactosa</b>	4,1

<b>Proteína (N x 6.38)</b>	3,4
<b>Albúmina, globulina (%)</b>	0,6
<b>N no proteico (%)</b>	0,4
<b>Cenizas (%)</b>	0,8
<b>Calorías (%)</b>	70

(\*) Tomado de Park *et al.* (2007)

La proteína de la leche de cabra suele presentar una relación entre aminoácidos esenciales y totales de 0,46 y una relación de esenciales contra no esenciales de 0,87 (Singh y Singh, 1985). El tamaño de las micelas de caseína es más pequeño en la leche de cabra (50 nm) en comparación con la leche de vaca (75 nm) (Alais, 1988). Estas caseínas de la leche de cabra se caracterizan por contener más glicina, así como menos arginina y aminoácidos sulfurados, especialmente la metionina (Capra, 2004). El perfil de proteínas de la leche de cabra se asemeja más al humano del que lo hace la leche de vaca; de la misma manera la  $\beta$ -lactoglobulina caprina ha demostrado ser de más fácil digestión que la vacuna. Aproximadamente el 40 % de todos los pacientes sensibles a las proteínas de la leche de vaca toleran las proteínas de la leche de cabra, posiblemente debido a que la lactoalbúmina es inmuno-específica entre ambas especies (Chacón, 2005).

El contenido mineral en la leche de cabra es mayor que en la leche humana; la leche de cabra contiene cerca de 134 mg de Ca y 121 mg de P por cada 100 g de leche, y puede llegar a presentar hasta 13 % más de calcio que la leche bovina pero no es una buena fuente de otros minerales como hierro, cobalto y magnesio. En la tabla 4 pueden observarse los valores reportados para las cantidades de minerales presentes en la leche de cabra y de vaca (Park, 2006).

Otro componente de la leche es la grasa que constituye desde el 3 hasta el 6 % de la leche. La calidad de la grasa láctea caprina es un factor importante porque define la capacidad de la leche para ser procesada; y tiene un rol relevante en las cualidades nutricionales y sensoriales de los productos que de esta se obtengan (Chávez *et al.*, 2007).

Al igual que otras especies de rumiantes, la composición de grasa en la leche de cabra se ve afectada por diversos factores como: raza, características individuales, estado de lactación, manejo, clima y composición de los alimentos. El componente lipídico es reconocido como el más importante de la leche en términos de costo, de nutrición y de características físicas y sensoriales del producto. Dentro del componente lipídico, los triglicéridos representan cerca del 98 %, pero en la leche de cabra también se encuentran algunos lípidos simples como los diacilgliceroles y los esteres de colesterol, así como fosfolípidos y compuestos liposolubles como los esteroides y el colesterol (Park, 2007b).

Richardson (2004) plantea que la grasa de la leche de cabra es una fuente concentrada de energía, lo que se evidencia al observar que una unidad de esta grasa tiene 2,5 veces más energía que los carbohidratos comunes. Los triglicéridos representan casi el 95 % de los lípidos totales, mientras que los fosfolípidos rondan los 30-40 mg/100 ml y el colesterol 10 mg/100 ml.

La composición grasa de la leche de cabra es la principal responsable de sus propiedades contra el colesterol alto, pues impide que se absorba el exceso de ácidos grasos saturados del organismo, de esta forma se reduce la concentración de colesterol LDL y triglicéridos y aumenta la concentración de colesterol HDL o bueno (CAPRAISPANA, 2011). Una característica de la leche de cabra es el

pequeño tamaño de los glóbulos grasos comparados con el de los glóbulos en la leche de vaca (2  $\mu\text{m}$  en la leche de cabra contra un promedio de 3-5  $\mu\text{m}$  en la de vaca), lo cual se ha asociado con una mejor digestibilidad (Alais, 1988; University of Maryland, 1992). Los contenidos de ácidos grasos esenciales y de cadenas cortas hacen de la leche de cabra un alimento saludable desde un punto de vista cardiaco (Capra, 2004) así como tienen gran importancia en la nutrición de infantes que presenten eczemas atópicos atribuidos a leches maternas con un perfil anormal de ácidos grasos, especialmente el linolénico (Haenlein, 2002).

En términos generales se estima que la leche de cabra es capaz de proporcionar por día toda la proteína que un niño necesita hasta los 8 años de edad y el 6 % hasta los 14 años; además por si sola suple 35 g de proteína por litro, lo cual es el 54 % de los 65 g/día requeridos por la mujer en lactancia o embarazada (Capra, 2004; Candotti, 2007). Más allá de sus posibilidades económicas y de su uso para llenar las necesidades nutricionales diarias, la leche de cabra posee cualidades que la hacen apropiada para niños, adultos y madres que amamantan, entre las que se puede citar sus propiedades nutracéuticas y antialérgicas. En niños que presentan malnutrición por mala alimentación o lactancia deficiente, la leche de cabra ha demostrado ser un sustituto superior a la leche de vaca (*Bos taurus*) (Gilbere y Hom, 2002; Capra 2004). No

### 3.3.2 Carne caprina

Actualmente hay casi 10 millones de cabras en México, las cuales producen al año cerca de 40 mil toneladas de carne y 155 millones de litros de leche, distribuidas en

cuatro regiones del país: Árida y Semiárida, donde se produce 39.7% de la carne y 77% de la leche; Centro-Bajío, con 21.4% y 21.3%; región Mixteca, con 26.4% y 0.84% Y la zona Tropical con 12.4% y 0.88% respectivamente (Oliveros, 2010). A partir del año 2000 en México se inicia una nueva forma de producir caprinos (leche y carne), a través de los sistemas de producción agrosilvopastoriles (Hernández, 2006).

**Cuadro 2.** Aporte nutricional de carnes en canal de diferentes especies.

<b>Componente/100g</b>	<b>Cabra</b>	<b>Borrego (lomo)</b>	<b>Res (lomo)</b>	<b>Cerdo (lomo)</b>	<b>Pollo (pechuga)</b>
<b>Energía (cal)</b>	180	205	215	212	190
<b>Proteína (g)</b>	23.00	28.24	29.58	29.26	28.93
<b>Grasa (g)</b>	9.01	9.53	9.92	9.67	7.40
<b>Grasa saturada (g)</b>	3.79	3.39	3.78	3.32	2.65
<b>Grasa poliinsaturada (g)</b>	0.17	0.64	0.35	0.74	1.76
<b>Grasa monoinsaturada (g)</b>	1.03	4.17	4.17	4.34	2.21
<b>Colesterol (mg)</b>	57	92	85	85	87
<b>Sodio (mg)</b>	82.0	74.1	67.1	60.0	66.0

North American Meat Processors Association, 2007

### 3.4 *Moringa oleífera* Lam

*M. oleífera* es la especie más conocida del género *Moringa*. Es un árbol originario del sur del Himalaya, el nordeste de la India, Bangladesh, Afganistán y Pakistán (Pérez et al., 2010). Se encuentra diseminado en una gran parte del planeta, y en América Central fue introducida en 1920 como planta ornamental y para cercas vivas (Foidl, 1999).

En algunos lugares se conoce con el nombre de “palo de tambor” debido a la forma de sus vainas, los cuáles son unos de los principales productos alimenticios en la India y África. También es conocido como el árbol del rábano picante, debido al sabor de sus raíces, que los británicos utilizaban en la India como sustituto del rábano silvestre. En algunos sitios del este de África se le conoce como "el mejor amigo de mamá" ya que se han llevado a cabo varios experimentos con esta planta obteniendo grandes éxitos. En el sur de Nigeria se le llama “dagba manoye” que literalmente significa “creciendo sin sentido”. En el valle del Nilo recibe el nombre de shagara al rauwaq, es decir, “el árbol que purifica” por su uso en el tratamiento de aguas.

Es un árbol típico multiuso de gran importancia económica debido a que hay varias aplicaciones industriales y medicinales y diversos productos que pueden ser utilizados como alimentos y piensos que se pueden derivar de sus hojas y frutos (Ramachandran et al., 1980).

García Roa (2003) la conoce con el nombre común marango, pertenece a la familia Moringaceae y su nombre científico es *Moringa oleifera* Lam.; mientras que Reyes (2006) identifica a *M. oleifera* Lam. con los siguientes sinónimos (syns. *M. pterygosperma* Gaert., *M. moringa* (L.) Millsp., *M. nux-ben* Perr., *Hyperanthera moringa* Willd., y *Guilandina moringa* Lam.).

Este árbol tiene un gran potencial para su cultivo en México así como en muchas partes de América tropical por su combinación singular de propiedades. Las hojas son comestibles y ricas en proteínas, con un perfil de aminoácidos esenciales muy balanceado. Al mismo tiempo, contiene vitaminas, principalmente A y C, en altas cantidades, así como antioxidantes potentes. Los frutos jóvenes son comestibles y

las semillas producen un aceite comestible y lubricante de altísima calidad. Los desechos del prensado de las semillas para obtener el aceite contienen uno de los floculantes o aglutinantes vegetales más potentes que se conocen y pueden eliminar la turbidez del agua. Sus hojas ofrecen un forraje nutritivo para los animales, así como también los residuos de las semillas después de la extracción de aceite y aun las ramas molidas (Martínez, 1959; Reyes et al., 2006). Estos son sólo algunos de los usos de este árbol, que además crece con suma rapidez, tolera el calor y es resistente a las sequías.

#### 3.4.1 Clasificación Taxonómica de la *Moringa oleífera*

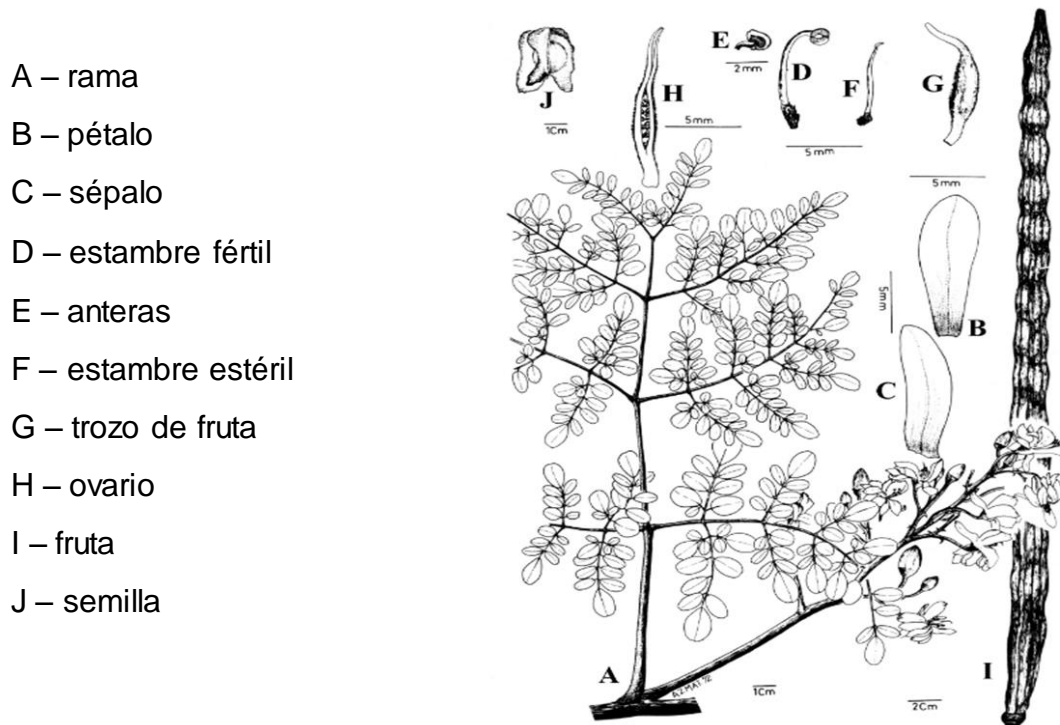
La moringa pertenece a la familia Moringaceae, un grupo pequeño de plantas dentro del inmenso orden Brassicales, que incluye la familia de la col y del rábano, junto con la familia del mastuerzo y de las alcaparras (APG, 2009). La familia más cercanamente emparentada con Moringaceae es Caricaceae, la de la papaya, con la cual comparte la característica de presentar glándulas en el ápice del peciolo (Fig. 1; Olson, 2002b). Moringaceae comprende únicamente un género, *Moringa*. Dentro de *Moringa* hay 13 especies (Verdcourt, 1985; Olson, 2002a), las cuales abarcan una gama muy diversa de hábitos o formas de crecimiento, desde hierbitas y arbustos hasta 12 árboles grandes (Olson y Raza mandimbison, 2000; Olson, 2001a y 2001b).

#### 3.4.2 Identificación de la *Moringa Oleífera*



La *Moringa Oleífera* es fácil de identificar por su combinación inconfundible de caracteres. Es un árbol grande con corteza gomosa, partes más jóvenes pubescentes. Hojas alternas, tripinnadamente imparipinnadas hacia arriba de hasta 60 cm de largo (incluido el pecíolo de 4 – 15 cm de largo), caducifolio; raquis pubescente, delgado, pulvinado y articulado en la base; pinnas 5 – 11, tallo de la pinna de 1 – 3 cm de largo, articulado en la base, pinnules 5 – 11, petiolule de pinnule de 4 – 8 mm de largo, raquis de la cápsula articulada con una pequeña glándula redondeada; folíolos 3 – 9 (-11), de 1 – 1.75 (-2.4) cm de largo, 0.5 – 1.8 cm de ancho, escasamente tomentosos arriba, glabros debajo, folíolos laterales elípticos, mientras que son obovados y ligeramente más grandes; petiolule de 1 -4 mm de largo. Inflourecencia de 8 – 30 cm de largo con brotes ovoides. Flores blancas de 2.5 cm de ancho, con pedicelo de 1.3 – 2.1 cm de largo, con aroma a miel. Tubo de cáliz peludo; lóbulos ligeramente desiguales, petaloides, imbricados, lineales a lanceolados de 1.3 -1.5 cm de largo, 5 – 6 mm de ancho, reflejados, con rayas amarillas prominentes, 1.2 – 1.8 cm de largo, 5 -6 mm de ancho, agudos, enteros. Estambres 5, alternado con 5 (-7) filamentos estériles o, a veces, con estambres no funcionales; filamentos vellosos en la base, amarillos, estambres de 1 cm de largo, filamentos sin anteras de 7 mm de largo. Ovario oblongo de 5 mm de largo; estilo cilíndrico, menos vellosos que el ovario. Fruto una vaina pendular de 9 nervaduras, de 30 – 45 cm de largo, algo tomentosa cuando es joven. Semillas incrustadas en los hoyos de las válvulas, 3 en ángulo, aladas, negruzcas, redondeadas.

**Figura 1.** Características del árbol de moringa



### 3.4.3 Características agronómicas

Se trata de un árbol perenne pero poco longevo, que a lo sumo puede vivir 20 años, aunque se han obtenido variedades en la India que son anuales. Es una especie de muy rápido crecimiento. Aporta una elevada cantidad de nutrientes al suelo, además de protegerlo de factores externos como la erosión, la desecación y las altas temperaturas (Jyothi et al., 1990; Morton, 1991).

### 3.4.4 Propiedades de *Moringa oleifera* y su sustento científico

Según Fuglie (1999), los muchos usos de la Moringa son: cultivo en franjas (producción de biomasa), forraje animal (hojas y semilla tratada - torta), biogás (de hojas), productos de limpieza doméstica (hojas trituradas), tinte azul (madera), esgrima (árboles vivos), fertilizantes (semilla-torta), nutriente foliar (jugo exprimido de las hojas), abono verde (de las hojas), goma (de troncos de árboles), la miel y el azúcar de caña miel jugo clarificador (semillas en polvo), (néctar de las flores), la medicina (todas las partes de la planta), plantas ornamentales, biopesticidas (incorporación al suelo de las hojas para evitar que las plántulas sufran ahogamiento), celulosa (madera), cuerda (corteza), tanino para curtido de pieles (corteza y goma) y purificación del agua (semillas en polvo).

*Proteínas.* Una de las características más atractivas de la moringa es el alto contenido de proteína en sus hojas. Los testimonios de Fuglie (2001) sobre un sinnúmero de casos en África occidental donde la adición de moringa a la dieta rescató a personas en desnutrición extrema se han tomado como evidencia del extraordinario valor del contenido proteínico de la planta. Los análisis del contenido proteínico de las hojas secas muestran que hasta el 30% de su peso está formado por proteína (la leche en polvo contiene 35%) y que la mayor parte de ésta parece ser directamente asimilable. Además, las hojas contienen todos los aminoácidos esenciales (las unidades de las proteínas que el cuerpo no puede sintetizar) en un perfil alto y bien balanceado (Freiberger et al., 1998). Por todo esto, es claro que la moringa es un alimento importante, un hallazgo que ha sido comprobado de manera repetida (p.ej. Richter et al., 2003). Muchas plantas muestran estructuras ricas en proteínas, por ejemplo los frijoles. Sin embargo, mientras la mayoría de ellas producen estas proteínas en sus frutos, la moringa se destaca por contener las

proteínas en sus hojas, las cuales están presentes en el árbol prácticamente todo el año.

Calcio y vitamina A. Varios estudios han indicado que la moringa es una fuente valiosa de vitamina A, pero ha permanecido la duda de si el contenido de esta vitamina se conserva aún después del secado y molido de la hoja. Para examinar esta interrogante, Nambiar y Seshadri (2001) alimentaron ratas con una dieta sin vitamina A por 4 semanas, un tratamiento tan extremo que 4 de las 40 ratas murieron.

Al término de las 4 semanas, los autores dividieron las ratas en 4 grupos. Un grupo recibió acetato de vitamina A, el segundo grupo hoja fresca de moringa, el tercer grupo hoja deshidratada y el cuarto grupo sirvió como comparación y siguió con la dieta carente de vitamina A. Después de 4 semanas, encontraron que, si bien los niveles sanguíneos de vitamina A fueron un poco más bajos en las ratas suplementadas con moringa en comparación con aquellas que recibieron acetato de vitamina A (25.8-28.2  $\mu\text{g/dL}$  vs. 34.7  $\mu\text{g/dL}$ ), la administración de moringa parece ser más que suficiente para contrarrestar los efectos de la falta de vitamina A y a una fracción del costo del acetato de vitamina A. Además, el grupo que adquirió más peso fue aquel que consumió moringa, posiblemente por el contenido de proteína en las hojas. En el estudio de Nambiar y Seshadri (2001) quedó claro que tanto las hojas frescas como las secas sirven como suplemento de vitamina A. Más notable aún es el hallazgo de Seshadri et al. (1997), quienes mostraron que las hojas de moringa deshidratadas conservaron su contenido de vitamina A después de 90 días de almacenamiento.

Además de la vitamina A, se suele decir que las hojas de la moringa contienen altos niveles de calcio.

Radek y Savage (2008) cuantificaron que el porcentaje de calcio en la moringa en forma de oxalato, y que no puede ser absorbido, es de casi el 38%. Esta cantidad podría parecer muy alta, pero también mostraron que la moringa tiene niveles sumamente altos de calcio (>20mg/g de hoja seca), por lo que aún con la tercera parte en una forma no asimilable, la moringa ofrece cantidades notables de calcio a la dieta. La leche en polvo contiene alrededor de 13 mg/g de calcio (USAID, 2006).

Colesterol y glucosa.

Algunos usos tradicionales sugieren que la moringa podría ser útil tanto para bajar los niveles de colesterol como los de la glucosa. Estudios recientes en animales parecen sustentar estos usos populares. Mehta et al. (2003) alimentaron conejos por 4 meses de una dieta alta en colesterol, provocando altos niveles en la sangre de los animales. Al cabo de 4 meses, incluyeron una dosis de 200 mg de frutos inmaduros de moringa (cocidos, secados y molidos) por kilo de peso de cada conejo. Este tratamiento resultó en una reducción del colesterol sanguíneo en comparación con los animales que no recibieron frutos de moringa, así como una reducción en lípidos totales y triglicéridos.

La regulación de los niveles de glucosa (Kar et al., 2003) en México, como en otras partes del mundo, es de gran interés por la incidencia alta de diabetes. Ndong et al. (2007) llevaron a cabo un estudio que incluyó tanto ratones normales como ratones Goto-Kakizaki, que presentan diabetes tipo II sin presentar obesidad. Administraron a los ratones glucosa, con y sin harina de hoja de moringa y encontraron que los niveles de glucosa en los ratones que habían comido moringa no fueron tan altos

como los de los ratones que no la comieron. Los autores sugirieron que la actividad reguladora de glucosa de la moringa podría darse como resultado de su alto contenido de sustancias polifenólicas como la quercetina y el kempferolo.

Antioxidantes en alimentos. El proceso de la oxidación no sólo causa la corrosión del hierro sino que procesos parecidos también afectan los alimentos. Los agentes de conservación se agregan a éstos precisamente para que las grasas poliinsaturadas, como son los aceites vegetales, oxiden (arrancien) más lentamente. Estudios recientes han explorado extractos de la moringa como una alternativa natural a los conservadores artificiales. Anwar et al. (2007) prepararon varios extractos de las hojas de moringa, agregaron los extractos a aceite de girasol y lo almacenaron por 2 meses. Pasado este tiempo, compararon los niveles de peróxidos, dienos y trienos conjugados y los valores de panisidina, todos cambios moleculares producidos al arranciarse los aceites. Increíblemente, en los aceites sin el extracto de moringa estos indicadores estaban presentes al doble en comparación con los aceites con moringa.

En el contexto de los factores antinutritivos, cabe regresar al tema del oxalato de calcio. El consumo de espinacas, acelgas, betabel y otras verduras con un contenido elevado de oxalatos podría, sobre todo en combinación con otros factores, como un bajo consumo de agua y el consumo de altos niveles de carne, contribuir a la formación de cálculos renales (Finkelstein y Goldfarb, 2006). Por lo tanto, es esencial contar con detalles sobre los niveles de oxalatos en la moringa, sobre todo de los oxalatos solubles, que son los que pueden contribuir a la formación de cálculos. Aunque los oxalatos están en cantidades abundantes en todos los tejidos de la moringa (Olson, 2001a; Olson y Carlquist, 2001), Radek y

Savage (2008) mostraron que las hojas de la planta contienen únicamente oxalatos no solubles, que se excretan en las heces, por lo que la moringa no parece ser una planta que contribuya a la formación de cálculos renales, aún si se consume en altas cantidades.

### 3.4.5. Composición química y nutricional de la *M. oleífera*

En Oriente, de *M. oleífera* se consume la hoja, vaina fresca (fruto) y semilla, y la raíz se usa como condimento (Omotesho et al., 2013). En el Cuadro 1 se enlista su contenido nutricional. En la planta se han identificado proteínas, fibra, carbohidratos, aminoácidos, vitaminas, carotenos, tocoferoles y minerales, y como se puede observar, el elemento más abundante es el potasio (Abbas, 2013; Abdull, Ibrahim, & Kntayya, 2014; Amaglo et al., 2010; Asiedu-Gyekye et al., 2014; Ayerza, 2012; Dhakar et al., 2011; Sanjay & Dwivedy, 2015; Yameogo, Bengaly, Savadogo, Nikiema, & Traore, 2011).

**Cuadro 3.** Composición química de *M. Oleífera* de seis años de edad

Indicador	Hojas y tallos	
	Jóvenes	Desarrollados
<b>Materia seca (%)</b>	66.86	34.90
<b>Proteína (%)</b>	21.59	26.74
<b>Extracto etéreo (%)</b>	3.73	3.80
<b>Ceniza (%)</b>	9.83	10.63
<b>Energía digestible (M cal/kg MS)</b>	2.99	2.93
<b>Energía metabolizable (M cal/kg MS)</b>	2.45	2.39
<b>Fuente: Adaptado de Garavito (2008)</b>		

Fuente: Adaptado de Garavito (2008)

La composición química varía en correspondencia con la fracción de la planta (Garavito, 2008); este autor encontró los mayores valores de proteína y energía metabolizable en las hojas y el más bajo valor de fibra cruda (tabla 2).

**Cuadro 4.** Composición química de M. Oleífera de 54 días, deshidratada y molida

Indicador	Hojas	Tallos	Hojas y tallos
<b>Materia seca (%)</b>	89.60	88.87	89.66
<b>Proteína (%)</b>	24.99	11.22	21.00
<b>Extracto etéreo (%)</b>	4.62	2.05	4.05
<b>Fibra cruda (%)</b>	23.60	41.90	33.52
<b>Ceniza (%)</b>	10.42	11.38	10.18
<b>Extracto no nitrogenado (%)</b>	36.37	33.45	31.25
<b>Energía digestible (M cal/kg MS)</b>	2.81	1.99	2.43
<b>Energía metabolizable (M cal/kg MS)</b>	2.30	1.63	1.99

Fuente: Adaptado de Garavito (2008)

Comparación de nutrientes con otros alimentos (por cada 100 gramos de parte comestible). En todos los casos la moringa presentó un mayor contenido de vitamina A, vitamina C, calcio y potasio, con relación a la zanahoria, la naranja, la leche de vaca y el plátano, respectivamente (tabla 3).

**Cuadro 5.** Comparación de nutrientes de la M. Oleífera con otros alimentos

Nutriente	Moringa	Otros alimentos
<b>Vitamina A (mg)</b>	1130	Zanahoria 315
<b>Vitamina C (mg)</b>	220	Naranja 30
<b>Calcio (mg)</b>	440	Leche de vaca 120

Fuente: Adaptado de Garavito (2008)



### 3.4.6 Usos de la Moringa Oleífera

#### Adsorción de metales pesados

Recientemente se descubrió que tanto las semillas como la corteza de moringa pueden ser utilizadas para la adsorción de metales pesados como el cadmio, el plomo y el níquel (Reddy et al., 2011). La efectividad del polvo de corteza de moringa para ser utilizado como biosorbente en varios ciclos de adsorción/desorción fue confirmada en un estudio cinético de la adsorción y una rigurosa caracterización físico-química, utilizando microscopía electrónica, espectroscopía infrarroja, difusión de rayos X y análisis elemental. También se demostró la efectividad del material para la remoción de plomo, aun en presencia de otros cationes metálicos, como  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$  (Reddy et al., 2011).

#### Purificación de agua potable

Una de las aplicaciones industriales más importantes es el uso de semillas de Moringa oleífera para fines de limpieza del agua (Kalogo et al., 2001; Broin et al., 2002). Las semillas contienen ciertos coagulantes naturales que pueden aclarar diferentes tipos de aguas con diversos grados de turbidez, haciendo posible su uso con fines domésticos. Como la eliminación de la turbidez va acompañada de la suspensión de las bacterias indicadoras de contaminación fecal, se estima que este tratamiento de las aguas domésticas es una tecnología de bajo costo y fácil manejo para potabilizarla y mejorar las condiciones sanitarias de las comunidades rurales de los países en desarrollo (CEMAT, 1988; Arenales, 1991).

## Tratamiento de aguas residuales

Existen experiencias sobre la aplicación de *Moringa oleífera* en el tratamiento de aguas residuales procedentes de diferentes fuentes. Su uso se ha reportado en el tratamiento de albañales (Bhuptawat et al., 2007) y de efluentes industriales (Ndabigengesere y Narasiah, 1998; Bhatia, Othman y Ahmad, 2007; Krishna Prasad, 2009; Morales, Méndez y Tamayo, 2009).

La evaluación a escala de laboratorio de un extracto acuoso de semillas de moringa en el tratamiento de aguas albañales resultó en una disminución de la demanda química de oxígeno (DQO) superior al 50 %. La combinación de dosis de 100 mg/L de extracto con 10 mg/L de alumbre aumentó la remoción de la DQO a 64 %. La sencillez del procedimiento y el bajo costo del extracto avalan el tratamiento para su aplicación a mayores escalas (Bhuptawat et al., 2007).

## Ablandamiento de aguas duras

La semilla de *Moringa oleífera* tiene la capacidad de eliminar iones de calcio, magnesio y otros cationes divalentes (Muyibi y Evison, 1995).

## Producción de biodiesel

Rashid, Farooq, Moser y Knothe (2008) evaluaron el aceite de *Moringa oleífera* como una posible fuente de biodiesel. El biodiesel se preparó a partir de aceite de *M. oleífera* por medio de álcali-catalizada de transesterificación con metanol ácido después de pre-tratamiento. En general, el aceite *M. oleífera* parece ser un sustituto aceptable para el diésel de petróleo, también en comparación con los combustibles de biodiesel derivado de aceites vegetales (Rashid et al., 2008).

## Abono Verde

Fugliee (2000) informa sobre el empleo de la moringa como abono verde, lo cual enriquece significativamente los suelos agrícolas. Russo (citado por Meléndez, 2000) señaló que la moringa podría utilizarse como soporte para las plantas de banano; también sus hojas al caer servirían como abono verde, debido a que pueden proveer cantidades importantes de nitrógeno.

## Usos Cosméticos

Como productos naturales, los aceites de las semillas de esta planta se han utilizado comúnmente como tópico cutáneo desde la antigüedad hasta el presente. Dos aceites que se han promocionado como emolientes excelentes y con alta estabilidad a la oxidación de aceite de moringa son de *Moringa pterygosperma* (Moringaceae) (LePoole, 1996) (también conocido como *Moringa oleífera* (USDA, 2002)) y aceite de marula, de *Sclerocarya birrea* (Anacardiaceae) (Mariod et al., 2006).

## Usos Alimenticios

A nivel alimenticio, *M. oleífera* tiene gran importancia, ya que tiene todos los aminoácidos, vitaminas y minerales valiosos y otras propiedades nutritivas. Además de poseer un amplio uso medicinal, exige poco cuidado agrícola, crece rápidamente (hasta alcanzar entre 3 y 5 metros en un año) y es resistente a la sequía. Esta última característica, unida al bajo costo de producción, la hace ideal para cultivarla en extensas zonas desérticas o semidesérticas del trópico africano, donde existen graves problemas de hambre, desnutrición y subalimentación (González, 2009).

En México, se empleó esta planta en adelantos tecnológicos en la industria pesquera. La M. oleífera representa una alternativa como ingrediente para sustituir parcialmente la harina de pescado en alimentos balanceados para tilapia, debido a su contenido de proteína y carbohidratos.

Las hojas frescas de moringa tienen grandes cualidades nutritivas: más vitamina A que las zanahorias, más vitamina C que las naranjas, más calcio que la leche, más potasio que el plátano, más hierro que la espinaca y más proteína que ningún otro vegetal.

#### Usos medicinales

En muchos países tropicales es difícil diferenciar entre usos alimenticios y medicinales de M. oleífera, ya que esta es utilizada tanto por sus cualidades nutricionales como por sus atributos médicos, los cuales son reconocidos desde hace milenios.

En la India, la medicina ayurvédica contemplaba el uso de esta planta para prevenir, mitigar o curar “más de 300 enfermedades”. Se dice que las hojas, frutos, raíces y semillas son útiles para combatir: anemia, ansiedad, asma, ataques de parálisis, bronquitis, catarro, cólera, congestión del pecho, conjuntivitis, deficiencia de esperma, déficit de leche en madres lactantes, diabetes, diarrea, disfunción eréctil, dolor en las articulaciones, dolores de cabeza, dolor de garganta, escorbuto, esguince, espinillas, falta de deseo sexual femenino, fiebre, gonorrea, hinchazón glandular, hipertensión arterial, histeria, impurezas en la sangre, infecciones cutáneas, llagas, malaria, otitis, parasitismo intestinal, picaduras venenosas,

problemas de la vejiga y la próstata, soriasis, trastornos respiratorios, tos, tuberculosis, tumores abdominales, úlceras, etc. (Fuglie, 2001). Sus usos terapéuticos son practicados en varios países como Bangladesh, Egipto, Filipinas, Guatemala, India, Malasia, Myanmar, Nicaragua, Puerto Rico, Senegal, Sri Lanka, Tailandia y Venezuela, entre otros.

#### Prevención de cáncer

La actividad antitumoral de remedios preparados a partir de las hojas, flores y raíces de *M. oleífera* es reconocida en la medicina popular (Murakami et al., 1998). Los efectos de los extractos de esta planta en la prevención del cáncer se deben a la presencia de fitoquímicos que modulan la actividad de las enzimas, lo que facilita la detoxificación y garantiza la actividad antitumoral.

#### 3.4 .7La Moringa en la alimentación animal

Durante los últimos 20 años se ha observado un enorme incremento (52%) en el censo de cabras a nivel mundial, en paralelo a un aumento de la población humana 33%, lo que demuestra un creciente interés por incrementar la producción de leche y carne de esta especie (Haenlein, 001). La cría y producción de cabras es una actividad principalmente de tipo familiar y la mayoría de las unidades productivas se conforman de pequeños rebaños manejados directamente por un pastor o una familia, quienes realizan todas las actividades de manejo. En términos generales

estas unidades son marginadas, escasas en infraestructura y sus niveles de productividad son bajos (Escareño et al., 2011).

En la Comarca Lagunera, la venta de leche y en segundo lugar el cabrito, representan los principales productos del sistema de producción en cuanto al ingreso que ellos generan (Villegas, 2016). En esta región, el 90% de los caprinos se explotan en condiciones extensivas consumiendo la flora natural de la región, la cual consiste en zacate buffel (*Cenchrusciliaris*), zacate chino (*Cynodondactylon*), zacate navajita (*BoutelouaGracilis*), zacate Johnson (*Sorghumhalepense*), arbustivas como el mesquite (*Acacia farmesiana*) y el huizache (*Prosopis glandulosa*) y otras herbáceas de la región. En determinadas épocas del año se aprovechan esquilmos o rastrojos de cultivos tales como el sorgo (*Sorghumvulgaris*) y el maíz (*Zea mayz*) entre otros. Los animales explotados son el resultado de cruzas de animales criollos con razas puras tales como: Alpino Francés, Saanen, Toggenburg, Nubia y Granadina (Cantú, 2004; Cruz-Castrejón et al., 2007).

Las cabras gestantes mayormente se encuentran desnutridas, lo que afecta en las últimas seis semanas de gestación deprimiendo el desarrollo de la ubre y la acumulación prenatal de calostro, así como la producción subsiguiente de leche (Mellado, 2012; Luna, 2015).

Se ha demostrado que la suplementación durante la última etapa de la gestación reduce la mortalidad infantil al mejorar el peso al nacer y mejorar el sistema inmunitario, (Luna, 2015), además de mejora la calidad láctea, así como aumenta la producción de la misma (Cohen-Zider,2015).

Garavito (2008) le concede gran importancia a *M. oleífera* en la alimentación animal, ya que por los contenidos de proteína y vitaminas puede ser un suplemento de importancia en la ganadería de leche y de ceba, así como en la dieta de aves, peces y cerdos, siempre que haya un balance nutricional.

Price (2000) informó que la producción de leche fue de 10 kg/vaca/día con el empleo del 40- 50% de moringa en la dieta (sin moringa fue de 7 kg/animal/día). El aumento diario de peso en el ganado de engorde fue de 1200 g/día (900 g/día sin la utilización de moringa).

Foidl et al. (1999) recomiendan la utilización de moringa como forraje fresco para el ganado, con intervalos de corte entre 35 y 45 días, en función de las condiciones de manejo del cultivo, que puede alcanzar una altura de 1,2-1,5 m. Cuando se inicia la alimentación con moringa es posible que se requiera de un período de adaptación y se ha llegado a ofrecer hasta 27 kg de material fresco/animal/día. Los contenidos de sustancias antinutricionales de la moringa, como los taninos y saponinas, son mínimos y no se han encontrado inhibidores de tripsina ni de lecitina .

Al suministrar a rumiantes, como parte de su dieta, se observó aumentó en la producción de leche y peso (Mahmood et al., 2010; Mendieta, Spörndly, Reyes, & Spörndly, 2011). En aves de corral mejoró el crecimiento, la digestión del alimento, la salud intestinal, la coloración de la piel (Donkor, KwameGlover, Addae, & Kubi, 2013; Melesse, Getye, Berihum, & Banerjee, 2013; Nkukwana et al., 2014a; Nkukwana et al., 2014b) y la producción de huevo (Kana et al., 2015). El uso de hojas de moringa en la dieta en conejos mostró ganancia de peso (Abbas, 2013; Caro, Bustamante, Dihigo, & Ly, 2013), y en cerdos en crecimiento se mejoró la

digestibilidad de 55.7 a 65.8 %, por ser fuente de proteína (García & Macias, 2014; Muthukumar, Naveena, Vaithiyanathan, Sen, & Sureshkumar, 2014; Ly, Samkol, Phiny, Bustamante, & Caro, 2016). En la cría de tilapia de río se recomienda sustituir la alimentación con soya por moringa hasta 7 % (Tiamiyu, Okomoda, & Aonde, 2016)

Los sistemas de producción, pertenecientes a los productores con escasos recursos, son fuertemente dependientes del pastoreo en tierras comunales, tienen poca productividad y considerablemente contribuyen al sustento de los agricultores (Echavarría et al., 2006).



## **HIPÓTESIS**

La suplementación antes e inmediatamente después del parto con *Moringa oleífera* mejorará tanto en la dinámica de crecimiento de las crías, como la producción y calidad de calostro en cabras manejadas bajo un sistema extensivo.

## **OBJETIVOS**

Objetivo general

Determinar el efecto que ejerce la suplementación en el periodo preparto y postparto sobre la dinámica de crecimiento de las crías, al día 7 y 14 posparto, la producción y la calidad de calostro en cabras.

Objetivos específicos

1. Evaluar el efecto de la suplementación con *Moringa Oleífera* en el peso de la cría.
2. Evaluar el efecto de la suplementación con *Moringa Oleífera* en la producción y calidad del calostro.

## IV. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1 Lugar de estudio

El presente estudio se llevó a cabo en una explotación extensiva de cabras, ubicado en el ejido Petronilas , perteneciente al municipio de Matamoros, Coahuila el cual se encuentra localizado entre los paralelos 25° 42' y 24° 48' de latitud norte: los meridianos 103° 31' y 102° 58' de longitud oeste. Colinda al norte con el estado de Durango y el municipio de Matamoros; al este con el municipio de matamoros y Viesca; al sur con el municipio de Viesca y el estado de Durango; al oeste con el estado de Durango. El clima y temperatura del área de estudio es árido muy seco (estepario-desértico), es cálido tanto en primavera como en verano, con invierno fresco. La temperatura media anual en un periodo de 41 años, varió entre 19.4° C y 20.6° C, con un valor promedio de las temperaturas máximas y mínimas de 19.1° C y 12.0° C, respectivamente (CONAGUA, 2011).

### 4.2. Animales experimentales y manejo

Se utilizaron 20 cabras multirraciales (mezcla de diversas razas lecheras) que se encontraban en el último tercio de la gestación, las cuales fueron divididas en 2 grupos (n=10 c/u) con un peso vivo promedio de 52.6±2.0 kg y una condición corporal de 2.3±0.3 unidades (en escala de 1-5).

Las cabras fueron pastoreadas ocho horas diarias (9:00 am a 6:00 pm) principalmente en los pastizales y matorrales, y ocasionalmente en residuos de

cultivos como maíz, sorgo y algodón, y además estas cabras fueron llevadas a diferentes sitios de pastoreo cada día, caminando aproximadamente 5 km diarios (Mellado *et al.*, 2012), al regreso del pastoreo, las cabras fueron alojadas en corrales abiertos ventilados y sujetos a las variaciones naturales del fotoperiodo. Antes del inicio del periodo experimental las cabras fueron vitaminadas y desparasitadas, además de recibir agua y block de sales a libre acceso.

#### 4.3 Tratamientos de las hembras

Los tratamientos fueron: grupo experimental (GE) a este grupo se les complemento con 100 g (en base a MS) de hojas de *Moringa oleífera*, tres semanas preparto, y dos semanas posparto, la cual fue ofrecida individualmente (8:00 am) durante todo el periodo experimental, mientras que un segundo grupo, control (GC) no recibió ninguna complementación, además el sobrante de cada cabra fue pesado y se consideró como rechazo.

#### 4.3. Variables a evaluar.

##### 4.3.1. Peso del cabrito

Se registró el peso corporal de los cabritos al momento del parto (0 d) y a los 7 y 14 posparto, para lo cual fue utilizada una báscula digital colgante con capacidad de 150 kg con división mínima de 50 g (WH-C 100, China).

#### 4.3.2. Calidad de leche.

Para la determinación de la calidad del calostro al momento del parto se tomó una muestra aproximada de 15 ml de calostro y posteriormente fueron analizadas en un analizador de leche (LactiCheck LC-02 RR).

#### 4.3.3. Calidad del calostro

El calostro, primera secreción de la ubre tras el parto en las hembras de los mamíferos cumple diversas funciones, entre las que destacan el aporte de inmunoglobulinas (Ig) en las primeras horas después del nacimiento, el aporte de energía y favorecer la eliminación de los meconios (Brown, 1978, O'Brien y Sherman, 1993).

La alimentación con calostro al nacimiento de los cabritos es uno de los aspectos más importantes de la explotación caprina, ya que de esta dependerá en gran parte el obtener animales con buen desarrollo corporal y a precio económico ya sea para reemplazo o para el abasto. El programa de manejo alimenticio de los cabritos en áreas donde la escasez de alimentos es una de las principales causas de alta mortalidad, es tan determinante como en las condiciones de explotación intensiva donde la alimentación representa alrededor del 75% de los costos de producción. Las prácticas que se tomen respecto a la alimentación de los cabritos

repercutirá posteriormente en la productividad y estado del hato (Carrera, 1984).

La toma de calostro es indispensable en la salud y el desarrollo posterior de los rumiantes neo-natos. En estas especies, la placenta sindesmocorial determina la separación de la sangre materna y fetal e imposibilita la transferencia de factores inmunitarios *in útero*. Por ello, la adquisición de inmunidad pasiva, principalmente inmunoglobulina G, a través de la ingesta de calostro determina la supervivencia temprana (primeras 48 horas de vida) de la descendencia (Morand-Fehr, 1989).

Durante la fase post-parto se recomienda que el cabrito sea separado inmediatamente de la madre, sobre todo de cara a la obtención de animales de recría en ganaderías de orientación lechera. Mediante esta práctica, que evita el establecimiento del vínculo materno-filial, se facilita la adaptación a los métodos de lactancia artificial (Argüello et al., 2003) y se evita la transmisión de enfermedades por vía galactógena o por contacto entre neonatos y adultos. Al mismo tiempo, mediante el empleo de la lactancia natural es difícil garantizar la ingesta de un volumen óptimo de calostro para llegar a adquirir el nivel de inmunoglobulinas adecuado (Besser y Gay, 1994), lo cual añade otra ventaja al encalostramiento manual.

#### 4.4. Análisis estadísticos.

El peso vivo de los cabritos y composición del calostro se analizaron por medio de un ANOVA y si se encontró diferencia de medias se compararon por una media de un t de Student. Todos los análisis estadísticos se efectuaron mediante el paquete

estadístico SYSTAT 10 (Evenston, ILL, USA, 2000). Los resultados expresados en medias ( $\pm$  EEM). Se consideraron una diferencia estadística a  $P < 0.05$ .

## V. RESULTADOS

Los componentes para la calidad del calostro se muestran en el Cuadro 1. El porcentaje de proteína fue de  $5.1 \pm 0.5$  vs  $4.4 \pm 0.3$  para el GE y GC, ( $P < 0.05$ ), respectivamente.

La densidad del calostro fue de  $46.1 \pm 6.0$  y  $38.5 \pm 3.0$  en el GE comparado con el GC ( $P < 0.05$ ). Los resultados para el peso vivo de los cabritos (Cuadro 2) al momento del parto, y a los 7 y 14 días posparto.

**Cuadro 6.** Medias  $\pm$  (EEM) para la calidad del calostro en cabras complementadas con *Moringa Oleífera* (GE) y sin complementar (GC) bajo condiciones de pastoreo en el norte de México (26°N).

Grupos	Variables			
	Grasa	Proteína	SNF	Densidad
<b>GC</b>	$7.6 \pm 0.5^a$	$4.4 \pm 0.2^b$	$11.7 \pm 0.7^a$	$38.5 \pm 2.6^b$
<b>GE</b>	$7.6 \pm 0.8^a$	$5.1 \pm 0.7^a$	$13.6 \pm 1.8^a$	$46.1 \pm 7.3^a$

<sup>ab</sup>Literales con superíndice diferente entre columnas muestran diferencia significativa a  $P < 0.05$

Los resultados para el peso vivo de los cabritos al momento del parto, y a los 7 y 14 días posparto se muestran el Cuadro 2. El peso de los cabritos no mostro diferencia al momento del parto y a los 7 días posparto. Sin embargo a los 14 días posparto fue mayor el peso de los cabritos del GC ( $P > 0.05$ )

**Cuadro 7.** Medias  $\pm$ EEM para el peso del cabrito al momento del parto (0 d) y 7 y 14 días posparto en cabras complementadas con Moringa *Oleífera* (GE) y sin complementar (GC) bajo condiciones de pastoreo en el norte de México (26°N).

**Peso del cabrito (kg)**

Días	0	7	14
<b>GC</b>	3.1 $\pm$ 0.2 <sup>a</sup>	3.9 $\pm$ 0.4 <sup>a</sup>	5.2 $\pm$ 0.4 <sup>b</sup>
<b>GE</b>	2.7 $\pm$ 0.3 <sup>a</sup>	3.6 $\pm$ 0.5 <sup>a</sup>	4.5 $\pm$ 0.5 <sup>a</sup>

<sup>ab</sup>Literales con superíndice diferente entre columnas muestran diferencia significativa a P<0.05



## VI. DISCUSION

Los resultados encontrados en nuestro estudio sobre la composición del calostro (Cuadro 1), el porcentaje de proteína fue mayor ( $5.1 \pm 0.5$ ) en el GE comparado ( $4.4 \pm 0.3$ ) con el GE ( $P < 0.05$ ) al igual que el porcentaje de densidad ( $46.1 \pm 6.0$ ) comparado ( $38.5 \pm 3.0$ ) con el GC ( $P < 0.05$ ). Lo anterior, en cuanto al porcentaje de proteína y densidad del calostro pudo deberse a que la moringa modificó la composición del calostro, ya que se ha observado que las cabras en lactación alimentadas con hojas de moringa tienen una mayor concentración de metabolitos en la leche (Kholif *et al.*, 2015).

Lo anterior es similar a lo encontrado en nuestros resultados en el grupo suplementado en cuanto al porcentaje de grasa en el calostro, el cual fue en promedio de  $7.6 \pm 0.6$  para ambos grupos ( $P > 0.05$ ), estos resultados son similares a los reportados por Zeng *et al.* (2016) quienes no observaron ningún efecto en cuanto al porcentaje de grasa en la leche cuando las vacas fueron alimentadas con ensilaje de moringa.

Respecto al peso de los cabritos (Cuadro 2) no se encontraron diferencias al momento del parto y a los 7 días posparto, sin embargo, a los 14 días posparto el peso de los cabritos (GC= $5.2 \pm 0.4$  vs GE= $4.5 \pm 0.5$ ) fue mayor en el GC comparado con GE. Es probable que lo anterior se deba a que la producción de leche (GC= $2.0 \pm 0.3$  L vs  $1.9 \pm 0.4$  L) fue mayor en el GC comparado con el GE. Lo cual puede estar relacionado con la baja degradabilidad de la proteína ruminal que provoca una menor fermentación en el rumen y por consiguiente una disminución en la eficiencia de la utilización de los nutrientes de la dieta (Sultana *et al.*, 2014; Kholif *et al.*, 2015).

Contrario a nuestros resultados, se ha demostrado que el promedio de ganancia diaria de peso en cabritos y corderos es más alta cuando las madres son alimentadas con una dieta con hojas de moringa (Babiker *et al.*, 2018), además lo anterior, depende del nivel de inclusión en la dieta que no debe exceder el 5% de la ingesta total en base MS, lo cual mejore la eficiencia de conversión alimenticia, rendimiento y crecimiento de varias especies de ganado (Folowo *et al.*, 2018).

## **VII. CONCLUSIONES**

En conclusión, la suplementación con hojas de *Moringa Oleifera* aumentó la proteína y densidad del calostro, lo cual puede ser una alternativa para mejorar la composición del calostro, lo que puede resultar benéfico para aumentar el estado de salud de los cabritos y garantizar la sobrevivencia de las mismas bajo las condiciones de pastoreo en el norte de México.

## VIII. LITERATURA CITADA

- ACPA (2005). Manual del caprinocultor. 2ed. La Habana: Asociación Cubana de Producción Animal.
- Alais, C. (1988). Ciencia de la leche. México: Continental.
- Aréchiga, C. F.; Aguilera, C. A.; Rincón, J. I.; Méndez De Lara, R. M.; Bañuelos S., Meza-Herrera, V. R. (2008). Situación actual y perspectivas de la producción caprina ante el reto de la globalización. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 9 (1), 1-14.
- Babiker, E. E., Juhaimi, F. A., Ghafoor, K., & Abdoun, K. A. (2018). Effect of drying methods on nutritional quality of young shoots and leaves of two Moringa species as non-conventional fodders. *Agroforestry systems*, 92(3), 717-729.
- Baraza, E., Ángeles, S., García, A., Valiente-Banuet, A. 2008. Nuevos recursos naturales como complemento de la dieta de caprinos durante la época seca en el Valle de Tehuacán, México.
- Besser, T and C. Gay. 1994. The Importance of colostrums to the health of the neonatal calf. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 10:107-117.
- Bhatia, S.; Othman, Z. & Ahmad, A.L. 2007. Pretreatment of palm oil mill effluent using *M. oleifera* seeds as natural coagulant. *J. Hazardous Mat.* 145:120.
- Blanchard, N. Papel de los caprinos en programas de seguridad alimentaria en Venezuela. Curso-Taller Iberoamericano «Sistemas de alimentación sostenible para ovinos y caprinos». Red Iberoamericana para el Mejoramiento Productivo de Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos, 2004.
- Brown, M.D. 1978. Relationships between immunoglobulins and the intestinal epithelium. *Gastroenterology*, 75:129-138.
- Candotti, JJ. (2007). Los beneficios de la leche caprina en la infancia.
- Cantú, JE; Acevedo, C; Ríos, S. 2004. Diagnóstico situacional de la caprinocultura en tres comunidades de Jimulco. Municipio de Torreón, Coahuila. Memorias. XIX Reunión Nacional sobre Caprinocultura. Acapulco, Gro. Octubre de 2004. p. 403-406.

- CAPRA (2004). La composición de la leche de cabra y su papel en la alimentación humana.
- CNOG. 2003. Confederación Nacional de Organizaciones Ganaderas.
- COFRÉ B. P. (2001). Producción de cabras lecheras. Chillán. Boletín INIA, 66, 132-134.
- CONAGUA 2011 <http://www.conagua.gob.mx//SGP-1-11-EAM2011.PDF>
- Cruz, U., Véliz, F.G., Rivas, R., Flores, J.A., Hernández, H., Duarte, G. 2007. Respuesta de la actividad sexual a la suplementación alimenticia de machos cabríos tratados con días largos, con un manejo extensivo a libre pastoreo. Tec. Pec. Méx. 45: 93-100.
- Cruz, A.; Mosquera, J. N. y Clavijo, M. (2012). Caracterización de sistemas de producción de leche caprina en el sur del Uruguay. Tesis en opción del título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de la República, Facultad de Agronomía, Montevideo, Uruguay.
- Chacón, A. 2005. Aspectos nutricionales de la leche de cabra (*Capra hircus*) y sus variaciones en el proceso agroindustrial. *Agronomía Mesoamericana* 16(2):239-252.
- Chilliard, Ferlay, A.; Rouel, J.; Iambreret, G. (2003). A Review of Nutritional and Physiological Factors Affecting Goat Milk Lipid Synthesis and Lipolysis. *Journal of Dairy Science*, 86, 1751-1770.
- Donkor, A. M., Kwame-Glover, R. L., Addae, D., & Kubi, K. A. (2013). Estimating the nutritional value of the leaves of *Moringa oleifera* on poultry. *Food and Nutrition Sciences*, 4(11), 1077-1083. doi: 10.4236/fns.2013.411140 [ Links ]
- Doria, S. (1997). *Caprinocultura, cría racional de caprinos*. San Pablo, Brasil: Livraria Nobel.
- Echavarría, F.; Gutiérrez, R.; Ledesma, R.; Banuelos, R.; Aguilera, J.; Serna, P. 2006. Influence of small ruminant grazing systems in a semiarid range in the State of Zacatecas Mexico: I Native vegetation. *Técnica Pecuaria en México* 44: 203-217.
- Escareño, L.M., Wurzinger, M., Pastor, F., Salinas, H., Sölkner, 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.
- FAO. 2006. *El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo.* Roma. Italia.
- Falowo, A. B., Mukumbo, F. E., Idamokoro, E. M., Lorenzo, J. M., Afolayan, A. J., & Muchenje, V. (2018). Multi-functional application of *Moringa oleifera* Lam. in nutrition and animal food products: a review. *Food research international*, 106, 317-334.
- Flores-Córdova, M. A. (2009). La leche de cabra y su importancia en la nutrición. *TECNOCIENCIA Chihuahua*, 3 (2), 107-113.
- Foidl, N. et al. 1999. Utilización del marango (*Moringa oleifera*) como forraje fresco para ganado. En: *Agroforestería para la alimentación animal en Latinoamérica.* (Eds. M.D. Sánchez y M. Rosales). Estudio FAO: Producción y Sanidad Animal No. 143, p. 341
- Freiberger, C. E., D. J. Vanderjagt, A. Pastuszyn, R. S. Glew, G. Mounkaila, M. Millson y R. H. Glew. 1998. Nutrient content of the edible leaves of seven wild plants from Niger. *Plant Foods for Human Nutrition* 53:57–69. [ Links ]
- Fugliee, L. 2000. Se estudian nuevos usos del marango en Nicaragua. *EDN 68* (Spanish) Septiembre. [En línea]. <http://www.echotech.org/network>. [Consultado en enero de 2010]
- Fuglie, L.J. 2001. Combating malnutrition with *Moringa*. In: *The miracle tree: the multiple attributes of Moringa.* (Ed. L.J. Fuglie). CTA Publication. Wageningen, The Netherlands. p. 117.
- García, HLA; Aguilar, A; Luévano, A; Cabral, A. 2005. La globalización productiva y comercial de la leche y sus derivados. *Articulación de la ganadería intensiva lechera de la Comarca Lagunera.* Editorial Plaza y Valdés. Colonia San Rafael, México. p. 11-13.
- García-Bonilla et al 2018. La producción de caprinos para carne en la montaña de Guerrero, México. *agric. soc. desarro vol.15 no.1 Texcoco.*
- Garavito, U. *Moringa oleifera*, alimento ecológico para ganado vacuno, porcino, equino, aves y peces, para alimentación humana, también para producción de etanol y biodiesel (2008)

- Gómez, W. 2007. Goat production as an articulating element in rural development in the Altiplano potosino. Ph.D. thesis, Autonomous University of San Luis Potosi, Mexico. 173 pp. (In Spanish).
- González, G. N. (2009). Datos generales sobre las propiedades nutricionales y medicinales de la planta Moringa oleífera. La Habana: Instituto Finlay.
- Haenlein G. 2001. Goat Management. Dirección electrónica: <http://ag.udel.edu/extension/information/goatmgt/gm-list.htm>. Consultado el 01/01/2013.
- Hernández, Z.J.S. 2000. Caracterización etnológica de las cabras criollas del sur de Puebla (México). Tesis de Doctorado. Universidad de Córdoba. Córdoba, España, 260 p.
- Jyothi, P.V. et al. Pollination ecology of Moringa oleifera (Moringaceae). Proceedings of the Indian Academy of Sciences (Plant Sciences). 100:33. 1990
- Kalogo, Y., M'Bassiguié-Séka, A. & Verstraete, W. (2001). Aumento de la estrategia en marcha de un reactor UASB tratando aguas residuales domésticas mediante la adición de un extracto acuoso de Moringa oleífera semillas. Applied Microbiology and Biotechnology, 55, 644-651.
- Kar, A.; Choudhary, B.K. & Bandyopadhyay, N.G. 2003. Comparative evaluation of hypoglycaemic activity of some Indian medicinal plants in alloxan diabetic rats. J. Ethnopharmacol. 84:105.
- Kholif, A. E., Gouda, G. A., Morsy, T. A., Salem, A. Z. M., Lopez, S., & Kholif, A. M. (2015). Moringa oleifera leaf meal as a protein source in lactating goat's diets: feed intake, digestibility, ruminal fermentation, milk yield and composition, and its fatty acids profile. Small Ruminant Research, 129, 129-137.
- Krishna Prasad, R. 2009. Color removal from distillery spent wash through coagulation using Moringa oleifera seeds: Use of optimum response surface methodology. J. Hazardous Mat. 165:804.
- Late Komal Mehta, R. Balaraman, A. H. Armin, P. A. Bafna, O. D. Gulati (2003). Effect of fruits of Moringa oleifera on the lipid profile of normal and hypercholesterolaemic rabbits.

- LePoole (1996) HAC LePoole. Behen aceite: aceite de un clásico de los cosméticos modernos. *Cosmetic and Toiletries Magazine*, 111, 77- 80.
- Luna-Orozco, J.R., Meza-Herrera, C.A., Contreras-Villareal, V., Hernández-Macías, N., Angel-García, O., Carrillo, E., Mellado, M., Veliz-Deras, F.G. (2015). Effects of supplementation during late gestation on goat performance and behavior under rangeland conditions. *Journal of Animal Science*. 93:1-8.
- M.S Omotosho 2013. Evaluation of the Proximate, Chemical and Phytochemical Composition of Moringa oleifera Leaf Meal as Potential Food/Feedstuff for Man and Non Ruminant Livestock.
- Mariod, A., Matthäus, B., Eichner, K. & Hussein, I. (2006). Efectos del tratamiento sobre la calidad y estabilidad de los tres aceites convencionales. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 108, 298-308.
- Mahmood K.T., MugalT., Haq I.U. 2010. Moringa oleifera: a natural gift - A review. *Journal of Pharmaceutical Science and Research*. 2: 775-781
- Martínez, M. 1959. Plantas útiles de la flora mexicana. Botas, México, D. F. 621 p.
- M. Broin, C. Santaella, S. Cuine, K. Kokou, G. Peltier, T. Joët. Flocculent activity of a recombinant protein from Moringa oleifera Lam. seeds (2002)
- Mellado, M., Veliz, F.G., García, J.E. (2012). Behaviour of crossbred does and their kids at parturition under extensive and intensive conditions. *Tropical Animal Health and Production*. 44, 389-394.
- Morales, F.D.; Méndez, R. & Tamayo, M. 2009. Tratamiento de aguas residuales de rastro mediante semillas de Moringa oleifera Lam como coagulante. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 10:523.
- Morton, J.F. The horseradish tree, Moringa pterigosperma (Moringaceae) A boon to arid lands? *Economic Botany*. 45 (3):318. 1991
- Murakami, A. et al . 1998. Niaziminin, a thiocarbamate from the leaves of Moringa oleifera, holds a strict structural requirement for inhibition of tumor-promoter-induced Epstein–Barr virus activation. *Planta Medica*. 64:319.

- Nahid Richter, PerumalSiddhuraju, KlausBecker (2003). Evaluation of nutritional quality of moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaves as an alternative protein source for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.)
- Navarrete QS. 2010. Evaluación y mejoramiento de los sistemas de producción en pequeños rumiantes (*Capra hircus* y *Ovis aries*) en tres municipios del estado de Michoacán. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Michoacana de SanNicolás de Hidalgo. Michoacán, México.
- Ndabigengesere, A. & Narasiah, K. (1998). Calidad del agua tratada por coagulación con semillas de *Moringa oleifera*. *Investigación del Agua*, 32 (3), 781-791.
- Olhagaray, C.; Espinoza, J. 2007. Goat milk production and marketing in the GGAVATT-INIFAP "Juan E. García", Lerdo Municipality, Durango, México. *Revista Mexicana Agronegocios* 11: 308-313. (In Spanish)
- Olson M.E. 2001. Stem and root anatomical correlations with life form diversity, ecology, and systematics in *Moringa* (*Moringaceae*).
- Orona Castillo, Ignacio; Fortis Hernández, Manuel; Gallegos Robles, Miguel Ángel; Salazar Sosa, Enrique; García Hernández, José Luis 2014. Proyección económica de unidades representativas de producción caprina en la comarca lagunera, México.
- PARK, Y. W. (2006). Goat Milk Chemistry and Nutrition. En Y. W. Park y F. W. Haenlein (Eds.), *Handbook of Milk of Non bovine Mammals* (pp. 34-58). Blackwell Publishing Professional, Oxford, UK/Ames, Iowa.
- PARK, Y. W.; JUÁREZ, M.; RAMOS, M. y HAENLEIN, G. (2007). Physico-Chemical Characteristics of Goat and Sheep Milk. *Small Ruminant Research*, 68, 88-113.
- PARK, Y. M. (2007a). Rheological Characteristic of Goat and Sheep Milk. *Small Ruminant Research*, 68, 73-87.
- PARK, Y. W. (2007b). Phisico-chemical Characteristics of Goat and Sheep Milk, *Small Ruminant Research*, 68, 88-113.
- Pérez, R. 2010. Avanza validación de moringa como alternativa forrajera para ovinos. Fundación Produce. Sinaloa, México.
- Price, M.L. 2000. The Moringa tree. Educational Concerns for Hunger Organization (ECHO). Technical Note. 1985 (revised 2000).



- Ramachandran, D.; Peter. K.V. & Gopalakrishnan, P.K. 1980. Drumstick (*Moringa oleifera*): a multipurpose Indian vegetable. *Economic Botany*. 34:276.
- Rashid, U., Farooq, A., Moser, B.R. y Knothe, G. (2008). *Moringa oleifera* aceite: Una posible fuente de biodiesel. *Bioresource Technology*, 99 (17), 8,175-8,179.
- Reyes, N. *Moringa oleifera* and *Cratylia argentea*: potential fodder species for ruminants in Nicaragua. Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science Department of Animal Nutrition and Management Uppsala. Doctoral thesis Swedish University of Agricultural Sciences Uppsala. (2006)
- Richardson, C. W. (2004). Let's Learn About Dairy Goats and Goat's Milk. Oklahoma Cooperative Extension Service Oklahoma State University. Dairy Goat Association Bulletin, (424), 1-4. Recuperado el 21 de marzo de 2013.
- Salinas, et al. 2016. Análisis descriptivo de unidades caprinas en el suroeste de la región lagunera, Coahuila, México. *Interciencia*, vol. 41, núm. 11, noviembre, 2016, pp. 763-768. Caracas, Venezuela.
- Salvador, A.; Martínez, G.; Alvarado, C. y Hahn, M. (2006). Composición de la leche de cabras mestizas Canarias en condiciones tropicales. *Zootecnia Tropical*, 24 (3), 12-16.
- SIAP 2015. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. <http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/datosAbiertos.php>
- SIAP-SAGARPA (2016) Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México. [www.siap.gob.mx](http://www.siap.gob.mx) (Cons. 06/2016).
- Sultana, N., Alimon, A. R., Huque, K. S., Sazili, A. Q., Yaakub, H., Hossain, J., & Baba, M. (2015). The feeding value of *Moringa oleifera* foliage as replacement to conventional concentrate diet in Bengal goats. *Adv. Anim. Vet. Sci*, 3(3), 164-173.
- USDA (2002). USDA Germoplasma Red de Información de 2002. Taxón: *Moringa oleifera* Lam., obtenido el 28 de febrero de 2013.
- USAID (U. S. Agency for International Development). 2006. Fact sheet: nonfat dry milk. Disponible en [http://www.usaid.gov/our\\_work/humanitarian\\_assistance/ffp/crg/downloads/fsnfdrymilk.pdf](http://www.usaid.gov/our_work/humanitarian_assistance/ffp/crg/downloads/fsnfdrymilk.pdf) [ Links ]

- Vacas, C. (2003). Evolución del sector caprino en la Región de Murcia (1986-2000) y su caracterización productiva al final del milenio.
- Vanisha S. Nambiar y Subadra Seshadri (2001). Bioavailability trials of  $\beta$ -carotene from fresh and dehydrated drumstick leaves (*Moringa oleifera*) in a rat model.
- Vargas, S.; Larbi, A.; Sánchez, M. 2007. Analysis of size and conformation of native creole goat breeds and crossbreds used in smallholder agrosilvopastoral systems in Puebla, México. *Tropical Animal Health and Production* 39: 279-286.