

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MEDICO VETERINARIAS



**“Producción de leche y niveles de glucosa en cabras suplementadas con
Moringa oleífera”**

Por:

MARÍA MONSERRATH ADAME TORRES

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Torreón, Coahuila, México, 2021

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

"Producción de leche y niveles de glucosa en cabras suplementadas con *Moringa oleifera*"

Por:

MARÍA MONSERRATH ADAME TORRES

TESIS

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

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por:



Dr. Oscar Angel García
Presidente



Dra. Ma. Guadalupe Calderón Leyva
Vocal



Dr. Ramiro González Avalos
Vocal



Dr. Juan Manuel Guillén Muñoz
Vocal Suplente



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

Torreón, Coahuila, México
Mayo 2021

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

"Producción de leche y niveles de glucosa en cabras suplementadas con *Moringa oleifera*"

Por:

MARÍA MONSERRATH ADAME TORRES

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por el Comité de Asesoría:



Dr. Oscar Angel García
Asesor Principal



Dr. Ramiro González Avalos
Coasesor



Dr. Juan Manuel Guillén Muñoz
Coasesor



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

Torreón, Coahuila, México
Mayo 2021

I. AGRADECIMIENTOS

A mi Alma Mater por dejarme ser parte de ella, darme formación como un profesionalista y darme la oportunidad de conocer personas maravillosas a lo largo de la carrera.

A mis padres, Alfonso y Evangelina, por su apoyo incondicional en todo momento, sus consejos y motivación para ser mejor persona.

A mis amigos, por su amistad incondicional durante estos años de carrera, que siempre me ayudaron y me apoyaron en todo.

A mi asesor Dr. Oscar Ángel García, por brindarme todo su apoyo, sus enseñanzas, y conocimientos que me brindo de manera desinteresada que me permitieron tener una formación más completa, por su amistad, por los consejos, por tenerme la atención durante la realización de mi tesis de titulación.

II. DEDICATORIA

A mi madre Evangelina Torres Rodríguez, por haberme dado tu amor, apoyo y motivación cada día de mi vida, por todos los sacrificios que hiciste para que no nos faltara nada, por apoyarme en mis sueños y metas que nunca en mi vida terminare de agradecer todo lo que me diste y para lograr ser alguien en la vida. Espero que puedas estar orgullosa de mí. Gracias Mamá.

A mi padre Alfonso Adame Campos, por siempre darme la mejor educación posible para verme como una profesionalista, por todo el sacrificio que hiciste trabajando siempre para tener lo que necesitábamos mi hermanos y yo y los consejos que día a día me brindabas para ser una mejor persona. Gracias por todo tu esfuerzo papá.

A mis hermanos, Pilar, Jaqueline y Alfonso por ser parte de mi familia, darme su apoyo, amor incondicional y siempre confiar en mí. Principalmente a mi sobrino Adem que me alentó a seguir adelante.

A mis amigos, Manuel, Guadalupe, Karen, Leticia que he conocido a los largo de mi vida, las aventuras que me han brindado y su larga y maravillosa amistad.

1.- RESUMEN

Se evaluó la complementación alimenticia con *M. Oleífera* y su efecto sobre la composición de la leche y los niveles de glucosa. Se utilizaron 13 cabras multirraciales (52.6 ± 2.0 kg de PV; 2.3 ± 0.3 de CC), divididas en 2 grupos. Un primer grupo, Control (n=5) no recibió ninguna suplementación alimenticia. Mientras que un segundo grupo, Tratado (n=8) fue suplementado con 100 g diarios de hojas de *M. Oleífera* (en base a MS) durante 21 de preparto. El porcentaje de proteína (5.1 ± 0.7 vs 4.4 ± 0.2) y densidad (46.1 ± 6.0 vs 38.5 ± 3.0) del calostro fue mayor ($P < 0.05$) en el GT niveles de glucosa. Estos resultados muestran que la suplementación con *M. Oleífera* puede mejorar la composición del calostro. En conclusión, la suplementación con *M. Oleífera* puede ser una alternativa para mejorar la composición del calostro, lo que puede ayudar a elevar la inmunidad pasiva y sobrevivencia de las crías de las cabras suplementadas bajo condiciones de pastoreo en el norte de México.

Palabras claves: Glucosa, leche, *Moringa oleífera*, Producción de leche, Cabras suplementadas.

Índice general	
I. AGRADECIMIENTOS	i
II. DEDICATORIA	ii
1.- RESUMEN	iii
2.- INTRODUCCIÓN	1
3.- HIPOTESIS Y OBJETIVO	2
3.1.- Hipótesis	2
3.2.- Objetivo	2
4.- REVISION DE LA LITERATURA	3
4.1.- Origen y distribución de la Moringa oleífera.	3
4.2.- Valor nutritivo de la moringa	5
4.3.- Usos de la moringa como alimento	8
4.5.- Uso de la moringa en pequeños rumiantes	12
4.6.- Efecto de la moringa sobre metabolitos sanguíneos	13
4.7.- Factores anti-nutricionales de la moringa	14
5.- MATERIALES Y METODOS	16
5.1.- Lugar de estudio	16
5.2.- Manejo y alimentación de los animales	16
5.3.- Peso y condición corporal	16
5.4.- Determinación de glucosa	17
5.5.- Determinación de la composición de leche	17
5.6.- Análisis estadísticos	17
6.- RESULTADOS	18
6.1.- Peso vivo y condición corporal	18
6.2.- Niveles de glucosa	18
6.3.- Calidad del calostro y leche	18
7.- DISCUSIÓN	20
8.- CONCLUSIONES	23
9.- LITERATURA CITADA	24

Índice cuadros y figuras

Figuras

	Pagina
1.- Árbol de moringa oleífera.	3
2.- Origen de M. oleífera	5

Cuadros

	Página
1.-Clasificación taxonómica de la planta <i>Moringa oleífera</i>	11
2.-Medias (\pm EEM) para la peso y condición corporal, producción en cabras complementadas durante 21d preparto bajo condiciones de pastoreo en el norte de México (26°N).	18
3.-Medias (\pm EEM) para niveles de glucosa en sangre en cabras complementadas y sin complementar durante 21 d preparto bajo condiciones de pastoreo en el norte de México (26°N).	18
4.-Medias (\pm EEM) para la composición del calostro y leche en cabras complementadas durante tres semanas (GMO) y cabras sin complementar (GC) bajo condiciones de pastoreo en el norte de México (26°N).	19

2.- INTRODUCCIÓN

En el norte de México en la Comarca Lagunera, las cabras son pastoreadas principalmente en los pastizales, y ocasionalmente en residuos de cultivos como maíz, sorgo y algodón, debido al sobrepastoreo severo y la baja frecuencia de lluvias estacionales en esta zona, los recursos forrajeros naturales fluctúan en cantidad y calidad durante todo el año (Mellado *et al.*, 2012). Por eso, los caprinocultores utilizan residuos de cultivos agrícolas y requieren de otras fuentes de alimentación como alternativas para la producción (Kewant *et al.*, 2017). Se conoce el contenido nutricional de diferentes plantas, desempeñan una función esencial en propiedades medicinales, nutricionales y terapéuticas (Mendieta-Araica *et al.*, 2011), como es el caso de la *M. oleífera* que ha demostrado tener nutrientes que pueden beneficiar a la humanidad, comparado con diferentes tipos de alimentos y vegetales (Abdull *et al.*, 2014; Salem *et al.*, 2015). Diversos estudios han demostrado la *M. oleífera* puede ser utilizado como complemento proteico en la alimentación del ganado (Foidl *et al.*, 2001; Kholif *et al.*, 2015). La *M. oleífera* puede ser una alternativa para utilizarse como complemento proteico en cabras bajo condiciones de pastoreo. El objetivo del presente estudio fue evaluar la calidad de leche y niveles de glucosa en cabras, suplementadas con *M. oleífera*.

3.- HIPOTESIS Y OBJETIVO

3.1.- Hipótesis

La complementación con *M. Oleífera* promoverá tanto una mayor calidad del calostro y leche, y modificará los niveles séricos de glucosa en cabras bajo condiciones de pastoreo.

3.2.- Objetivo

Evaluar el efecto de la complementación alimenticia de *M. oleífera* sobre la composición del calostro y la leche, y los niveles séricos de glucosa en cabras bajo condiciones de pastoreo.

4.- REVISION DE LA LITERATURA

4.1.- Origen y distribución de la *Moringa oleífera*.

La *Moringa oleífera* Lamarck (*Moringa*) es la especie cultivada del género *Moringa* de la familia *Moringaceae* (Cuadro 1), es un árbol nativo de la India que crece rápidamente y se extiende en gran medida en las regiones tropicales y subtropicales, además se conoce que las partes de los árboles de moringa son adecuadas para un gran número de aplicaciones y fines comerciales, que pueden proporcionar innumerables beneficios a las comunidades y el bienestar humano (Raman *et al.*, 2018).

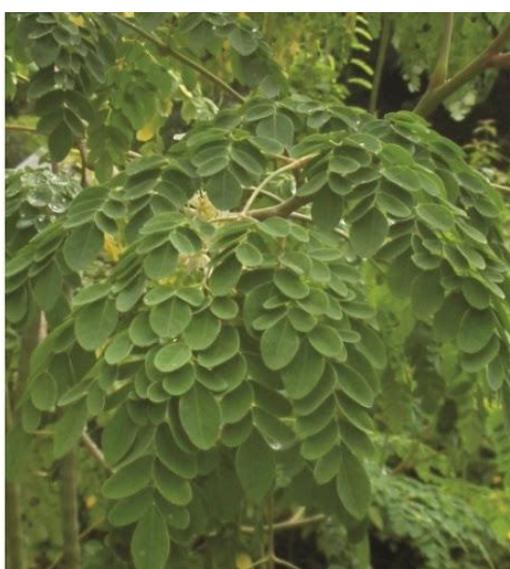


Figura 1.- Árbol de moringa oleífera.

Cuadro 1.- Clasificación taxonómica de la planta *Moringa oleifera*

Reyno	Plantae
Subreyno	Tracheobionta
Subdivisión	Espermatofita
División	Magnoliofita
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Dilleniidae
Orden	Capparales
Familia	Moringaceae

Genero Moringa

Especie Oleífera

Modificado de Rathnayake *et al.*, 2019.

La *M. oleifera* es la especie más conocida del género Moringa, este árbol es originario del sur del Himalaya, el nordeste de la India, Bangladesh, Afganistán y Pakistán, se conoce que se encuentra distribuido en una gran parte del mundo, y en América central fue introducida en los años 1920 como planta ornamental y para cercas vivas (Foidl *et al.*, 1999; Pérez *et al.*, 2010). Es un árbol de crecimiento rápido, de relativamente de poca exigencia hacia el suelo y se cultiva en toda la franja intertropical.

Uno de los principales usos de las hojas de moringa y de la torta como resultado del prensado de sus semillas es utilizada en la formulación de raciones para la alimentación animal. Sin embargo, prácticamente todas las partes del árbol tienen diversas aplicaciones, lo anterior se remonta a testimonios que de la antigüedad (Pérez *et al.*, 2010). Muchos resultados acerca de este árbol, han demostrado que es benéfico para la salud a través de la suplementación, ya sea con hojas, semillas o su extracto de la moringa (Al-Malki y El Rabey, 2015).

Otros autores han reportado a esta especie más conocida y cultivada de árbol de moringa es *M. oleifera*, y que es nativa de la región sur del Himalaya que en los últimos siglos, este árbol se extendió a lo largo del cinturón tropical (Figura 2), desde el sur de la India hasta el sureste y el oeste de Asia, la península arábiga, el África subsahariana y América central (Paliwal *et al.*, 2011; Pereira *et al.*, 2016). Además, que la *M. oleifera* es un árbol tropical con propiedades nutricionales, terapéuticas y profilácticas (Sánchez *et al.*, 2006; Moyo *et al.*, 2010). La *M. Oleífera* se originó en el subcontinente indio y más tarde se naturalizó en zonas tropicales y subtropicales de todo el mundo.

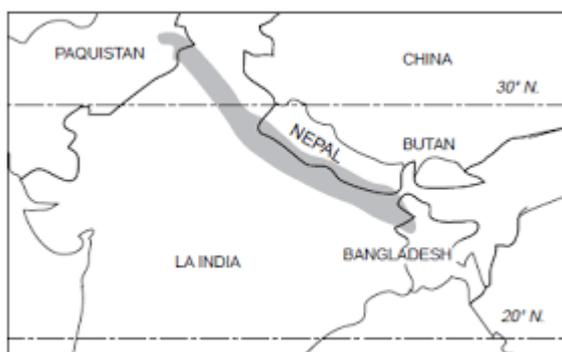


Figura 2.- Origen de *M. oleifera*

En cuanto a su potencial como fuente de forraje se conoce que producir una gran cantidad de masa foliar, lo cual, puede ser una fuente de forraje de alta calidad para la alimentación de rumiantes (Foidl *et al.*, 2001; Sánchez-Machado *et al.*, 2010).

En muchas partes del mundo, incluyendo África, el uso de *M. Oleifera* como fortificante de alimentos va en aumento, ya que sus hojas de Moringa ya sean frescas y secas se incluyen en la alimentación de países africanos como Ghana, Nigeria, Etiopía, África Oriental y Malawi (Agbogidi e Ilondu, 2012). Muchos son los estudios que han demostrado el uso potencial de diferentes partes de *M. Oleifera* en aplicaciones alimentarias como en la fabricación de sopas (Babayaju *et al.*, 2014), alimentos al destete (Arise *et al.*, 2014), amala, una masa dura hecha de ñame y harina de plátano (Karim *et al.*, 2015, 2013), galletas de hierbas (Alam *et al.*, 2014), pan (Chinma *et al.*, 2014), pastel (Kolawole *et al.*, 2013) y yoghurt (Hekmat *et al.*, 2015).

4.2.- Valor nutritivo de la moringa

El árbol *M. Oleifera* es una planta rica en varios nutrientes como proteínas, fibra y minerales (Moyo *et al.*, 2011) y se conoce que estos nutrientes juegan un papel importante en la nutrición humana. Lo anterior, se sustenta con varios estudios que han demostrado que las hojas de *M. Oleifera* son excepcionalmente altas en proteínas en comparación con otras hojas consumidas como alimento (Oyeyink, 2018). Existen diversas plantas con que desempeñan una función esencial en propiedades medicinales, nutricionales y terapéuticas (Mendieta-Araica *et al.*, 2011), sin embargo, ya sean sus hojas o vainas de la *M. oleifera*, en uno o más estudios ha demostrado tener nutrientes que pueden beneficiar a la humanidad, comparado con diferentes tipos de alimentos y vegetales (Abdull *et al.*, 2014; Salem *et al.*, 2015).

La *M. oleífera* crece principalmente en regiones subtropicales de diferentes países de todo el mundo, cabe mencionar que la mayoría de esos países tienen el problema de la desnutrición. Sin embargo, la mayoría de las personas no consumirán este valioso cultivo debido a la falta de conocimiento sobre las propiedades nutricionales y medicinales, y como sigue siendo un cultivo poco utilizado en la mayoría de estos países (Chakraborty *et al.*, 2019). Por lo tanto, se están llevando a cabo muchas investigaciones en todo el mundo (especialmente en los condados particulares en que esas plantas se cultivan más, como Nigeria, India y Sri Lanka).

Además, otras investigaciones en cuanto a sus propiedades nutricionales se han enfocado a estudiar el efecto de la *M. oleífera* sobre la producción y calidad de la leche en vacas, cabras y ovejas (Kholif *et al.*, 2018; Babiker *et al.*, 2018), lo cual puede ser benéfico para la seguridad alimentaria.

Las características nutricionales de la Moringa que se han realizado en análisis in vitro e in vivo, han demostrado que en base a MS su contenido de azúcares es de un 10% y la EM en las hojas es de 9.5 Mcal/kg de MS. Los análisis bromatológico (%) de hojas y tallos de *M. oleífera* en cuanto a la fibra detergente ácida (FDA), y fibra detergente neutro (FDN), proteína ligada al contenido de fibra detergente ácida en relación con la proteína cruda total; proteína ligada al contenido de pared celular en relación con la proteína cruda total. Se ha demostrado la que tiene entre el 45% a 55% y está relacionado entre las fracciones hojas y tallos que se mantiene en función de la fertilización y la edad del rebrote (Funes *et al.*, 2012).

Existen varias ventajas de usar el follaje de *M. oleífera* como alimento para rumiantes, ya que se ha demostrado que es resistente a la sequía y tiene la capacidad de crecer en suelos pobres (Foidl *et al.*, 2001); produce una gran masa follaje en un período corto, y al ser de naturaleza perenne, puede cosecharse varias veces en la misma estación de crecimiento (Mendieta-Araica *et al.*, 2011).

A parte de las características forrajeras de la *M. oleífera*, se conoce que crece bien en todo tipo de suelos que van desde suelos ácidos hasta alcalinos, su producción de forraje es entre 24 y 99 ton MS/ha/año, las hojas frescas contienen entre 17 y 27.4% de proteína cruda (PC), 2.73 Mcal de EM/kg MS (Sánchez *et al.*, 2006; Sánchez *et al.*, 2009; Mendieta-Araica *et al.*, 2011; Mendieta-Araica *et al.*, 2013) y

son ricas en vitaminas A, B y C, Calcio, Hierro y en aminoácidos esenciales. Además, entre otras propiedades de la moringa, las vainas, extractos y las semillas tienen un alto valor nutricional incluyendo proteínas, vitaminas, minerales y fitoquímicos (Raman *et al.*, 2018).

En efecto, estudios sobre sobre la composición química de la *M. oleifera* la han identificado como una fuente importante de nutrientes esenciales; rica en proteínas, aminoácidos esenciales, minerales y vitaminas (Raman *et al.*, 2018; Falowo *et al.*, 2018) con una cantidad relativamente baja de anti-nutrientes, también se ha demostrado en varios estudios que detallan las propiedades funcionales In vitro e In vivo que es una fuente rica en compuestos bioactivos, incluidos los flavonoides y los compuestos fenólicos así como, sustancialmente, las actividades antioxidantes (Falowo *et al.*, 2018).

Con respecto a su composición nutricional, comparada con otros productos se ha informado que las hojas de *M. oleifera* tienen una mayor proporción de vitaminas C y A, calcio, potasio, hierro y proteínas que las que se encuentran en las naranjas, zanahorias, leche, bananas, yogur y espinacas (Gopalakrishnan *et al.*, 2016). Otro uso de las hojas de *M. oleifera* ya que son ricas en nutrientes como proteínas, ácidos grasos, minerales y vitaminas y tienen potencial para ser utilizadas como aditivos para piensos con múltiples propósitos (Qwele *et al.*, 2013; Moyo *et al.*, 2013). Sin embargo, varios factores, como el tipo de alimento y las condiciones ambientales, pueden influir en el rendimiento, crecimiento y la calidad de la leche del ganado (Kholif *et al.*, 2018; Babiker *et al.*, 2018).

Las hojas de *M. oleifera* se caracterizan por altas cantidades de polifenoles que producen una actividad antioxidante elevada (Abdull *et al.*, 2014). Además, las hojas de *M. oleifera* pueden ser usadas como alimento ya sea fresco o seco, y después del secado puede almacenarse durante largos períodos sin deterioro en el valor nutritivo (Foidl *et al.*, 2001).

En una investigación realizada en el Instituto de Producción Animal en los trópicos y subtropicos (en Hohenheim, Alemania), se demostró que la composición de aminoácidos de las hojas de moringa son similares a los de la soya, y se comprobó que el índice de proteína digerible de sus hojas en los intestinos es superior a la encontrada en varios suplementos proteínicos convencionales, como lo son las

tortas de coco y las semillas de algodón, maní, sésamo y semilla de girasol (Martin *et al.*, 2013).

4.3.- Usos de la moringa como alimento

En la mayoría de los países en desarrollo, el sector ganadero desempeña un papel económico importante, y es esencial para la seguridad alimentaria de la población (Makkar *et al.*, 2007; Raman *et al.*, 2018). En varios países, existe un problema de falta de suministro adecuado de alimentos para el ganado durante todo el año. En consecuencia, la producción agrícola en estos países es generalmente baja, principalmente debido a la mala calidad del alimento y la insuficiencia de los alimentos disponibles (Babiker *et al.*, 2018), ya que una posible fuente de proteínas baratas son las hojas de algunas plantas de leguminosas tropicales, estas hojas no solo proporcionan una fuente de proteínas, sino también algunas vitaminas esenciales como las vitaminas A y C, minerales y oxicarotenoides (Sánchez *et al.*, 2010).

En este sentido, se conoce que la *M. Oleífera* mejora la nutrición, y la seguridad alimentaria, fomenta el desarrollo rural apoyando el cuidado sostenible de la tierra y forrajes para el ganado (Makkar *et al.*, 2007). La *M. Oleífera* se conoce universalmente como la planta milagrosa o el árbol de la vida. La planta de Moringa deriva este nombre en función de sus usos, particularmente con respecto a la medicina y la nutrición (Oyeyinka y Oyeyinca, 2018). Debido a lo anterior, algunas de las limitaciones para una mejor utilización de las hojas residen principalmente en factores como el contenido de fibra, la presencia de compuestos anti-nutritivos y las deficiencias de ciertos aminoácidos (Amador-García *et al.*, 2016).

Lo anterior, pudiera ser una alternativa para la producción de forraje de alto contenido proteico para la alimentación, debido a su adaptabilidad y bajo costo de producción. Además, presenta un 70.5% de digestibilidad aparente de MS y 65,5 % de digestibilidad aparente de proteína.

4.4.- Uso de la moringa en la alimentación animal

A este árbol se le concede gran importancia en la alimentación animal, ya que por los contenidos de proteínas y vitaminas puede ser un suplemento de importancia en la ganadería, así como en la dieta de aves, peces y cerdos, vacas, cabras, ovejas siempre que exista un adecuado balance nutricional (Kholif *et al.*, 2015).

El uso de la moringa como fuente forrajera para la alimentación del ganado bovino (Mendieta-Araica *et al.*, 2011), ya sea en ganadería de cría, leche o doble propósito, genera en los productores una alta inversión para lograr óptimos rendimientos, por lo que se han visto en la necesidad de buscar alternativas en lo que respecta en la alimentación animal, y que ésta cubra los requerimientos nutricionales de la dieta diaria (Kholif *et al.*, 2015; Cohen-Zinder *et al.*, 2017).

Se conoce que el corte de los rebrotes se realiza en intervalos entre 35 y 45 días, estos en función de las condiciones de manejo del cultivo, pueden llegar a tener una altura de 1.20-1.5 m. El material cortado, tallos, ramas y hojas se pica y se suministra a los animales y además se puede llegar a ofrecer hasta 27 kg en base fresca/animal/día, y cuando se inicia la alimentación con *M. oleifera* es posible requerir de un periodo de adaptación, mezclándolo con otros alimentos que se le ofrece al ganado. La *M. oleifera* se puede utilizar como un complemento proteínico o sustituto completo (Makkar *et al.*, 2007). En las investigaciones del uso de *M. oleifera* como forraje fresco para la alimentación de ganado, es de un 10% con respecto al concentrado.

Por ejemplo, la *M. Oleífera* que se ha utilizado comúnmente como fuente de proteína para el ganado (Salem *et al.*, 2006), las hojas de moringa tienen atributos de calidad que la han convertido en el reemplazo para la harina de soya o la harina de pescado en las dietas no rumiantes y pequeños rumiantes, como ovejas y cabras (Bebiker *et al.*, 2017). Los altos niveles de PC hacen de las hojas de moringa un buen suplemento proteínico para el ganado vacuno de alta productividad (Mendieta-Araica *et al.*, 2009; Kholif *et al.*, 2015).

Por otra parte, las hojas extraídas con etanol son aún mejores ingredientes para piensos; pues, además de su alto contenido de proteínas, no contienen taninos, lectinas, inhibidores de tripsina ni factores de flatulencia, y sus niveles de saponinas y fitatos son bajos (Makkar y Becker, 1996). Se han obtenido buenos resultados con la utilización de mezclas de hojas de *M. oleifera* con melazas y paja de caña de azúcar (Radovich, 2011). También se han reportado pruebas del uso de hojas de esta planta en la piscicultura y en la lombricultura (Martin *et al.*, 2013).

En muchos países en regiones tropicales y subtropicales, la *M. oleifera* se utiliza como una fuente rica de alimentos y productos alimenticios debido a sus

considerables beneficios nutricionales, antioxidantes y fitoquímicos inherentes; así como su capacidad para sobrevivir en diversas condiciones climáticas (Mendieta-Araica *et al.*, 2013; Salem *et al.*, 2015).

En general, se sabe que la planta es una planta de rápido crecimiento y multifuncional con diversas aplicaciones en agricultura, medicina, ganado, humanos y otros sistemas biológicos (Folowo *et al.*, 2018). Se ha informado que el consumo de *M. oleifera* mejora el estado de salud, la eficiencia de conversión del alimento, el rendimiento de crecimiento y la calidad del producto de varias especies de ganado, a tasas de inclusión alimentaria que generalmente no exceden el 5% de la ingesta total de materia seca (Folowo *et al.*, 2018).

Investigaciones sobre el uso de varias partes de la planta de *M. oleifera* como recurso nutricional y neutracéutico para dietas humanas y animales ha aumentado en los últimos años, como consecuencia del uso generalizado de la planta en las cocinas tradicionales y los remedios medicinales en varias regiones del mundo (Al-Malki y El Rabey, 2015; Falowo *et al.*, 2018). Interesantemente, cada parte de la planta de *M. oleifera*, incluyendo la hoja, la raíz, la corteza, las semillas, las flores y la vaina es comestible y contiene compuestos que son importantes para el bienestar humano y del ganado (Foidl *et al.*, 2001; Sánchez-Machado *et al.*, 2010; Kadhim y AL-Shammaa, 2014).

En muchos países tropicales es difícil diferenciar entre usos alimenticios y medicinales de *M. oleifera*, ya que esta es utilizada tanto por sus cualidades nutricionales como por sus atributos médicos, los cuales son reconocidos desde hace milenios (Foidl *et al.*, 2001; Sánchez-Machado *et al.*, 2010).

En efecto, se conoce que 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; Martin *et al.*, 101).

El uso de *M. oleifera* en la industria de alimentos y la alimentación animal, las partes de árboles de moringa se han utilizado en otras industrias relevantes, tales como la energía, productos biológicos, agricultura y medicina (Baptista *et al.*, 2017; Agboun *et al.*, 2016; Raman *et al.*, 2018). Por otra parte, sobre una base nutricional, las hojas de *M. oleifera* se han utilizado ampliamente para combatir la desnutrición en bebés, mujeres embarazadas y madres lactantes, así como para aumentar la producción de leche en madres lactantes (Folowo *et al.*, 2018).

Además, se ha reportado en la literatura como todo un éxito la aplicación de *M. oleifera* en la alimentación del ganado como fuente de proteínas, antibióticos y compuestos antioxidantes, lo anterior, incluye los beneficios para mejorar el crecimiento, la producción de leche (la liberación de leche de los alvéolos en la ubre del animal) y la calidad, la estabilidad oxidativa de la carne y la calidad organoléptica, así como la reducción de la tasa de crecimiento microbiano en los productos cárnicos después del procesamiento y el almacenamiento en frío (Mendieta-Araica *et al.* 2011).

Las hojas del árbol de *M. oleifera* contienen una fuente importante de proteínas, vitaminas y minerales, y se consideran un suplemento dietético importante en países donde la desnutrición crónica está relacionada con un desarrollo fetal deficiente, con respecto a lo anterior, se ha evaluado la efectividad de la hoja de *M. oleifera* como un reemplazo suplementario de vitaminas, minerales y proteínas formulado en la dieta del pez cebra y el impacto que esta puede tener sobre el crecimiento y el resultados reproductivos Sin embargo, la inclusión de *M. oleifera* promovió una recuperación significativa, pero no total, del crecimiento y las medidas métricas reproductivas. Estos datos sugieren que las hojas de moringa pueden servir como un suplemento aceptable para los macro y micronutrientes en la dieta y podrían, en parte, reducir los problemas asociados con las deficiencias de nutrientes (Okereke *et al.*, 2013).

4.5.- Uso de la moringa en pequeños rumiantes

Los sistemas intensivos de producción de rumiantes demandan un suministro de cultivos de alto rendimiento proteico y energético. Sin embargo, durante la última década, las fuentes de proteína dietética para el ganado se han convertido tremendamente caros y de difícil acceso, se han buscado alternativas a través de investigadores y agricultores a nivel mundial de fuentes de proteínas, y aumentar la calidad y disponibilidad de alimentos para el ganado (Moyo *et al.*, 2012; Cohen-Zinder *et al.* 2017). Como consecuencia, se han explorado varios árboles y arbustos forrajeros como fuentes potenciales de proteínas, y se ha prestado especial atención al árbol *M. oleífera*.

El uso de la *M. oleífera* en la alimentación del ganado como fuente de proteínas, antibióticos y compuestos antioxidantes han demostrado todo un éxito; incluidos los beneficios para mejorar el crecimiento, la composición y calidad de la leche (Babiker *et al.*, 2018). En general, los rasgos descritos anteriormente hacen de *M. oleífera* un alimento potencial para el ganado (Cohen-Zinder *et al.* 2017).

Además de la inclusión de las hojas de moringa en la dieta se ha utilizado el extracto de hojas de *M. oleífera* para mejorar la utilización del alimento, por ejemplo, en un experimento que tuvo como objetivo evaluar el efecto de proporcionar dosis orales de extracto de hoja de *M. oleífera* sobre la ingesta de alimento, la digestibilidad de nutrientes y las mediciones del ruminales y suero sanguíneo en cabras lactantes de la raza Nubia, se demostró que con la inclusión de extracto de *M. oleífera* aumentó la concentración de albúmina y glucosa en suero, y una disminución en los niveles de colesterol, triglicéridos, transaminasa oxalacética glutámica y transaminasa pirúvica glutámica (Kholif *et al.*, 2017).

Estos mismos autores, concluyeron que una dosis oral de extracto de *M. oleífera* mejoró la ingesta de alimento y la digestibilidad y la fermentación ruminal de cabras de la raza Nubia lactantes y que se necesita más investigación, sobre las respuestas de rendimiento asociadas con el aumento de la dosis de extracto de *M. oleífera* a 40 ml / dosis; por lo tanto, la dosis de 20 ml se recomienda para uso práctico. Otro ensayo realizado en cabras, demostró que la inclusión del 9%, 27% y 36% de las hojas de *M. oleífera* en la ración dio lugar a ingestas de MS de 251, 335 y 311 g/día, respectivamente. Sin embargo, la incorporación de diferentes

niveles de las hojas de *M. oleífera* no afectaron la ganancia de peso, a 16.1, 15.0 y 13.6 g/día, respectivamente (Sánchez *et al.*, 2005).

4.6.- Efecto de la moringa sobre metabolitos sanguíneos

Algunos usos tradicionales sugieren que la moringa podría ser útil tanto para bajar los niveles de colesterol como de glucosa (Kholif *et al.*, 2016). La regulación de los niveles de glucosa en México como en otras partes del mundo, es de gran interés por la alta incidencia de diabetes. Resultados encontrados en un estudio realizados en ratones sanos y ratones con diabetes tipo II, sin obesidad, a los cuales se les administró 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 ratones del grupo control, y se sugiere que la actividad regulatoria de la glucosa puede ser resultado del alto contenido de sustancias polifenólicas como la quercetin y el kempferol (Olson y Fahey, 2011).

Por lo anterior, existe evidencia, entonces, que respaldan a lo encontrado por otros autores que la moringa regula los niveles de glucosa en la sangre (Olson y Fahey, 2011). Además, de actividad hipoglucemiante la *M. oleífera* tiene efecto antihipertensiva, ya que en la medicina tradicional india, *M. oleífera* es usada para el tratamiento de la diabetes y la hipertensión arterial. El anecdotario popular en naciones africanas también reporta varios casos de cura milagrosa de diabetes e hipertensión usando remedios preparados a partir de esta planta. La incipiente investigación científica al respecto ya ha obtenido evidencias convincentes de muchos de esos casos, aunque la confirmación de otros requiere de más estudios.

En años recientes, en diferentes países se han realizado investigaciones encaminadas a evaluar el potencial hipoglucemiante, antidiabético e hipotensivo de la moringa usando ensayos bioclínicos, farmacológicos y bioquímicos. En la India se investigaron 30 plantas medicinales, a las que los sistemas de medicina Ayurveda, Unani y Siddha les atribuían actividad hipoglucemiante (Kar y Bandyopadhyay, 2003); el estudio confirmó que 24 de ellas provocaban una disminución en la concentración de glucosa en la sangre de ratas albinas, y una de las especies con mayor efecto hipoglucemiante resultó ser *M. oleífera*. Las hojas de moringa presentan actividad hipoglucemiante e hipotensiva, entre otras varias actividades biológicas. Se han obtenido evidencias sobre su potencial para aliviar

disfunciones del sistema endocrino, como trastornos de la tiroides (Tahiliani y Kar, 2000) y de la secreción de insulina (Jaiswal *et al.*, 2009).

Varios fitoquímicos contenidos en las hojas y los frutos de *M. oleifera* han revelado su potencial para el control de la diabetes y de la hipertensión arterial lograron aislar y purificar a partir de frutos de esta planta ocho compuestos biológicamente activos, de los cuales un tiocarbamato, dos carbamatos y un fenilglucósido estimularon la secreción de insulina en células pancreáticas β de ratas (Jaiswal *et al.*, 2009; Abdull *et al.*, 2014). Por otra parte, en un estudio realizado por científicos pakistaníes se demostró que la responsabilidad por la actividad antihipertensiva de la moringa recae en glucósidos de tiocarbamato y de isotiocianato, así como en el β -sitosterol y el p-hidroxibenzoato de metilo (Abdull *et al.*, 2014).

El resultado anterior, coincide con un reporte previo que reveló la actividad antihipertensiva de los glucósidos de tiocarbamato aislados de *M. oleifera*. El alto contenido de vitaminas en la moringa es esencial en su uso para la terapia de la diabetes. La vitamina D es fundamental para el funcionamiento correcto del páncreas y la secreción de insulina. La presencia de β -caroteno reduce el riesgo de ceguera en diabéticos. La vitamina B-12 es útil en el tratamiento de la neuropatía diabética y la vitamina C previene la acumulación de sorbitol y la glicosilación de las proteínas, dos factores muy importantes en el desarrollo de complicaciones diabéticas como las cataratas.

4.7.- Factores anti-nutricionales de la moringa

La se destaca porque, a pesar de su alto contenido de proteínas y vitaminas, contiene muy bajos niveles de sustancias anti nutritivas (Olson y Fahey, 2011). Afortunadamente, la mayoría de las pruebas confirman los elevados márgenes de seguridad de los extractos de semillas y otras partes de la planta, por lo que se puede afirmar que la no toxicidad de sus semillas está científicamente confirmada. Se ha demostrado, que las hojas de la moringa contenían cantidades mínimas de taninos; asimismo, sus análisis no arrojaron indicios de lectinas ni de inhibidores de tripsinas (Makkar *et al.*, 1996).

Las saponinas, aunque muchas de ellas no son dañinas para el metabolismo de los rumiantes, les confieren a los forrajes sabor amargo y menor palatabilidad, sin embargo se ha demostrado que sus cantidades también son bajas, similar a las

encontradas en los frijoles y la soya, es decir, en niveles inocuos (Makkar y Becker, 1997; Gidamis *et al.*, 2003). Los alcaloides, taninos y cianógenos son metabolitos secundarios que se encuentran en la mayoría de los organismos vegetales y eso justifica su evaluación, además de la importancia en cuanto a su posible efecto detrimental en la alimentación. En los filocladios de *E. hookeri* hubo presencia moderada de saponinas y alcaloides y ausencia de taninos y cianógenos. Baldizán *et al.* (2006) indican un resultado similar en la cactácea *Pereskia guamacho*. Cabe mencionar, que las saponinas participan activamente en los procesos de regulación del crecimiento vegetal en determinadas etapas (Baldizán *et al.*, 2006). Por lo tanto, es esencial conocer los niveles de oxalatos en la *M. oleífera* (Olson y Fahey, 2011).

5.- MATERIALES Y METODOS

5.1.- Lugar de estudio

El experimento se realizó en un hato caprino manejado bajo condiciones de pastoreo perteneciente a la Comarca Lagunera en el municipio de Matamoros Coahuila, localidad Petronila el norte de México. La cual se encuentra a 1110 msnm. La región presenta una temperatura media anual de 23.8°C, con una precipitación pluvial de 230 mm. y una latitud de 26°N. Este estudio se llevó a cabo durante los meses de octubre a diciembre de 2020.

5.2.- Manejo y alimentación de los animales

Se utilizaron 13 cabras multirraciales, las cuales, se encontraban en el último tercio de la gestación, y fueron divididas en 2 grupos con un peso vivo (52.6 ± 2.0 kg) y una condición corporal de 2.3 ± 0.3 , unidades (escala de 1 al 5), estas cabras fueron pastoreadas de 9:00 am a 18:00 pm principalmente en los pastizales, y ocasionalmente en residuos de cultivos como maíz, sorgo y algodón, y demás estas cabras fueron llevadas a diferentes sitios de pastoreo cada día, caminando aproximadamente 5 km diarios (Gaytán-Alemán *et al.*, 2014; Mellado *et al.*, 2012). Antes del inicio del periodo experimental las cabras fueron vitaminadas y desparasitadas, además de recibían agua y block de minerales a libre acceso.

Un primer grupo, Control (n=5) no recibió ninguna suplementación, mientras que un segundo, Tratado (n=8) se les suplemento con 100 g (en base a MS) de hojas de (MO) durante 21 días preparto, la cual fue ofrecida individualmente diariamente (8:00 am) durante todo el periodo experimental, además el sobrante de cada cabra fue pesado, para determinar el consumo real por cada cabra.

5.3.- Peso y condición corporal

Se registró el peso corporal de las hembras al inicio y al final del periodo experimental, para lo cual fue utilizada una báscula digital colgante con capacidad de 150 kg y mínima de 50 g (WH-C 100, China). La condición corporal se evaluó a la par con el peso corporal mediante estimación de la masa muscular y grasa de la región lumbar descrito por (Walkden-Brown *et al.*, 1997), esta actividad fue evaluada por un mismo técnico al inicio y al final del periodo experimental.

5.4.- Determinación de glucosa

Los niveles de glucosa en sangre de las hembras se determinaron al inicio, momento del parto, utilizando un glucómetro portátil (Accu-Check® ,Active) y que consistió en colocar aproximadamente 1.2 µl de sangre en una tira para prueba de glucosa con un rango de medición de 10 a 600 mg/dL, todas las determinaciones glucosa se realizaron a una misma hora (8:00 am) durante todo el periodo de estudio.

5.5.- Determinación de la composición de leche

La determinación de la composición del calostro se realizó al momento del parto, para lo cual, fueron colectadas muestras (aprox. 50 ml) y posteriormente analizadas en un analizador de leche (LactiCheck LC-02 RR).

5.6.- Análisis estadísticos

El peso vivo y condición corporal de las hembras, La composición del calostro, leche y niveles de glucosa con medidas repetidas (factor tiempo), 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 SAS (Versión 5). Los resultados expresados en medias (\pm EEM). Se consideraron una diferencia estadística a $P < 0.05$.

6.- RESULTADOS

6.1.- Peso vivo y condición corporal

Los resultados para el peso y condición corporal (Cuadro 2), no mostraron diferencia estadística significativa entre grupos ($P>0.05$), cabritos al momento del parto.

Cuadro 2. Medias (\pm EEM) para el peso y condición corporal, producción de leche en cabras complementadas durante 21d preparto cabras sin complementar bajo condiciones de pastoreo en el norte de México (26°N).

Tratamiento	Peso corporal		Condición corporal		Producción de leche
	inicial	Parto	Inicial	Parto	Parto
Control	55.3 \pm 3.2kg	48.4 \pm 3.4 ^a kg	2.3 \pm 0.2 ^a	2.3 \pm 0.2 ^a	0.8 \pm 0.1 ^a kg
Tratado	55.5 \pm 1.4 ^a kg	45.4 \pm 2.0 ^a kg	2.3 \pm 0.2 ^a	2.2 \pm 0.2 ^a	0.7 \pm 0.1 ^a kg

6.2.- Niveles de glucosa

En cuanto a los niveles de glucosa (Cuadro 3) en sangre de las hembras no se encontró diferencia significativa entre grupos ($P>0.05$).

Cuadro 3. Medias (\pm EEM) para niveles de glucosa en sangre en cabras complementadas y sin complementar posparto durante 21 d preparto bajo condiciones de pastoreo en el norte de México (26°N).

Tratamiento	Inicio	Parto
Control	61.2 \pm 1.0 ^a mg/dL	66.0 \pm 6.0 ^a mg/dL
Tratado	51.8 \pm 1.4 ^b mg/dL	75.0 \pm 16.3 ^a mg/dL

6.3.- Calidad del calostro y leche

El porcentaje de proteína y densidad en el calostro fue mayor en el grupo tratado ($P<0.05$). Encontrándose un porcentaje mayor de proteína (4.4 \pm 0.3 vs 5.4 \pm 0.6) y densidad (38.5 \pm 3.0 vs 41.1 \pm 5.5) para el GT y GC, respectivamente ($P<0.05$). Sin embargo, los componentes para calidad de la leche (grasa, proteína, SNF, densidad) no mostraron diferencia significativa entre grupos.

Cuadro 4. Medias (\pm EEM) para la composición del calostro (Parto) en cabras complementadas durante tres semanas preparto y dos semanas posparto (GMO) y cabras sin complementar (GC) bajo condiciones de pastoreo en el norte de México (26°N).

Tratamiento	Grasa (%)	Proteína (%)	SNF (%)	Densidad (%)
Control	7.6 \pm 0.6 ^a	4.4 \pm 0.3 ^b	11.7 \pm 1.0 ^a	38.5 \pm 3.0 ^b
Tratado	8.1 \pm 0.7 ^a	5.4 \pm 0.6 ^a	12.0 \pm 1.5 ^a	41.0 \pm 5.5 ^a

a,b Literales con superíndice diferente entre filas son diferentes a $P < 0.05$

7.- DISCUSIÓN

Los resultados encontrados en nuestro estudio en cuanto a peso y condición corporal ambos grupos no mostraron diferencias significativas, es probable que lo anterior esté relacionado al nivel de inclusión (100 g) de hojas de *M. oleífera* en base a MS en la dieta de estas cabras. Por el contrario, (Moyo *et al.* 2012) encontraron que las cabras alimentadas con dietas que contenían 200 g de hoja de *M. oleífera* tenían un mayor aumento diario de peso y consumo de alimento comparadas con el grupo de control. Además es probable que la proteína de la *M. oleífera* tuvo una baja degradabilidad a nivel ruminal, ya que se conoce que la baja degradabilidad de la proteína de las hojas de moringa en el rumen también puede afectar la ingesta de alimentos, contrario a lo que sucede si hay una mayor provisión de proteínas no degradables, se puede aumentar la ingesta de alimento (Kholif *et al.*, 2015), lo que mejora la densidad y calidad de los nutrientes al aumentar la eficiencia de la utilización de los nutrientes de la dieta (Sultana *et al.*, 2014).

Existen pocos trabajos en la literatura en cuanto al efecto de la suplementación de la madre previo al parto que muestren un efecto de la *M. oleífera* sobre el metabolismo hepático y los niveles de glucosa en cabras. Lo anterior, pudo deberse a que la dieta del GMO no fue suficientemente efectiva para estimular la glucogénesis y por lo tanto no mejoraron los niveles sanguíneos de glucosa. Resultados encontrados en vacas alimentadas con ensilaje de moringa no mostraron un efecto sobre las concentraciones de metabolitos sanguíneos (glucosa) lo que pudo deberse a que el ensilado redujo el consumo de materia seca y la fibra detergente neutro, lo cual provocó una disminución de las concentraciones séricas de glucosa, ácidos grasos y producción de leche (Zhen *et al.*, 2016). Lo que pudiera estar relacionado con nuestro estudio ya que la baja cantidad de materia seca proporcionada por la *M. oleífera* no fue suficiente para modificar las concentraciones séricas de glucosa en el grupo complementado.

Por su parte, Mendieta-Araica *et al.* (2011), explican que con la inclusión del 20 % de hoja de *M. oleífera* (en base a MS) en una dieta para bovinos lecheros, se obtuvieron resultados estadísticamente similares a los del grupo control.

En efecto, resultados encontrados en vacas lecheras suplementadas con hojas de *M. oleífera* han demostrado que hay una disminución en cuanto a la producción de leche (Sánchez *et al.*, 2005; Mendieta-Araica *et al.*, 2011) y además no se encontró ningún efecto en la composición de la leche cuando se incluyó la hojas de *M. oleífera* en la dieta (Mendieta-Araica *et al.*, 2011). Lo anterior, coincide a lo reportado por otros autores que han dicho que el reemplazo total o parcial con moringa en la dieta no tuvo un efecto en la composición de la leche, y además, los índices bioquímicos en suero de vacas lecheras no se ven afectados (Kholif *et al.*, 2015; Zeng *et al.*, 2016. Mendieta-Araica *et al.* 2011) reportan que no hubo diferencias significativas en la composición de la leche (grasa, proteína, sólidos totales, caseína) entre tratamientos, cuando se compara el ensilaje de moringa contra la moringa en base fresca.

El porcentaje de proteína y densidad en el calostro fue mayor (5.1 ± 0.5) en GMO comparado (4.4 ± 0.3) con el GC ($P < 0.05$). El porcentaje de densidad fue de 46.1 ± 6.0 y 38.5 ± 3.0 para el GMO y GC, respectivamente ($P < 0.05$). 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 *M. oleífera* tienen una mayor concentración de ácidos grasos en la leche (Kholif *et al.*, 2015).

Lo anterior, es similar a lo encontrado en nuestro resultados en el grupo suplementado en cuanto al porcentaje de grasa en el calostro, el cual fue en promedio de 7.6 ± 0.6 para ambos grupos ($P > 0.05$), estos resultados son similares a los reportado 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 ensilado de moringa. Lo anterior, puede deberse a que el nivel de complementación en el GMO fue bajo (100 g). En contraste, Kholif *et al.* (2015) observaron que dietas con un rango que va del 15 al 20% que las hojas de moringa aumentan la producción de leche, modificaban el perfil de ácidos grasos de la leche en cabras en lactación.

En nuestros resultados en cuanto a la composición de la leche, pudo deberse a que la suplementación con 100 g (5%) de la inclusión de moringa en la dieta, no fue suficiente para modificar el metabolismo hepático, en efecto, resultados con 65 o

135 g/kg de MS de *M. oleífera* en la dieta no modifican composición y producción de leche en vacas lecheras (Zhen *et al.*, 2015; 2016). En efecto, se ha demostrado que la moringa mejora la digestibilidad de los alimentos, la proteína no degradable, y mejora la fermentación ruminal, lo que provoca un aumento en la producción y eficiencia lechera (Huhtanen, 1994; Kholif *et al.*, 2015; Kholif *et al.*, 2016).

Sin embargo, los componentes para calidad de la leche (grasa, proteína, SNF, densidad) no mostraron diferencia significativa entre grupos. Por otra parte, los resultados en cuanto a la producción de leche no mostraron diferencia ($P>0.05$) encontrándose una producción promedio de 1.9 ± 0.4 y de 2.0 ± 0.3 litros para el GMO y GC, respectivamente.

Por otra parte, los resultados en cuanto a la producción de leche no mostraron diferencia ($P>0.05$) encontrándose una producción promedio de 1.9 ± 0.4 y de 2.0 ± 0.3 litros para el GMO y GC, respectivamente. Durante las primeras tres semanas de la lactancia (11, 18 y 30 d), y sugieren que la suplementación de ensilado de *M. oleífera* en la dieta de vacas lecheras promueve potencialmente la producción de leche siempre que se incluya en una dieta totalmente mezclada, pero no tiene un efecto a largo plazo.

Resultados han demostrado que la inclusión de *M. oleífera* como un suplemento proteico en dietas de baja calidad mejora la ingesta de MS y la digestibilidad de la dieta y aumentando la producción de leche, pero no afectó la composición de la leche (Sánchez *et al.*, 2005). Las características morfológicas de la placenta (peso, diámetro y longitud de los cotiledones) no mostraron diferencias entre grupos (Cuadro 3) con el GC ($P>0.05$).

8.- CONCLUSIONES

En conclusión, la suplementación con *M. oleífera* aumenta la proteína y densidad del calostro positivamente. Una inclusión de 100 g en la dieta puede ser una alternativa para mejorar la composición del calostro, lo que puede ayudar a elevar la inmunidad pasiva de las crías en cabras bajo condiciones de pastoreo en el norte de México.

9.- LITERATURA CITADA

- Abdull, R., Ahmad, F., Ibrahim, M. D., & Kntayya, S. B. (2014). Health benefits of Moringa oleifera. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*, 15(20), 8571-8576.
- Al-Malki, A. L., & El Rabey, H. A. (2015). The antidiabetic effect of low doses of Moringa oleifera Lam. seeds on streptozotocin induced diabetes and diabetic nephropathy in male rats. *BioMed research international*, 2015. 8-11.
- Amador García, O. K. (2016). Estudio bromatológico de hojas de Moringa oleifera in vitro y ex vitro y análisis del efecto hipoglucemiante en ratas Wistar diabetizadas. 44-45,49,57.
- 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.
- Baldizán, A., Domínguez, C., García, D. E., Chacón, E., & Aguilar, L. (2006). Metabolitos secundarios y patrón de selección de dietas en el bosque deciduo tropical de los llanos centrales venezolanos. *Zootecnia Trop*, 24(3), 213-232.
- Baptista, A. T. A., Silva, M. O., Gomes, R. G., Bergamasco, R., Vieira, M. F., & Vieira, A. M. S. (2017). Protein fractionation of seeds of Moringa oleifera lam and its application in superficial water treatment. *Separation and Purification Technology*, 180, 114-124.
- Cohen-Zinder, M., Donthu, R., Larkin, D. M., Kumar, C. G., Rodriguez-Zas, S. L., Andropolis, K. E., & Lewin, H. A. (2011). A multisite haplotype on cattle chromosome 3 is associated with quantitative trait locus effects on lactation traits. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*. 1187-1190.
- Cohen-Zinder, M., Orlov, A., Trofimiyuk, O., Agmon, R., Kabiya, R., Shor-Shimoni, E. & Shabtay, A. (2017). Dietary supplementation of Moringa oleifera silage increases meat tenderness of Assaf lambs. *Small ruminant research*, 151, 110-116.
- CONAGUA(2015)Serviciometeorológiconacional.
<http://smn.cna.gob.mx/es/informacion-climatologica-ver-estado?estado=coah>.
 Consultado 9 agosto, 2016.
- 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.
- Foidl, N., Mayorga, L., Vásquez, W., Murqueitio, E., Osorio, H., Sanchez, M. D., & Speedy, A. (1999). Utilización del marango (*Moringa oleifera*) como forraje fresco para ganado. *FAO Animal Production and Health Paper*, 341-350.
- Fuglie, L. J. (2001). Combating malnutrition with Moringa. *The miracle tree: the multiple attributes of Moringa*. CTA Publication, Wageningen, the Netherlands, 117-136.
- Gopalakrishnan, L., Doriya, K., & Kumar, D. S. (2016). *Moringa oleifera*: A review on nutritive importance and its medicinal application. *Food Science and Human Wellness*, 5(2), 49-56.
- Jaiswal, D., Rai, P. K., Kumar, A., Mehta, S., & Watal, G. (2009). Effect of *Moringa oleifera* Lam. leaves aqueous extract therapy on hyperglycemic rats. *Journal of ethnopharmacology*, 123(3), 392-396.
- Kadhim, E. J., & AL-Shammaa, D. A. (2014). Phytochemical characterization using GC-MS analysis of methanolic extract of *Moringa oleifera*(family Moringaceae) plant cultivated in Iraq. *Chem Mater Res*, 6(5), 9-26.
- Kar, A., Choudhary, B. K., & Bandyopadhyay, N. G. (2003). Comparative evaluation of hypoglycaemic activity of some Indian medicinal plants in alloxan diabetic rats. *Journal of ethnopharmacology*, 84(1), 105-108.
- Kewan, K. Z., Salem, F. A., Salem, A. Z. M., Abdou, A. R., El-Sayed, H. M., Eisa, S. S., & Odongo, N. E. (2017). Nutritive utilization of *Moringa oleifera* tree stalks treated with fungi and yeast to replace clover hay in growing lambs. *Agroforestry Systems*, 1-13.
- Kholif, A. E., Gouda, G. A., Anele, U. Y., & Galyean, M. L. (2018). Extract of *Moringa oleifera* leaves improves feed utilization of lactating Nubian goats. *Small Ruminant Research*, 158, 69-75.
- 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.
- Makkar, H. P. S., Francis, G., & Becker, K. (2007). Bioactivity of phytochemicals in some lesser-known plants and their effects and potential applications in livestock and aquaculture production systems. *Animal*, 1(9), 1371-1391.

- Martín, C., Martín, G., García, A., Fernández, T., Hernández, E., & Puls, J. (2013). Potenciales aplicaciones de Moringa oleifera. Una revisión crítica. *Pastos y Forrajes*, 36(2), 137-149.
- Mellado, M., Rodríguez, A., Lozano, E. A., Dueñez, J., Aguilar, C. N., & Arévalo, J. R. (2012). The food habits of goats on rangelands with different amounts of fourwing saltbush (*Atriplex canescens*) cover. *Journal of Arid Environments*, 84, 91-96.
- Mendieta-Araica, B., Spörndly, E., Reyes-Sánchez, N., & Spörndly, R. (2011). Feeding Moringa oleifera fresh or ensiled to dairy cows-effects on milk yield and milk flavor. *Tropical animal health and production*, 43(5), 1039-1047.
- Mendieta-Araica, B., Spörndly, E., Reyes-Sánchez, N., Salmerón-Miranda, F., & Halling, M. (2013). Biomass production and chemical composition of Moringa oleifera under different planting densities and levels of nitrogen fertilization. *Agroforestry systems*, 87(1), 81-92.
- Mendieta-Araica, B., Spörndly, R., Reyes-Sánchez, N., & Spörndly, E. (2011). Moringa (*Moringa oleifera*) leaf meal as a source of protein in locally produced concentrates for dairy cows fed low protein diets in tropical areas. *Livestock Science*, 137(1-3), 10-17.
- Moyo, B., Masika, P. J., Hugo, A., & Muchenje, V. (2011). Nutritional characterization of Moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaves. *African Journal of Biotechnology*, 10(60), 12925-12933.
- National Research Council (2001). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle: Seventh Revised Edition*. Pp 1-10.
- Okereke, C. J., & Akaninwor, J. O. (2013). The protein quality of raw leaf, seed and root of Moringa oleifera grown in Rivers State, Nigeria. *Annals of biological research*, 4(11), 34-38.
- Olson, M. E., & Fahey, J. W. (2011). Moringa oleifera: un árbol multiusos para las zonas tropicales secas. *Revista mexicana de biodiversidad*, 82(4), 1071-1082.
- Oyeyinka, A. T., & Oyeyinka, S. A. (2018). Moringa oleifera as a food fortificant: Recent trends and prospects. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 17(2), 127-136.
- Paliwal, R., Sharma, V., & Pracheta, J. (2011). A review on horse radish tree (*Moringa oleifera*): A multipurpose tree with high economic and commercial importance. *Asian journal of Biotechnology*, 3(4), 317-328.

- Pereira, F. S., Galvão, C. C., de Lima, V. F., da Rocha, M. F., Schuler, A. R., da Silva, V. L., & de Lima Filho, N. M. (2016). The versatility of the Moringa oleifera oil in sustainable applications. *OCL*, 23(6), A601.
- Pérez, A., Sánchez, T., Armengol, N., & Reyes, F. (2010). Características y potencialidades de Moringa oleifera, Lamark: Una alternativa para la alimentación animal. *Pastos y forrajes*, 33(4), 1-1.
- Qwele, K., Hugo, A., Oyedemi, S. O., Moyo, B., Masika, P. J., & Muchenje, V. (2013). Chemical composition, fatty acid content and antioxidant potential of meat from goats supplemented with Moringa (Moringa oleifera) leaves, sunflower cake and grass hay. *Meat Science*, 93(3), 455-462.
- Radovich, T. (2011). Farm and forestry production and marketing profile for Moringa (Moringa oleifera). *Specialty crops for Pacific island agroforestry*.
- Raman, J. K., Alves, C. M., & Gnansounou, E. (2018). A review on moringa tree and vetiver grass—Potential biorefinery feedstocks. *Bioresource technology*, 249, 1044-1051.
- Salem, A. S., Salama, W. M., & Ragab, W. A. (2015). Prolonged shelf life of sour cream by adding Moringa oleifera Leaves Extract (MOLE) or Moringa oleifera Oil (MOO). *American Journal of Food Technology*, 10, 58-67.
- Salem, A. Z. M., Salem, M. Z. M., El-Adawy, M. M., & Robinson, P. H. (2006). Nutritive evaluations of some browse tree foliages during the dry season: secondary compounds, feed intake and in vivo digestibility in sheep and goats. *Animal Feed Science and Technology*, 127(3-4), 251-267.
- Sánchez, N. R., Spörndly, E., & Ledin, I. (2006). Effect of feeding different levels of foliage of Moringa oleifera to creole dairy cows on intake, digestibility, milk production and composition. *Livestock Science*, 101(1-3), 24-31.
- Sánchez-Machado, D. I., Núñez-Gastélum, J. A., Reyes-Moreno, C., Ramírez-Wong, B., & López-Cervantes, J. (2010). Nutritional quality of edible parts of Moringa oleifera. *Food analytical methods*, 3(3), 175-180.
- Tahiliani, P., & Kar, A. (2000). Role of Moringa oleifera leaf extract in the regulation of thyroid hormone status in adult male and female rats. *Pharmacological research*, 41(3), 319-323.