

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO



EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN ALIMENTICIA, DESPARASITACIÓN,  
DENSIDAD DE POBLACIÓN, ESTACIÓN REPRODUCTIVA Y RAZA EN EL  
RENDIMIENTO REPRODUCTIVO Y PRODUCCIÓN DE LECHE DE CABRAS  
EN PASTIZALES

Tesis

Que presenta GERMÁN OTERO PUENTE

como requisito parcial para obtener el Grado de  
MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Torreón, Coahuila

Septiembre 2022

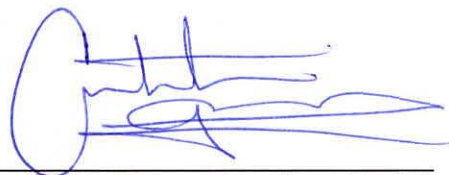
EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN ALIMENTICIA, DESPARASITACIÓN,  
DENSIDAD DE POBLACIÓN, ESTACIÓN REPRODUCTIVA Y RAZA EN EL  
RENDIMIENTO REPRODUCTIVO Y PRODUCCIÓN DE LECHE DE CABRAS  
EN PASTIZALES

Tesis

Que presenta GERMÁN OTERO PUENTE como requisito parcial para obtener el grado de Maestro en Ciencias en Producción Agropecuaria con la supervisión y aprobación del comité se asesoría



Dr. Jesús Alberto Mellado Bosque  
Asesor Principal



Dr. Antonio Francisco Aguilera Carbó  
Asesor



Dr. Miguel Ángel Mellado Bosque  
Asesor



Dra. Leticia Romana Gaytán Alemán  
Jefe del Departamento de Postgrado



Dr. Marcelino Cabrera De La Fuente  
Subdirector de Postgrado

## AGRADECIMIENTOS

A **Dios** por permitirme llegar a este momento tan importante para mi formación profesional, por guiarme y darme la fuerza para seguir adelante a pesar de los obstáculos que se me presentaron, estoy seguro que sin el nada de esto hubiera sido posible.

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** por todos los servicios que me brindo en mi estancia como estudiante de esta gran institución y por darme la oportunidad de formarme profesionalmente en nivel posgrado.

Al **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)** por brindarme el apoyo económico que me otorgó para realizar mis estudios de maestría.

A mi asesor principal, el **Dr. Jesús Alberto Mellado Bosque**, por su colaboración, sus aportaciones y sugerencias para esta investigación.

A el **Dr. Miguel Ángel Mellado Bosque**, por guiarme y tenerme la paciencia necesaria, por compartir sus conocimientos para poder llevar a cabo este trabajo de investigación.

A el **Dr. Antonio Francisco Aguilera Carbó**, por apoyarme en todo.

## DEDICATORIA

Muy especialmente a mis padres: **José Dolores Otero Vega** y **María Puente Cortez** por apoyarme en todo momento, por los valores que me han inculcado, y por haberme dado la oportunidad de tener una educación en el trascurso de mi vida. Sobre todo, por ser un excelente ejemplo a seguir. Que con su esfuerzo, consejos y cariño he logrado alcanzar mis metas los quiero muchas gracias por todo.

A mi esposa **Alejandra Torres Ríos** y a mi hija **Gisel Alejandra Otero**. Por ser una parte muy importante de mi vida, Que con su apoyo y cariño incondicional me han ayudado a realizar todas y cada una de mis metas. siempre han estado conmigo en las buenas y las malas, Sobre todo su paciencia y amor incondicional las amo.

Con mucho cariño, admiración y respeto a mis abuelitos por su apoyo y consejos, **Donaciano Otero Gómez** y **Tomasa Vega Zapata** que aun que ya no estén físicamente, siempre estarán presentes en mi corazón, por haber creído en mi hasta el último momento, que en paz descansen.

## Contenido

RESUMEN .....	4
ABSTRACT.....	6
I. INTRODUCCIÓN.....	8
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	10
2.1. Efectos de la suplementación con subproductos agroindustriales en la leche de cabras	10
2.2. Dietas de las cabras en pastoreo .....	13
2.2. Efectos de la suplementación sobre la fertilidad de las cabras.....	16
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	21
3.1. Área de Estudio .....	21
3.2. Animales y manejo.....	22
3.3. Producción de leche y registro.....	23
3.4. Manejo reproductivo .....	23
3.5. Análisis estadístico .....	24
IV. RESULTADOS.....	25
4.1. La producción de leche .....	25
4.2. Desempeño reproductivo .....	28
V. DISCUSIÓN .....	33
5.1. La producción de leche .....	33
5.2. Reproducción .....	36
VI. CONCLUSIONES.....	41
VII. LITERARURA CITADA.....	43

## RESUMEN

EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN ALIMENTICIA, DESPARASITACIÓN, DENSIDAD DE POBLACIÓN, ESTACIÓN REPRODUCTIVA Y RAZA EN EL RENDIMIENTO REPRODUCTIVO Y PRODUCCIÓN DE LECHE DE CABRAS EN PASTIZALES

GERMÁN OTERO PUENTE  
Maestro en Ciencias en Producción Agropecuaria

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

Dr. Jesús Alberto Mellado Bosque

Director de tesis

Se evaluaron los efectos de la suplementación con concentrado, sal o residuos de cultivos, tratamiento antihelmíntico durante épocas de lluvias, la aplicación de vacunas, raza y densidad de población sobre la producción de leche y el desempeño reproductivo de cabras en pastizales semiáridos. Treinta y siete rebaños de cabras que comprenden un total de 6393 animales se incluyeron en este estudio. Las cabras que recibieron 250 g de concentrado (S; 14 % de proteína) 30 días antes de la exposición a machos cabríos produjeron más ( $P < 0,05$ ) producción diaria de leche ( $218 \pm 61$  frente a  $200 \pm 60$  g) que las cabras sin suplemento (UNS). La producción de leche por lactancia fue 12 puntos porcentuales mayor ( $P < 0,05$ ) en las cabras que tuvieron acceso a la sal durante todo el año en comparación con las que no tuvieron acceso a la sal común. La ausencia de desparasitación deprimió ( $P < 0,05$ ) la producción diaria de leche ( $189 \pm 55$  vs.  $221 \pm 61$  g para cabras no tratadas y tratadas). La producción total de leche más bajo ( $P < 0,05$ ) en cinco meses fue para cabras Bóer ( $26,9 \pm 8,3$  kg) y el más alto para las cabras nubias ( $36,1 \pm 9,2$  kg). La tasa de partos fue más alta ( $P < 0,05$ ) en el grupo S que en el grupo UNS (66,9 vs 62,8%). Las cabras suplementadas con sal tuvieron una mayor tasa de parto ( $P < 0,05$ ) que las cabras que no recibieron sal (68,5 vs. 61, 2%). la más bajo ( $P < 0,05$ ) tasa de partos

fue para las cabras Saanen (58,7%) y el más alto para las cabras nubias (66,2%). Las cabras fecundadas en junio (temporada de lluvias) tuvieron mayor (76,9%;  $p < 0,05$ ) tasas de partos que las fecundadas en febrero (44,9%; estación seca). La tasa de embarazo fue la más baja ( $P < 0,05$ ) en cabras pastaban en pastizales  $< 500$  ha (57,4%) y más alto en cabras que pastan en pastizales  $> 1000$  ha (69,1%). Se concluyó que en este pastizal semiárido el suministro de concentrado y sal mejora tanto la producción de leche como el desempeño reproductivo. Además, la cría en invierno sincroniza las necesidades de nutrientes de la cabra con los forrajes de pastoreo, lo que aumenta la producción de leche. Además, se estableció el exceso de ganado para afectar negativamente la productividad de las cabras.

**Palabras clave:** Tasa de parto; tasa de gemelos; pérdidas fetales; tratamiento antihelmíntico; suplementación con sal.

## ABSTRACT

### EFFECT OF FEED SUPPLEMENTATION, DEWORMING, STOCKING DENSITY, BREEDING SEASON AND BREED ON REPRODUCTIVE PERFORMANCE AND MILK YIELD OF GOATS ON RANGELAND

**GERMÁN OTERO PUENTE**

Master Science in Agricultural Production

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

Dr. Jesús Alberto Mellado Bosque

Advisor

Effects of concentrate, salt or crop residues supplementation, anthelmintic treatment during the rainy season, application of vaccines, breed and stocking density on milk yield and reproductive performance of goats on semiarid rangeland were evaluated. Thirty-seven goat herds comprising a total of 6393 animals were included in this study. Goats receiving 250 g of concentrate (S; 14% protein) 30 d prior to exposure to bucks produced more ( $P < 0.05$ ) daily milk yield ( $218 \pm 61$  vs.  $200 \pm 60$  g) than the unsupplemented (UNS) goats. Milk production per lactation was 12 percentage points greater ( $P < 0.05$ ) in goats that had access to salt throughout the year compared to those without access to plain salt. The absence of deworming depressed ( $P < 0.05$ ) daily milk yield ( $189 \pm 55$  vs.  $221 \pm 61$  g for non-treated and treated goats). The lowest ( $P < 0.05$ ) total milk yield in five months was for Bóer goats ( $26.9 \pm 8.3$  kg) and the highest for Nubian goats ( $36.1 \pm 9.2$  kg). Kidding rate was higher ( $P < 0.05$ ) in the S than in the UNS group (66.9 vs. 62.8%). Salt-supplemented goats had a greater ( $P < 0.05$ ) kidding rate than goats not receiving salt (68.5 vs. 61.2%). The lowest ( $P < 0.05$ ) kidding rate was for Saanen goats (58.7%) and the highest for Nubian goats (66.2%). Goats fecundated in June (rainy season) had higher (76.9%;  $P < 0.05$ ) kidding rates than does fecundated in February (44.9%; dry season). Pregnancy rate was lowest ( $P < 0.05$ ) in goats grazing in rangelands  $< 500$  ha (57.4%) and highest in goats



grazing in rangelands >1000 ha (69.1%). It was concluded that in this semiarid rangeland the supply of concentrate and salt improves both milk yield and reproductive performance. Also, breeding in winter synchronizes the goat's nutrient needs with grazed forages, which increases milk yield. Also, overstocking was established to negatively affect goat's productivity.

**Keywords:** Kidding rate; twining rate; fetal losses; anthelmintic treatment; salt supplementation.

## I. INTRODUCCIÓN

La producción de cabras desempeña un papel importante en los medios de subsistencia de los agricultores de las regiones áridas y semiáridas de los países en desarrollo (1). En ecosistemas áridos, las cabras tienen ventajas sobre el ganado porque tienen una mayor capacidad para sobrevivir y producir durante las sequías. Además, ingieren una diversidad más amplia de forrajes (2) que permiten un uso más eficiente de los recursos forrajeros naturales disponibles y, en los sistemas de producción compuesto por bovinos y caprinos, distribuiría la presión del pastoreo de manera más equitativa entre las especies forrajeras en los pastizales que un rebaño mono específico (3).

En los sistemas extensivos de producción caprina en las zonas áridas de México se practica una agricultura de bajos insumos debido a los bajos ingresos de las familias, por lo que las condiciones de los pastizales determinan su nivel productivo. Las claves del éxito de los productores caprinos se centran en un rendimiento reproductivo moderado, una producción de leche limitada para la elaboración de queso, un bajo coste de producción y un precio de mercado adecuado para los productos caprinos.

La mayoría de las cabras en este ambiente árido subsistir únicamente en pastizales naturales comunales; por lo tanto, enfrentan escasez en el suministro de alimento suficiente para una producción óptima. Por lo tanto, la producción caprina se ve limitada, por el consumo limitado de alimentos y el contenido reducido de nutrientes de los forrajes durante la estación seca (4). Esta alimentación inadecuada conduce a tasas de crecimiento reducidas, madurez sexual tardía, primer parto a los dos años de edad, bajas tasas de parto, altas tasas de aborto relacionadas a la escasez de energía, alta mortalidad de los cabritos y producción limitada de leche en lactaciones menores de 6 meses (5, 6).

En vista de esto, es una necesidad mejorar el suministro de alimentos para las cabras criadas en pastizales. Algunos esfuerzos de investigación se han dirigido a mejorar el suministro de nutrientes a las cabras en pastoreo, incluyendo el uso de concentrados como alimentos complementarios (7, 8). Se sabe menos sobre los subproductos de los cultivos y el uso de la sal para complementar los recursos de los pastizales en los rebaños de cabras en ambientes áridos. Los forrajes latentes en el invierno justifican la suplementación alimenticia, porque la época reproductiva y el período de gestación en el norte de México ocurren durante el período seco. Al mejorar la nutrición de las cabras, principalmente mediante la suplementación con concentrados o subproductos de cultivos, se puede mejorar sustancialmente la productividad de las cabras locales (9). Por lo tanto, con la mejora de la industria caprina de los pastizales, la mayoría de los productores pasaron de operaciones de cosecha oportunistas a sistemas de producción cada vez más administrados y una mejor nutrición de las cabras durante todo el año.

Otra limitación potencial para la producción de leche y carne de cabra en las zonas áridas del norte de México son los genotipos inadecuados utilizados en estos ecosistemas áridos, que resultaron del cruce indiscriminado de cabras locales con razas lecheras europeas. Esto ha llevado a una población de cabras que ya no se parece mucho a las razas originales de cabras introducidas por los colonizadores españoles hace cuatro siglos, y no está claro si estos genotipos desarrollados en sistemas de altos insumos pueden prosperar en ecosistemas con escasos recursos forrajeros. Deberán identificarse y evaluarse los atributos de las razas utilizadas en este ambiente árido, para desarrollar programas de mejoramiento apropiados y sostenibles. Por lo tanto, los objetivos de este estudio fueron determinar los efectos de la raza, el concentrado, los subproductos del cultivo o la suplementación con sal, el tratamiento antihelmíntico, la densidad de población y la estación reproductiva sobre el rendimiento reproductivo y la producción de leche de cabras en mantenidas en pastizales semiáridos.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Efectos de la suplementación con subproductos agroindustriales en la leche de cabras

El uso de subproductos agroindustriales en la alimentación animal, particularmente en rumiantes, está en continuo aumento a nivel mundial porque puede reducir los costos de alimentación, entre otras razones de igual o mayor importancia. Muchos subproductos no son potencialmente comestibles para los humanos y, por lo tanto, no compiten con los alimentos de los seres humanos (Bakshi et al., 2016). Algunos subproductos tienen un alto potencial contaminante, y su inclusión en la dieta animal puede ayudar a reducir los problemas ambientales asociados a su acumulación, contribuyendo al mismo tiempo a la sostenibilidad de la producción ganadera y reduciendo la huella de carbono de los productos animales (Del Prado et al., 2013). Los subproductos también pueden contener compuestos bioactivos que pueden no solo mejorar la salud animal y la calidad de los productos animales, sino también reducir las emisiones de metano y ayudar a disminuir el impacto ambiental de la producción ganadera (Romero-Huelva et al., 2012).

Los granos de destilería secos con solubles (DDGS) son subproductos de la industria del etanol. Aunque hay mucha información disponible sobre los efectos de los DDGS en la alimentación de las vacas lecheras, hasta donde sabemos, solo Cais-Sokolińska et al. (2015, 2019) han evaluado su efecto en cabras lecheras, centrándose en el perfil de ácidos grasos (FA) de la leche, la composición básica de la leche y la calidad citológica (recuento de SCC), y tanto el proceso de fermentación como el perfil de aroma del suero resultante, y no hay información sobre los efectos de los DDGS en la producción de leche de cabra. La pulpa de cítricos es el principal subproducto de la industria de los cítricos que se puede alimentar fresca, ensilada o seca. La pulpa de cítricos se utiliza como fuente de energía dietética, generalmente como sustituto de granos de cereales. Tanto en vacas lecheras como en ovejas, se ha recomendado la inclusión de

pulpa seca de cítricos (PCD) en la dieta hasta en un 30 %. Se ha reportado en algunos estudios (revisado por Bampidis y Robinson, 2006) que no tiene un efecto negativo sobre la producción de leche, el contenido de grasa y el sabor, pero en otros, la inclusión de DCP en la dieta aumentó la producción de leche y la concentración de grasa. En cabras lecheras, López et al. (2014) observaron que reemplazar totalmente el maíz en la dieta con DCP no tuvo efecto sobre la producción de leche, pero sí aumentó la concentración de grasa en la leche, e Ibáñez et al. (2016) observaron que las cabras lecheras tenían una mayor movilización de grasa cuando el DCP reemplazó completamente a la cebada en la dieta, aunque la producción de leche no se vio afectada.

La extracción del aceite de oliva genera un residuo sólido húmedo denominado “alperujo” que se almacena en estanques al aire libre antes de ser deshuesado y secado en un proceso que genera un subproducto denominado orujo. Los orujos pueden utilizarse en la alimentación animal o ser objeto de extracción química (utilizando hexano u otros disolventes alimentarios autorizados) para obtener aceite de orujo de oliva, generando como subproducto orujos agotados (COE) (Marcos et al., 2019). Este subproducto es un material fibroso de bajo valor nutritivo pero rico en polifenoles (Molina-Alcaide y Yáñez-Ruiz, 2008, Marcos et al., 2019), por lo tanto, podría modificar la fermentación ruminal y mejorar la calidad de la leche.

Con el costo creciente de los alimentos convencionales, muchos coproductos o subproductos agrícolas e industriales, así como varios materiales novedosos, continúan siendo evaluados como alimentos para rumiantes. El estudio reciente de Arco-Pérez et al (Arco-Pérez et al., 2017) brinda un ejemplo de cómo los subproductos pueden usarse de manera efectiva en dietas de cabras lecheras lactantes cuando se incluyen en niveles bajos. El ensilaje de subproductos de aceituna y el excedente de ensilaje de tomate reemplazaron al heno de avena en un 20 % sin efectos nocivos sobre el rendimiento, y la alimentación a largo plazo con ensilaje de tomate aumentó la ganancia de peso corporal. Sin embargo, el diseño del estudio de Fernández et al (2019) fue algo

diferente, ya que las hojas de naranjo peletizadas reemplazaron totalmente la alfalfa peletizada en el 45% de la dieta. El forraje y el concentrado se alimentaron por separado, resultando en niveles de concentrado de 65,1% y 69,1% y FDN en MS consumida de 31,5% y 26,2% para las dietas de alfalfa y hojas de naranja, respectivamente. El consumo total de MS fue menor para la dieta con hojas de naranja (1,36 vs 1,61 kg/d), lo que se tradujo en una mayor digestibilidad de la MS (71,1% vs 63,5%) y consumo de MS digerida (1,07 y 0,97 kg/d para la alfalfa y hojas de naranja en dietas, respectivamente). Sin embargo, la producción de leche fue similar entre tratamientos (1.33 y 1.25 kg/d), por lo que el consumo de alimento y el rendimiento fue mayor para la dieta con hojas de naranjo (0.92 vs 0.79). Además de las diferencias en el nivel de concentrado en la dieta y la digestibilidad que compensaron parcialmente el menor consumo de MS de la dieta con hojas de naranja, probablemente contribuyó una menor pérdida de energía en el metano emitido por el rumen (18,1 y 12,3 g/d para las dietas con alfalfa y hojas de naranja, respectivamente) y a un uso más eficiente de la MS de la dieta de hojas de naranjo. Aunque los aceites esenciales en las hojas de naranja pueden haber contribuido a la diferencia en el metano, parece probable que los niveles dietéticos variados de concentrado y fibra también hayan tenido un impacto.

Las partes de las plantas, como las hojas y las semillas, contienen sustancias bioactivas, compuestos como aceites esenciales, saponinas y taninos (Cedillo et al. 2015, Kholif et al. 2017, Matloup et al. 2017) con algunas propiedades antimicrobianas y antihelmínticas, que se puede utilizar en rumiantes para mejorar la utilización del alimento, el rendimiento animal y el valor nutritivo de la leche (Kholif et al., 2015, 2016). Extractos y plantas enteras que contienen estos compuestos bioactivos pueden proporcionar una alternativa de bajo costo para mejorar la eficiencia alimenticia y la producción de leche (Miri et al. 2013, Salem et al. 2014).

La mostaza (*Brassica juncea*) es un cultivo de semillas oleaginosas, principalmente cultivado como condimento, con muchas ventajas como la sequía y la resistencia a enfermedades. La harina de mostaza es una excelente proteína. Sin embargo, la inclusión de mostaza en la alimentación de los rumiantes está limitada debido a los glucosinolatos elevados. Reducciones en el consumo de alimento, debido a la baja aceptabilidad, han sido reportados en vacas lecheras cuando las semillas de mostaza o harina fueron alimentados a niveles altos (es decir, 150 g/kg de materia seca (MS) de mezclas concentradas) (Moss, 1975).

## **2.2. Dietas de las cabras en pastoreo**

Las cabras tienen una capacidad considerable para seleccionar diferentes plantas y partes de plantas en comparación con el ganado bovino y ovino, y la composición botánica de la dieta refleja más la variedad de especies disponibles (Animut et al., 2008, Mellado, 2016). Además, el estado fisiológico del animal, que afecta las necesidades de nutrientes y energía, puede influir en la selectividad y la composición de la dieta. A modo de ejemplo, con cabras criollas en un área boscosa del Monte Desierto central en Argentina, Egea et al. (2019) observaron no solo un mayor consumo de materia seca (MS) por parte de las cabras en la lactancia temprana en comparación con los animales no lactantes, sino también un consumo relativamente mayor de materia seca, arbustos ricos en proteínas y taníferos. Los últimos hallazgos presumiblemente se relacionan con el mayor requerimiento de proteína de las cabras cuando están lactando que cuando están secas y la unión de proteínas a los taninos en el rumen para aumentar la absorción intestinal de aminoácidos. Además, la concentración de energía metabolizable (EM) en la dieta seleccionada por las cabras lactantes tendió a ser mayor y, aunque no se midió, se sugirió que esto se debió al aumento del tiempo de pastoreo y la tasa de mordeduras. El estudio de Askar et al. (2013) con cabras Boer que pastoreaban en praderas de pastos apoya la participación de la tasa de mordeduras, ya que la composición botánica y química de la dieta

seleccionada por hembras lactantes, machos en crecimiento y machos de un año fueron similares, pero la tasa de la ingesta de EM por hembras lactantes fue mayor. El tiempo dedicado a pastar fue similar entre los tipos de animales, lo que puede relacionarse con un aumento probable de la energía térmica asociado con un tiempo de pastoreo más largo y poca o ninguna asociación entre la tasa de mordidas y el gasto de energía (Askar et al., 2013, Askar et al., 2013, Gipson et al., 2015).

Algunos hallazgos de Manousidis et al. (2018) con cabras Griegas adultas que pastoreaban en pastizales leñosos mediterráneos durante 2 años fueron similares a los de Egea et al (2019). Se realizó un análisis para determinar las características químicas responsables de la selección de plantas y grupos de plantas específicos y la influencia de la etapa fisiológica del animal. La concentración de proteína cruda (CP) en las plantas tuvo una mayor influencia en la selección en primavera y verano cuando las cabras estaban lactando en comparación con el otoño, aunque se considera que hay confusión entre el estado fisiológico y la estación.

Fedele et al. (2002) observaron un cambio considerable en los ingredientes y la composición química de la dieta de las cabras Maltesas de Italia desde la gestación hasta la lactancia con libre acceso a heno de alfalfa, heno de pasto, heno de cebada, garbanzos, habas y pulpa de remolacha. En general, la concentración de CP aumentó con el avance de la preñez y disminuyó a medida que disminuían los días en leche (DIM), este último concomitante con un mayor nivel de almidón. El consumo de MS alcanzó su punto máximo en la lactancia temprana/media para las cabras, tanto con libre acceso a los diferentes alimentos como con manejo tradicional. Los alimentos consumidos por las cabras de libre elección variaron a lo largo del estudio, sin embargo, el nivel de NDF en la dieta se mantuvo estable en aproximadamente un 40 %. Aunque el estudio de 16 semanas de Goetsch et al. (2003) fue con crías alpinas en crecimiento y hubo diferencias considerables en otras condiciones, los hallazgos no concuerdan estrechamente con los de Fedele et al (2002). Se ofreció una mezcla concentrada



de 72.8 % de maíz molido, 15.2 % de harina de soya, 6 % de harina de pescado y 6 % de melaza seca al 25 %, 50 % o 75 % de la dieta (es decir, 25 °C, 50 °C y 75 °C, respectivamente) con heno de trigo que comprende la otra porción y una tasa de alimentación del 105% al 110% del consumo anterior. También hubo un tratamiento con libre acceso a concentrado y forraje (FC). El nivel dietético de concentrado fue de 26.3 %, 53.2 %, 79.8 % y 83.6 %, la ingesta de MS fue de 626, 641, 623 y 704 g/d, y la ganancia diaria promedio (GMD) fue de 53, 71, 81 y 105 g para 25C, 50C, 75C y FC, respectivamente. Los efectos favorables del tratamiento con FC sobre la ingesta de ADG y ADG,MS se manifestaron en las últimas 8 semanas del experimento, lo que puede estar relacionado con la adaptación a un nivel dietético relativamente bajo de FND (es decir, <20 %), así como con otros factores como capacidad creciente para la acumulación de lípidos con el tiempo.

El consumo por rumiantes de alimentos que contienen compuestos fenólicos puede tener una variedad de efectos además de la unión a proteínas ruminales. Uno abordado recientemente por Chávez-Servín et al (2018) es que los compuestos fenólicos ingeridos pueden estar presentes en la leche, con beneficios potenciales para la salud humana en parte relacionados con el cambio en la capacidad antioxidante. El estudio abordó los efectos del tipo de sistema de producción y la estación (seca vs húmeda) en México sobre los compuestos fenólicos en la leche, suero y queso de cabra. Las cabras alpinas a 60 DIM estaban en un entorno de pastoreo al aire libre o confinadas con consumo de heno y concentrado de alfalfa. Los niveles de compuestos fenólicos fueron mayores para el sistema semi-intensivo vs intensivo y en época seca vs lluviosa, y la capacidad antioxidante fue mayor en época poco lluviosa y en algunos casos para pastoreo vs confinamiento. Las especies de plantas solo se describieron de manera general, y las diferencias presumiblemente se relacionan con el nivel de compuestos fenólicos en plantas particulares presentes. Además, las variables de producción adicionales, como la producción de leche y los niveles de otros constituyentes, podrían haber sido influenciadas, ya que otras condiciones a veces alteradas por los fenoles incluyen la emisión de metano ruminal (Liu et al.,

2019) y la biohidrogenación de ácidos grasos (FA) que podrían afectar el ácido linoleico conjugado bioactivo (CLA) isómeros que llegan a la glándula mamaria para disminuir potencialmente la síntesis de FA de novo.

En un estudio de García-Monjaras et al. (2021) se presumió que la elección de la dieta de cabras mestizas en matorrales xerófilos del norte de México depende de su potencial de producción de leche. Durante el invierno y la primavera (época seca), se registró la producción de leche y se recolectaron muestras de forraje semanalmente. Las cabras se separaron en grupos de producción media (MP, n = 20) o de baja producción de leche (LP, n = 20). La producción total de leche para 105 días de lactancia fue de  $45.2 \pm 12.5$  y  $20.7 \pm 5.2$  L para las cabras MP y LP, respectivamente. El peso corporal de la madre se relacionó positivamente con la producción de leche. Los análisis microhistológicos mostraron que las dietas de las cabras se componían principalmente de arbustos (33 %) y pastos perennes (36 %) durante la estación seca sin influencia de la producción de leche o la estación en la selección de la dieta.

## **2.2. Efectos de la suplementación sobre la fertilidad de las cabras**

Las cabras juegan un papel predominante en la economía de millones de personas, y han proporcionado carne, leche, piel y fibra durante siglos. Los animales pasan por varios tipos de estrés, es decir, estrés físico, nutricional, químico, psicológico y térmico. Entre todos, el estrés por calor es el más preocupante en la actualidad en el cambiante escenario climático. El cambio climático es el desafío a largo plazo más serio que enfrentan los propietarios de pequeños rumiantes en todo el mundo. Estrés por calor da como resultado una disminución del crecimiento, la reproducción, la producción, la cantidad y calidad de la leche, así como inmunidad natural, haciendo que los animales sean más vulnerables a las enfermedades e incluso a la muerte. Así, el estrés por calor resulta en grandes pérdidas económicas, enfatizando la necesidad de evaluar

objetivamente el bienestar animal. La creciente demanda de productos animales, paralela al frecuente clima cálido, es una grave amenaza para el sector agrícola. La capacidad de las cabras para hacer frente al estrés por calor sin dañar su bienestar y rendimiento productivo ha sido a menudo sobrevalorado. Hasta la fecha, se ha prestado poca atención a los datos completos y detallados sobre el efecto adverso del estrés por calor en cabras.

La demanda de productos pecuarios (incluidos los pequeños rumiantes) se ha visto impulsada en gran medida por el rápido crecimiento de la población humana, aumentos en los ingresos y urbanización (Thornton et al., 2010). El sector ganadero está cada vez más organizado en largas cadenas de mercado que emplean a más de 1.300 millones de personas globalmente y apoyar directamente los medios de subsistencia de 600 millones de pequeños agricultores pobres en el mundo en desarrollo (Thornton et al., 2010). A nivel mundial, los pequeños rumiantes juegan un papel importante en la economía de millones de personas que se ganan la vida criando estos animales en diferentes condiciones climáticas (Ben Salem, 2010, Silanikove et al., 2010, Gupta et al., 2013.)

Las cabras se encuentran entre las especies con una amplia distribución geográfica, desempeñando un papel importante en la revolución agrícola y el avance de la civilización humana. Se cree que las cabras fueron domesticadas hace unos 10,000 años (Zeder, 2008, Dwyer, 2009), en el llamado 'Creciente Fértil' del Medio Oriente (Silanikove et al., 2015). Esta especie juega un papel predominante en el sustento de los medios de vida de familias empobrecidas, especialmente en las zonas rurales. Las cabras deben su popularidad a su capacidad multipropósito para proporcionar carne, leche, piel, vísceras, cuernos, estiércol como combustible y fibra (Dwyer, 2009, Ben Salem, 2010)

El pastoreo de cabras es el único método de crianza de cabras en estas zonas áridas, por lo tanto, la productividad caprina está limitada por el consumo limitado de alimento (Gaytán et al. 2015) y el contenido reducido de nutrientes de los forrajes durante la estación seca (Mellado et al. 1991). Forrajes latentes en

invierno aconsejan la suplementación de alimentos debido a que la temporada de reproducción, y el periodo de gestación de las cabras en el norte de México ocurre habitualmente durante los largos periodos secos, y escasos nutrientes. Los requisitos para las hembras preñadas no coinciden con los nutrientes disponibles en el pastizal. Para mejorar la industria caprina en pastizales, las explotaciones comerciales caprinas dependen de la utilización de cosechas oportunistas.

El objetivo de una investigación de Mellado et al. (2020) fue determinar la influencia de la suplementación con concentrado durante la estación seca sobre el rendimiento reproductivo de las cabras, los metabolitos sanguíneos y los minerales y algunas hormonas del suero sanguíneo. Se investigó el efecto de la suplementación con concentrado en cabras mestizas en pastizales durante el período seco sobre su desempeño reproductivo. Las cabras fueron asignadas en dos grupos, un grupo suplementado con concentrado (S, n = 91) y un grupo sin suplementar (UNS, n = 118). Los cabritos recibieron 350 g/día de concentrado por cabeza, 30 días antes de la monta (en invierno) y 30 días durante el último trimestre de la preñez. Las cabras UNS presentaron menor peso vivo al inicio de la el período de cría que el grupo S ( $38.2 \pm 3.7$  vs.  $44.4 \pm 3.6$  kg). Las ganancias diarias promedio durante la gestación fueron más altas en el grupo S que en las cabras UNS ( $15.5 \pm 1.2$  vs.  $-0.5 \pm 5.1$  g/d). Las cabras S tuvieron una tasa de parto más alta (87.1%) que las cabras UNS (54.7%). El tamaño de la camada de cabras UNS y S fue de 1.39 y 2.00, respectivamente. La triyodotironina sérica, la tetrayodotironina y la concentración de cortisol al final del período de suplementación no se vieron afectados. La glucosa sérica ( $88.7 \pm 3.8$  frente a  $95.7 \pm 5.3$  mg/dl), proteína total ( $6.9 \pm 1.1$  frente a  $8.2 \pm 1.2$  mg/dl) y nitrógeno ureico en sangre ( $17.1$  frente a  $1.2$  mg/dl),  $21.0 \pm 4.3$  mg/dL) fueron más bajas para las cabras UNS en comparación con las cabras S.

Estos resultados de Mellado están en línea con varios autores (Sahu et al. 2013, Niaz et al. 2017) quienes reportaron mayor tasa de crecimiento de las cabras debido a la suplementación con concentrado. El desempeño reproductivo

normalmente se correlaciona con los cambios en el peso vivo PV), El bajo PV suele ir acompañado de una menor fertilidad (Haldar et al. 2014), y en peor condición corporal tiene una temporada de reproducción más corta y ciclos estrales más anormales (De Santiago-Miramontes et al., 2009). Las tasas de concepción del presente estudio fueron comparables a los valores informado por Madibela et al. (2002) en pastoreo de cabras en Botswana. La baja energía en la dieta de las ovejas provoca alteración en la supervivencia de embriones (Lozano et al. 2003).

*Acacia farnesiana* es particularmente abundante en muchos países y su follaje y frutos pueden ser valiosos por el aporte de energía y proteína en la dieta de pequeños rumiantes (García-Winder et al 2009, García-Montes de Oca et al., 2011). *Leucaena leucocephala* es otra fuente de proteína que se utiliza como suplemento para pequeños rumiantes que ingieren forrajes de mala calidad (Harun et al., 2017). Igualmente, follaje y vainas de mezquite (*Prosopis glandulosa* (Torr.) glandulosa) es un potencial recurso forrajero en pastizales semiáridos y subtropicales (Harun et al., 2017, Mayagoitia et al., 2020).

Estas especies de árboles leguminosos son comunes en los ecosistemas en todo el mundo y sus frutos (vainas) se comen fácilmente por el ganado (Kneuper et al., 2003, García-Winder et al., 2009) y tienen contenidos suficientes de proteína bruta (PC) y materia seca (MS) para hacer frente a las exigencias de los pequeños rumiantes en ambientes hostiles (Barrientos-Ramírez et al., 2012, Walker 2012). Por lo tanto, el uso de estos árboles leguminosos son importantes recursos forrajeros en pastizales para aumentar la sostenibilidad de las operaciones ganaderas proporcionando forraje de alta calidad durante los períodos en que el forraje herbáceo es limitado o de baja calidad (García Montes de Oca et al., 2011, Campos et al., 2020).

México, tiene casi 9 millones caprinos, en su mayoría en condiciones áridas y semiáridas, que contribuyeron a la economía. En 2019 produjeron cerca de 40,000 toneladas de carne. Aunque son animales muy resistentes, su tasa de

fecundidad puede reducirse al 70% cuando no se satisfacen los requerimientos nutricionales, ya que las hembras que conciben pierden fetos, lo que resulta en una tasa de partos de alrededor del 50%. Esto es una pérdida económica significativa y problema de bienestar animal para la industria (Mellado-Bosque et al., 2001, Mellado et al., 2020). La combinación de desnutrición y mala salud conduce a una baja eficiencia reproductiva y presión genética en la supervivencia más que en la productividad.

Con respecto a la nutrición, interesa el último tercio de la gestación y la lactancia temprana porque son períodos de alta demanda de energía materna para apoyar el crecimiento de los fetos y el recién nacido (Pulina et al., 2004, Sadjadian et al., 2021). Alrededor del 75% del crecimiento fetal ocurre en este período y, peor aún, el consumo de alimento se reduce hacia el final de la gestación porque el crecimiento de la unidad fetoplacentaria restringe la capacidad ruminal (Du et al., 2010, Ochoa Cordero et al., 2019). Cuando los requerimientos nutricionales no se cumplen, la transferencia de energía, proteínas y nutrientes esenciales de la madre al feto se reducen, comprometiendo el crecimiento y desarrollo fetal (Du et al., 2010, Jenkinson et al., 2012). En última instancia, el feto puede adaptarse a estos desafíos nutricionales al modular el crecimiento, pero el peso al nacer es reducido (Fowden et al., 2006, Coan et al., 2008, Gluckman et al., 2008). Además, las limitaciones nutricionales interrumpen la actividad endocrina metabólica en la cría, lo que lleva a un estado catabólico (Caldeira et al., 2007, Tygesen et al., 2007) que se asocia con insuficiencia mamaria desarrollo glandular y trabajo de parto prolongado. El resultado para el neonato es una pobre capacidad para ponerse de pie y mamar, junto con la baja cantidad y calidad de calostro y leche, una situación aumenta a medida que aumenta el número de fetos (Neville et al., 2013, Rosales Nieto et al., 2015, Dutra et al., 2011). Es importante destacar que el rendimiento del calostro y la leche se correlaciona con el vínculo madre-hijo al nacer, la supervivencia neonatal y la supervivencia posnatal (García-Winder et al., 2009, Nowak et al., 2000, Garcia-Montes de Oca et al., 2011).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Área de Estudio

El estudio se realizó de enero de 2017 a junio de 2018 en múltiples rebaños de cabras en pastizales semiáridos del norte de México ( $25^{\circ} 00'$  a  $26^{\circ} 17' N$ ,  $101^{\circ} 16'$  a  $101^{\circ} 47' O$ ; altitud 1550-1800 m) dominados por un matorral desértico micrófilo. Los suelos en el sitio de estudio eran limosos y la profundidad que recubría un sustrato de piedra caliza oscilaba entre 300 y 700 mm. La comunidad de plantas estuvo dominada por arbusto de creosota (*Larrea tridentata* (DC.) Coy.). Otras especies importantes de ramoneo fueron el mezquite (*Prosopis glandulosa* Torr.), la lechuguilla (*Agave lechuguilla* Torr.) y la tuna (*Opuntia rastrera* Weber). Las gramíneas primarias incluyeron grama de avena lateral (*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.) y tres aristas de Arizona (*Aristida arizonica* Vasey). Las especies de hierbas más comunes fueron la belladona (*Solanum elaeagnifolium* Cav.) y la malva (*Sphaeralcea angustifolia* (Cav.) D. Don.).

La temperatura media anual es de  $16^{\circ} C$  y la precipitación media anual es de 299 mm, cayendo el 75% de junio a octubre. Históricamente, este pastizal comunal ha sido fuertemente abastecido y pastoreado continuamente por múltiples grandes rebaños de cabras además de equinos y bovinos. Por lo tanto, las cabras pastaban en un pastizal deteriorado que mostraba un bajo potencial de producción de forraje. La carga ganadera era de 3 a 10 ha por cabra, que en muchos casos estaba por encima de la capacidad de carga de este pastizal.

### 3.2. Animales y manejo

Se incluyeron en este estudio treinta y siete rebaños de cabras que comprenden un total de 6393 animales. Se asignaron siete técnicos para la toma de datos de estos rebaños caprinos. Las razas de cabras en los diferentes rebaños fueron alpino francés no mejorado, bóer, nubio, saanen e indefinido (mezcla de razas lecheras). Las granjas practicaban la misma gestión del pastoreo y métodos de cría característicos del sistema tradicional de aldeas extensivas (seis horas diarias de pastoreo guiadas por pastores). Las cabras se encierran cerca de los hogares por la noche sin acceso al agua. Las cabras son llevadas a los puntos de agua durante el período de pastoreo solo una vez al día, permaneciendo al menos 15 min en este sitio, por lo que se rehidratan por completo. Todos los hatos no tenían acceso a servicios veterinarios.

En cuatro rebaños de cabras, los animales recibieron suplementos de concentrado (S; 14 % de proteína cruda; alrededor de 250 g/cabeza por día) 30 días antes de la reproducción en enero o febrero de 2017. Las cabras en 10 rebaños reciben sal común a libre acceso durante todo el año. Las cabras en 12 rebaños fueron desparasitadas al menos una vez durante el otoño (temporada de lluvias; ivermectina; Ivomec®, Boehringer Ingelheim, Guadalajara, México). Las cabras de 11 rebaños fueron inmunizadas contra la brucelosis (vacuna viva liofilizada, Melirev-N Pronabive, CDMX, México), 10 clostridios (COVEXIN® 10, Schering-Plough, CDMX, México) y neumonías y enfermedades respiratorias (*Mannheimia haemolytica* A1 y A2, *Pasteurella multocida* e *Histophilus somni*; Bayovac®, Bayer, CDMX, México). Las cabras en 16 rebaños recibieron paja de cereal durante el invierno.



### **3.3. Producción de leche y registro**

Después del parto, las cabras fueron ordeñadas a mano una vez al día antes de llevarlas al pastizal, desde la primera semana después del parto hasta aproximadamente los 5 meses. Se realizó un registro de leche inicial aproximadamente una semana después del parto, separando a los cabritos de sus madres durante la noche. No se registró la leche de las cabras que crían cabritas, ya que estas madres permanecieron con sus crías durante todo el período de lactancia. Los cabritos machos se venden aproximadamente a los 30 días de edad, por lo que estas hembras fueron ordeñadas durante todo su período de lactancia (aproximadamente 5 meses). La producción de leche de estas cabras se registró cada 14 días utilizando una báscula colgante digital con un peso de hasta 3 kg. La producción total de leche se calculó multiplicando el promedio entre mediciones de leche sucesivas por el número de registros diarios de leche y sumando los productos. Las cabras se secaron cuando la producción de leche fue inferior a 80 g por día.

### **3.4. Manejo reproductivo**

Todas las hembras estuvieron expuestas a machos (2 a 3 % de machos por rebaño) durante 4 semanas, ya sea en enero, febrero, junio o julio de 2017. Los machos tenían un puntaje de condición corporal de 3.0 a 3.5 (escala de 1 a 5 puntos) y habían tenido experiencia previa de apareamiento. No se realizaron observaciones de la salud reproductiva y el comportamiento de los machos antes del período de reproducción. Después de la temporada de cría, no se permitía que los machos interactuaran con las hembras durante todo el año. La mayoría de los partos tenían lugar en el corral en verano o invierno. También se registraron las tasas de parto, las pérdidas fetales, la tasa de gemelos y la mortalidad de los cabritos (0 a 30 días). Se registraron pérdidas fetales >50 días después de la temporada reproductiva en cabras que exhibieron signos visuales

evidentes de aborto (expulsión de un feto muerto o presencia de membranas fetales y secreciones vaginales).

### **3.5. Análisis estadístico**

Los datos sobre la tasa de concepción, la tasa de partos, las pérdidas fetales, la tasa de gemelos y la mortalidad de cabritos se analizaron mediante procedimientos categóricos utilizando el procedimiento GENMOD de SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC, EE. UU.) con la función de enlace lógico y el procedimiento de eliminación gradual.

El efecto incluido en el modelo fue suplementación con concentrado, suplementación con sal, suplementación con subproductos de cultivo, mes de crianza de caprinos, tratamiento antiparasitario y extensión del área de pastoreo (<500, 500-1000 o >1000 ha), con cada animal como unidad experimental única y paridad (primípara y plurípara) como covariable. Todas las interacciones de primer orden fueron incluidas en el modelo. Si se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, se utilizó el procedimiento DIFF de SAS para comparar los valores medios. Se usó el análisis de varianza (PROC MIXED; SAS) para la duración de la lactancia, producción diaria de leche y producción de leche por lactancia. Se ajustó el modelo con efectos principales y se eliminaron las variables no significativas ( $P \geq 0,05$ ) en un procedimiento de exclusión por pasos hacia atrás. Un término de interacción solo se mantuvo en el modelo si era significativo ( $P < 0.05$ ) o si era biológicamente significativo. La separación de medias se realizó utilizando la opción PDIFF en SAS. No todos los animales estaban representados por las características de la leche, ya que las cabras que criaban cabritos no estaban disponibles para el ordeño.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. La producción de leche

La suplementación con concentrado mejoró moderada pero significativamente la producción total de leche por lactancia (alrededor de 4 kg en comparación con las cabras no suplementadas;  $P < 0,01$ ), la duración de la lactancia y la producción diaria de leche (Tabla 1). La interacción raza x suplemento de concentrado fue significativa ( $P < 0.05$ ) para la producción diaria de leche y la producción de leche por lactancia; Las cabras nubias tuvieron una mayor respuesta de producción de leche a la suplementación que todas las demás razas de cabras. Otra interacción importante fue la suplementación con concentrado x mes de fecundación, con mayor producción diaria de leche en las cabras sin suplementar (UNS) en enero que las cabras S. Lo contrario ocurrió en todos los demás meses de fecundación.

La producción de leche por lactancia fue 12 puntos porcentuales mayor ( $P < 0.05$ ) en cabras que tuvieron acceso a sal durante todo el año en comparación con las que no tuvieron acceso a sal simple. Del mismo modo, la duración de la lactancia y la producción media diaria de leche fueron mayores para las cabras que tenían acceso a la sal en comparación con las cabras que no tenían acceso a la sal. Hubo interacción concentrado x sal ( $P < 0.05$ ); el efecto de la suplementación con concentrado fue mayor cuando no se ofreció sal que cuando se ofreció sal. Además, hubo interacción mes de crianza x suplementación de sal ( $P < 0.05$ ). Hubo un marcado aumento en la producción total de leche en las cabras a las que se les ofreció sal en febrero en comparación con las cabras que no recibieron este suplemento, mientras que la suplementación con sal no afectó la producción total de leche en las cabras en junio.

El tratamiento antihelmíntico dio como resultado aumentos significativos ( $P < 0,05$ ) en la producción diaria de leche, mientras que la ausencia de desparasitación redujo la producción total de leche en unos 5 kg. La interacción raza x antihelmíntico resultó en una mayor producción diaria de leche para todas las razas de cabras desparasitadas en comparación con los animales no desparasitados, a excepción de las cabras alpinas donde la producción de leche se redujo con la desparasitación. También se observó una interacción significativa de tratamiento antihelmíntico x extensión del área de pastoreo con la mayor producción de leche con el efecto combinado de área de pastoreo grande y desparasitación y sin respuesta de desparasitación con área de pastoreo reducida. La suplementación con subproductos de cultivos no mejoró ( $P > 0,05$ ) la producción diaria de leche y la producción total de leche por lactancia.

La duración de la lactancia fue más larga. ( $P < 0,05$ ) para las cabras nubias y más cortas para las cabras de Saanen (Cuadro 1). El más bajo ( $P < 0,05$ ) la producción diaria de leche fue para las cabras Bóer y la más alta para las cabras Saanen e indefinidas. La producción total de leche fue la más baja ( $P < 0,05$ ) para las cabras Bóer, mientras que las cabras nubias produjeron la mayor producción de leche por lactancia. La interacción Raza x tamaño del área de pastoreo dio como resultado un aumento significativo de la producción diaria de leche para cabras indefinidas, Bóer y Nubia con un aumento del área de pastoreo; lo contrario ocurrió con las cabras alpinas. Hubo una suplementación de raza x concentrado para todos los rasgos de leche. Con respecto a la producción diaria de leche, todas las razas de cabras, excepto las cabras alpinas, aumentaron sustancialmente la producción de leche con la suplementación con concentrado.

La duración de la lactancia fue similar para las cabras expuestas a machos cabríos en enero, febrero y julio, con la menor ( $P < 0,05$ ) lactancia para cabras expuestas a machos cabríos en junio. La producción diaria de leche fue mayor ( $P < 0,05$ ) para cabras fecundadas en enero y junio y menor para cabras



Indefinido (n= 242)	144 ± 31c	230 ± 63b	33,2 ± 12,3c
Nubio (n= 582)	161 ± 19d	224 ± 55b	36,1 ± 9,2 d
Saanen (n= 181)	130 ± 26e	260 ± 65a	33,9 ± 11,1c
Mes de fecundación (F)	FxB, FxC, FxL*	FxB, FxC, FxS, FxL*	FxA, FxC, FxL*
enero (n= 328)	152 ± 25a	213 ± 50a	32,2 ± 8,1a
Febrero (n= 1021)	151 ± 27a	206 ± 64b	31,0 ± 10,3b
Junio (n= 307)	147 ± 26b	214 ± 59a	31,4 ± 10,2 ab
julio (n= 363)	154 ± 20a	176 ± 44c	26,9 ± 6,9c
Extensión de tierra (ha; L)	LxB, LxF*	LxB, LxF, LxC*	LxB, LxF, LxC*
<500 (n=660)	158 ± 23a	161 ± 42a	25,6 ± 7,6a
500-1000 (n= 473)	155 ± 22b	217 ± 50b	33,6 ± 8,6b
>1000 (n= 886)	146 ± 26c	226 ± 60c	32,8 ± 10,2b

Los valores en columnas para fuentes particulares de variación seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes ( $P > 0.05$ ).

\*Interacción ( $P < 0,05$ ).

#### 4.2. Desempeño reproductivo

La tasa de partos aumentó con la suplementación con concentrado antes de la reproducción (Tablas 2), pero las pérdidas fetales y la tasa de gemelos no se vieron influenciadas por la provisión de concentrado. Más cabritos murieron en los primeros 30 días posteriores al parto en animales nacidos de S hace que UNS. La interacción bidireccional entre la suplementación con concentrado y la raza de las cabras, así como la suplementación con concentrado y el mes de inseminación, fueron significativas para cualquier variable de respuesta. Las cabras suplementadas con sal tienen mayores tasas de parto, menos pérdidas fetales y una mayor tasa de gemelos ( $P < 0,05$ ) que las cabras que no reciben

sal. Las interacciones bidireccionales sal x raza, sal x mes de crianza y sal x tamaño del área de pastoreo fueron significativas ( $P < 0.05$ ) para las características reproductivas. Asimismo, la administración de antihelmínticos resultó en tasas de parto más altas, menos pérdidas fetales y mayor tasa de gemelos ( $P < 0.05$ ) que las cabras no desparasitadas. Las interacciones tratamiento antihelmíntico x raza, tratamiento antihelmíntico x tamaño del área de pastoreo, tratamiento antihelmíntico x suplementación con concentrado y tratamiento antihelmíntico x mes de crianza fueron significativas ( $P < 0.05$ ) para todas las variables reproductivas.

Había diferencias de raza ( $P < 0.05$ ) para tasas de parto, pérdidas fetales, tasa de gemelos y tasa de mortalidad. Las cabras Saanen presentaron la menor ( $P < 0.05$ ) tasa de parto mientras que todas las demás razas de cabras no diferían en este rasgo. Importante interacción bidireccional (**PAGS**  $< 0.05$ ) fueron raza x suplementación con concentrado, raza x tamaño del área de pastoreo, raza x mes de fecundación. Las pérdidas fetales fueron mayores ( $P < 0.05$ ) para Bóer y alpina francesa que para las otras razas de cabras. Algunas interacciones importantes ( $P < 0.05$ ) para esta característica fueron raza x tamaño del área de pastoreo, raza x mes de inseminación y raza x suplementación con concentrado. La tasa de gemelos fue más alta ( $P < 0.05$ ) para las cabras Saanen y más baja para las cabras Bóer. Las tasas de mortalidad infantil temprana fueron más altas para los cabritos nacidos de cabras Saanen y más bajas para los cabritos nacidos de cabras Bóer.

Las cabras fecundadas en los meses de invierno tenían menor ( $P < 0.05$ ) tasas de parto que las fecundadas en los meses de verano, con importantes ( $P < 0.05$ ) interacción mes de crianza x suplementación con concentrado, mes de crianza x extensión de terreno y mes de crianza x tratamiento antihelmíntico para todas las variables reproductivas. Mejor desempeño reproductivo ( $P < 0.05$ ) se observó en cabras mantenidas en amplias áreas de pastoreo que en aquellas mantenidas en áreas reducidas de pastoreo.





Alpes Franceses (n= 482)	472/727 (64.9)a	166/672 (24.7)a	210/482 (43,6)ab	33/482 (6.9)b
Bóer (n= 1898)	1915/3086 (62.1)ab	619/2745 (22.4)a	608/1899 (32.0) c	55/1899 (2.9)c
Indefinido (n= 353)	353/550 (64,2)ab	90/520 (17,3)b	132/353 (37.4) ac	18/353 (5.1) cb
Nubio (n= 1204)	1204/1819 (66.2)a	218/1535 (14.2)b	542//1204 (45.0)a	72/1204 (6.0) cb
Saanen (n= 124)	124/211 (58,7)b	31/190 (16.3)b	60/124 (48,4)a	16/124 (12,9)a
Mes fecundación (F)	FxB, FxA, FxC, FoS, FxL*	FxA, FoS, FxC, FxL*	FxB, FxA, FoS, FxL*	FxB, FxA, FoS, FxL*
Enero (n= 404)	401/673 (59.6)a	182/633 (28.8)a	230/404 (56,9)a	44/404 (10.9)a
Febrero (n= 2794)	1840/4099 (44.9)b	705/3894 (18.1)b	1045/2794 (37.4)b	126/2794 (4.5)b
Junio (n= 343)	343/446 (76,9) c	49/419 (11,8) c	133/343 (38,8)b	6/343 (1,8) ac
julio (n= 520)	801/1175 (68.2)d	185/719 (25.7)a	143/521 (27,5)c	18/524 (3,5)c
Extensión de tierra (ha; L)	LxB, LxA, LxC, LxS, LxF*	LxF, LxC, LxB*	LxB, LxA, LxS, LxC, LxF*	LxB, LxC, LxF*
<500 (n=1318)	1319/2300 (57.4)a	466/1928 (24.2)a	323/1319 (24.5)a	11/1319 (0.8)a
500-1000 (n= 656)	656/1065 (61.6)b	137/ 846 (16.2)b	253/656 (38,6)b	20/656 (3.1)b
>1000 (n= 2087)	2093/3028 (69.1)c	518/2888 (17.9)c	975/2087 (46,7)c	163/2087 (7.8)c

Los valores en columnas para fuentes particulares de variación seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

\*Interacción ( $P < 0,05$ ).

## V. DISCUSIÓN

### 5.1. La producción de leche

Independientemente de la suplementación con alimentos, la duración de la lactancia de las cabras en el presente estudio fue de aproximadamente 5 meses, lo cual es típico de las cabras en pastoreo en ecosistemas áridos (5, 10). Lactancias más largas y una mayor producción diaria de leche conducen a una mayor producción media total de leche en las cabras S que en los animales UNS. Esto está en consonancia con otros estudios en los que las cabras lecheras en pastoreo han mejorado su producción de leche cuando se les administran suplementos proteicos (9, 11). Dado que la suplementación con concentrado no se administró durante la lactancia, la mayor producción de leche observada en las cabras S antes del servicio parece deberse a las mayores reservas de energía corporal acumuladas antes del parto de las cabras.

La baja producción de leche de las cabras en el presente estudio fue comparable a otras cabras de pastoreo nativas de UNS (12, 13, 14) con bajo potencial de producción de leche y disponibilidad de nutrientes insuficientes de los pastizales para cumplir con los requisitos de nutrientes para una producción de leche media (4). Este estudio mostró que la nutrición tuvo un efecto en la producción de leche, con las hembras S produciendo más leche que las UNS. La diferencia en la producción de leche entre las cabras suplementadas con concentrado y las cabras UNS refleja el déficit entre los requisitos de nutrientes de las cabras en los pastizales y los nutrientes proporcionados solo por los pastizales. En ecosistemas donde la cantidad de nutrientes necesarios para la producción de leche es superior a los que aporta el pasto, es muy importante ofrecer concentrado a las cabras para aumentar la producción de leche en los sistemas de producción de pastos (15,11, 16).

La suplementación con sal mejoró sustancialmente la producción de leche en estas cabras en pastizales, incluso más que el concentrado, lo que sugiere que el sodio y el cloruro eran deficientes en los forrajes ingeridos por las cabras lactantes. Una respuesta similar en la producción de leche (12,8%) a la suplementación con sal se logró en vacas en un pasto basado en raigrás (17). Las cabras eliminan rutinariamente el sodio del cuerpo a través de las heces, la orina, la saliva y la leche y es necesario reemplazarlo constantemente. Los suelos en el área de estudio tienden a ser bajos en sodio (18) y fue evidente a partir del ensayo actual que el sodio es deficiente para las cabras en este pastizal semiárido; por lo tanto, es importante asegurarse de que las cabras reciban suplementos diarios de sal porque los beneficios en el aumento de los rendimientos superan con creces el costo de la sal.

El tratamiento antihelmíntico de las cabras aumentó la producción diaria de leche y la producción total de leche, lo que indica que las cabras estaban parasitadas de manera subclínica a un nivel suficiente para interferir con la producción de leche. El aumento de cinco puntos porcentuales en la producción total de leche en cabras desparasitadas es similar al aumento del 4-8% en la producción de leche en cabras de pastoreo de alto rendimiento (19). Se ha informado un aumento mucho mayor en la producción de leche (alrededor del 60%) para cabras Siriana desparasitadas que pastan en pastos herbáceos nativos (20).

En el presente estudio, la producción de leche registrada para todas las razas fue mucho menor que el rendimiento observado en las razas lecheras en sistemas intensivos y semi-intensivos en los trópicos (21). Las razas lecheras utilizadas en este estudio han sido seleccionadas para la producción de leche en climas templados con altos insumos; por lo tanto, la baja producción de leche observada en este estudio se atribuye principalmente al entorno nutricional restringido que impidió que las cabras puedan expresar todo su potencial genético para la producción de leche en ambientes áridos.

Las cabras nubias produjeron la producción de leche más alta por lactancia, mientras que las cabras Bóer tuvieron la producción de leche más baja. La baja producción de leche de las cabras Bóer fue una sorpresa porque, a pesar de que esta raza ha sido seleccionada por su rendimiento en carne, su potencial de producción de leche no es bajo. La producción media diaria de leche para esta raza en pastoreo ha sido de 0,8 kg (22) y 1,4–3,1 kg d<sup>-1</sup> en animales bien alimentados (22,23). Por otro lado, Saanen presentó un bajo rendimiento total de leche que está en desacuerdo con la opinión de que las razas suizas producen más leche que las nubias (24), aunque cabe señalar que las condiciones climáticas en otros estudios no son tan duras como las encontradas en el presente estudio. Hay muy pocos estudios realizados en ambientes áridos para comparar los niveles de producción de leche de las razas utilizadas en el presente estudio y, por lo tanto, es difícil comparar este estudio con otros hallazgos en pastizales degradados semiáridos.

Las cabras fecundadas durante los meses de enero produjeron más leche que las fecundadas en otros meses del año. Esto puede atribuirse a la mejora de los recursos forrajeros durante los meses de verano y otoño (temporada de lluvias). Por otro lado, las cabras fecundadas en julio presentaron el total más bajo debido a los limitados recursos forrajeros disponibles durante los meses de invierno y primavera (temporada poco lluviosa). El clima invernal en esta área resulta en un desequilibrio nutricional para las cabras que pastan en pastizales porque el consumo y la digestibilidad del forraje de pastizales son menores durante el invierno (25).

La producción media total de leche aumentó linealmente con el aumento de la densidad de población. Aparentemente, esto fue causado por la reducción de los recursos forrajeros con el aumento de la densidad de población, ya que se ha informado un efecto negativo del aumento de la densidad de población sobre la producción de leche (26).

## 5.2. Reproducción

La suplementación con concentrado antes del período de inseminación aumentó la tasa de partos de las cabras, lo que sugiere que una mejor nutrición aumentó la actividad ovárica, como se ha observado en cabras en pastoreo suplementadas con concentrado antes de la inseminación (4, 7). El forraje disponible para pastoreo en el presente estudio es bajo en proteína cruda (4), por lo tanto, el consumo de niveles más altos de proteína y energía fue responsable de la mayor tasa de partos en las cabras S. Estos resultados concuerdan con los resultados obtenidos en otros estudios (7, 8) bajo condiciones de pastoreo en pastizales marginales y fecundados durante la época seca.

La suplementación con concentrados tuvo un efecto negativo en la tasa de mortalidad de los cabritos. Una explicación sugerida para esta respuesta fue la tasa ligeramente más alta de gemelos en las cabras S, ya que hay más muertes antes del destete de cabritos nacidos en camadas múltiples que en camadas individuales en cabras en pastizales (27).). El bajo peso al nacer de los cabritos en partos múltiples y la leche insuficiente para satisfacer mellizos o trillizos parecen ser las causas de la menor supervivencia de los cabritos múltiples (28).

La suplementación con sal aumentó la tasa de pariciones en siete puntos porcentuales, lo que está muy cerca del aumento en la tasa de pariciones de las cabras de Damasco ofrecidas *Trifolium alexandrum* heno más agua salina en comparación con cabras que recibieron heno más agua sin sal (29). En este estudio se logró un aumento del 13,7 % en la respuesta en la tasa de parto al tratamiento antihelmíntico (ivermectina). Este fue un resultado similar al obtenido por otros investigadores (30) con tratamiento con ivermectina en cabras pequeñas de África Oriental en Kenia (12% de respuesta). Además, el tratamiento antihelmíntico redujo las pérdidas fetales y aumentó la tasa de gemelos. En el presente estudio, el tratamiento se administró una vez al comienzo de la estación lluviosa, con el argumento de que reduciría las

poblaciones de gusanos adultos y larvas hipobióticas y, por lo tanto, evitaría que la carga de gusanos aumentara durante las estaciones húmedas (31, 32).

Esta estrategia posiblemente redujo la infectividad de los pastos durante la estación húmeda, lo que les dio a las cabras la oportunidad de reconstruir sus reservas corporales, sin infección por nematodos, a medida que los pastos mejoran con el inicio de las lluvias. Se ha demostrado que regímenes de tratamiento similares tienen efectos beneficiosos sobre el crecimiento de las cabras en ambientes semiáridos cuando el tratamiento se administra antes y durante las lluvias (33).

Los niveles más altos de rendimiento reproductivo se registraron en cabras nubias. En relación con la media general, las cabras nubias tuvieron un 2,6 % más de partos por cabra unida, un 6,6 % menos de pérdidas fetales y un 7,4 % más de cabras con mellizos. Se ha demostrado que las cabras nubias son superiores en rendimiento reproductivo en diferentes temporadas de unión en comparación con las razas lecheras europeas tradicionales (34). Las cabras Bóer tuvieron la tasa más baja de gemelos (32 %) en comparación con todas las demás razas, lo que se acerca al 36,3 % encontrado por otros investigadores (35) en condiciones de ramoneo/suplementación concentrada. Sin embargo, en otros estudios en mejores condiciones de alimentación, la tasa de gemelos de cabras Bóer ha sido >50% (36, 37). Las cabras Bóer también tuvieron las pérdidas fetales más altas en comparación con todas las demás razas. Posiblemente, los abortos por estrés fueron las causas predominantes de las pérdidas fetales en estas cabras. Las grandes demandas de nutrientes de las cabras Bóer debido a su gran masa corporal y los altos requerimientos de energía durante el último tercio de la preñez (aumento de un factor de 1,5 con un feto y 2 con dos fetos) (38) no coincidieron con los nutrientes disponibles en los forrajes en los pastizales, ya que la preñez en invierno da como resultado requisitos de cabra mayores de los que pueden soportar los forrajes bajos en proteína, incluso con un solo feto. El embarazo es más crítico para hacer coincidir la cabra con el recurso de forraje que el tamaño corporal debido a la necesidad de una mayor

densidad de nutrientes en el forraje. 5 con un feto y 2 con dos fetos) (38) no coincidieron con los nutrientes disponibles en los forrajes en los pastizales, ya que la preñez en invierno genera requerimientos de cabras mayores de lo que pueden soportar los forrajes bajos en proteína, incluso con un solo feto. El embarazo es más crítico para hacer coincidir la cabra con el recurso de forraje que el tamaño corporal debido a la necesidad de una mayor densidad de nutrientes en el forraje. 5 con un feto y 2 con dos fetos) (38) no coincidieron con los nutrientes disponibles en los forrajes en los pastizales, ya que la preñez en invierno genera requerimientos de cabras mayores de lo que pueden soportar los forrajes bajos en proteína, incluso con un solo feto. El embarazo es más crítico para hacer coincidir la cabra con el recurso de forraje que el tamaño corporal debido a la necesidad de una mayor densidad de nutrientes en el forraje.

El rendimiento reproductivo fue mayor con la cría en los meses de verano en comparación con los meses de invierno. Esto está respaldado por la investigación de otros (6) que encontraron tasas más altas de cría en los meses de verano que en los meses de invierno en condiciones de pastoreo en el norte de México. Se cree que la diferencia en la tasa de parición se debe a la menor disponibilidad de forraje durante el invierno, lo que resulta en una mayor fertilidad durante el rebrote de forrajes al comienzo de la temporada de lluvias (junio). Las cabras en el área donde se llevó a cabo este estudio tienen temporadas reproductivas extendidas que incluyen meses de invierno y verano (39), por lo tanto, la sensibilidad de estas razas a los cambios de fotoperíodo no parece jugar un papel en las diferencias estacionales en el desempeño reproductivo.

En el presente estudio se evidenció la relación de las variables reproductivas con la extensión del área de pastoreo. Claramente, las tasas de parto aumentaron a medida que aumentaba el área de pastoreo, lo que sugiere que las cabras con mayor disponibilidad de área de pastoreo estaban mucho menos sujetas al estrés alimentario ambiental. Esta respuesta es apoyada por otros autores (40) donde se reportó una tasa de partos 13 puntos porcentuales más alta en cabras en un área de baja carga animal en comparación con una alta



carga animal. Asimismo, a medida que aumentó el área de pastoreo en el presente estudio, aumentó la tasa de hermanamiento, lo cual está en línea con otras observaciones (41) donde la carga animal más alta redujo la tasa de hermanamiento de las ovejas Border Leicester X Merino en un pasto subterráneo a base de trébol.

Se concluyó que el rendimiento de las razas lecheras tradicionales de cabras, así como de las cabras Bóer, respondieron en términos de producción de leche y rendimiento reproductivo al concentrado suplementario antes de la reproducción y la sal durante todo el año mientras el pastoreo deterioraba los pastizales semiáridos. Sin embargo, las condiciones de crianza extensiva impidieron que estas cabras expresaran su potencial genético para la producción de leche. Sin embargo, estas razas aún logran producir leche limitada durante cinco meses, lo que implica que estas razas pueden proporcionar leche razonablemente adecuada a los pequeños agricultores; por lo tanto, mejorar los medios de subsistencia a través de la reducción de la desnutrición y el aumento de los ingresos que pueden acumularse a través de las ventas del exceso de leche. El estudio demuestra el rendimiento superior de las cabras sobre Saanen, alpina francesa, Bóer y razas indefinidas en términos de desempeño reproductivo y producción de leche en este pastizal semiárido. El presente estudio indica que las cabras en una situación de suministro inadecuado de forraje en invierno deben ser suplementadas con 250 g de concentrado durante 30 d prenupciales. Cambiar las fechas de parto y destete parece prometedor como método para sincronizar las necesidades de nutrientes de las cabras con los forrajes pastoreados. Además, se estableció que el exceso de ganado afecta negativamente la productividad de las cabras, lo que implica un mayor deterioro de los pastizales que conduce a una menor producción de leche y un menor rendimiento reproductivo de las cabras. Cambiar las fechas de parto y destete parece prometedor como método para sincronizar las necesidades de nutrientes de las cabras con los forrajes pastoreados. Además, se estableció que el exceso de ganado afecta negativamente la productividad de las cabras, lo que implica un mayor deterioro de los pastizales que conduce a una menor producción de

leche y un menor rendimiento reproductivo de las cabras. Cambiar las fechas de parto y destete parece prometedor como método para sincronizar las necesidades de nutrientes de las cabras con los forrajes pastoreados. Además, se estableció que el exceso de ganado afecta negativamente la productividad de las cabras, lo que implica un mayor deterioro de los pastizales que conduce a una menor producción de leche y un menor rendimiento reproductivo de las cabras.

## VI. CONCLUSIONES

El estudio se realizó en condiciones muy extremas de pastizales degradados semiáridos, por lo tanto, es difícil comparar este estudio con otros hallazgos.

La suplementación con concentrado mejora de forma moderada, pero significativamente la producción total de leche por lactancia y la producción diaria. Las razas de cabras lecheras tienen una mayor respuesta de producción de leche a la suplementación a comparación con las demás razas de cabras del estudio.

Se corrobora que las cabras lecheras en pastoreo han mejorado su producción de leche cuando se les administran suplementos proteicos. También se confirma que las mayores reservas de energía corporal acumuladas antes del parto de las cabras influyen en la producción lechera.

El proporcionar sales minerales a libre acceso durante todo el año ayuda a elevar la producción de leche. La producción de leche por lactancia fue 12 puntos porcentuales mayor ( $P < 0.05$ ) en cabras que tuvieron acceso a sal durante todo el año en comparación con las que no tuvieron acceso a sal simple. Del mismo modo, la duración de la lactancia y la producción media diaria de leche fueron mayores para las cabras que tenían acceso a la sal en comparación con las cabras que no tenían acceso a la sal.

Se ha cuantificado que en cabras desparasitadas el aumento de la producción de leche puede llegar al cinco por ciento, y similar al aumento del 4-8% en la producción de leche en cabras de pastoreo de alto rendimiento.

Como era de esperarse, las cabras fecundadas durante los meses de enero produjeron más leche que las fecundadas en otros meses del año. Esto puede atribuirse a la mejora de los recursos forrajeros durante los meses de verano y otoño.

La suplementación con concentrado antes del período de inseminación aumentó la tasa de partos de las cabras. Así mismo la suplementación con concentrados tuvo un efecto negativo en la tasa de mortalidad de los cabritos

La suplementación con sal aumentó la tasa de pariciones en siete puntos porcentuales.

Se ha demostrado que las cabras nubias son superiores en rendimiento reproductivo en diferentes temporadas de unión en comparación con las razas lecheras europeas tradicionales.

Las cabras Bóer también tuvieron las pérdidas fetales más altas en comparación con todas las demás razas.

En el presente estudio se evidenció la relación de las variables reproductivas con la extensión del área de pastoreo.

El estudio demuestra el rendimiento superior de las cabras sobre Saanen, alpina francesa, Bóer y razas indefinidas en términos de desempeño reproductivo y producción de leche en este pastizal semiárido

## VII. LITERARURA CITADA

28. Abdalla, EB, Gawish, HA, El-Sherbiny, AM, Ibrahim, NH y El-Hawy, AS: Eficiencia reproductiva de las cabras de Damasco en tierras afectadas por la sal en el sur del Sinaí, Egipto. *J. Am. Sci* 98, 170–177, 2013.
11. Alves Rufino, MDO, Azevedo Alves, A., Martins Rodrigues, M., Lustosa de Moura, R., Rodríguez Cavalcante, AC, and Pinheiro Rogério, MC: Producción y calidad de leche de cabra en pastos de pasto de Tanzania, con suplementación. *Acta Scient. Animación ciencia* 344:417-423,2012.
- Animut, G., Goetsch, A.L. 2008. Co-grazing of sheep and goats, Benefits and constraints. *Small Rumin Res.* 77,127–145.
- Arco-Pérez, A., Ramos-Morales, E., Yáñez-Ruiz, D.R., Abecia, L., Martín-García, A.I. 2017. Nutritive evaluation and milk quality of including of tomato or olive by-products silages with sunflower oil in the diet of dairy goats. *Anim. Feed Sci. Technol.* 232, 257–270.
10. Bakshi, M.P.S., Wadhwa, M., Makkar, H. 2016. Waste to worth, Vegetable wastes as animal feed. *Perspect. Agric. Vet. Sci. Nutr. Nat. Resour.* 11, 1–26.
33. Bakunzi, F., Motsei I, Nyirenda, METRO., Ndou, ry Mulunda, F.: Los efectos de dos tratamientos antihelmínticos estratégicos en el rendimiento de cabras bajo manejo extensivo en un área semiárida de Sudáfrica. *Ciencias de la vida J.* 10: 1195-1197, 2013.
- Bampidis, V.A., Robinson, P.H. 2006. Citrus by-products as ruminant feeds, A review. *Anim. Feed Sci. Technol.* 128, 175–217.
- Barrientos-Ramírez, L., Vargas-Radillo, J.J., Rodríguez-Rivas, A., Ochoa-Ruíz, H., Navarro-Arzate, G. Zorrilla, J.. 2012. Evaluation of characteristics of huizache *Acacia farnesiana* L. Willd. fruit for potential use in leather tanning or animal feeding. *Madera Bosques* 18, 23-35.

Ben Salem, H. 2010. Nutritional management to improve sheep and goat performances in semiarid regions. R. Bras. Zootec. 39, 337-347.

9. Berhane, G. y Eik, LO: Efecto de la suplementación con heno de arveja Vicia sativa en el rendimiento de las cabras Begait y Abergelle en el norte de Etiopía. I. Producción y composición de la leche. Pequeño Rumiantes. Res. 643: 225–232, 2006.

31. Besier, RB y Dunsmore, JD: La ecología de *Haemonchus contortus* en una región de lluvias invernales en Australia: el desarrollo de huevos a larvas infecciosas. Veterinario. Parasitol. 45: 275-292, 1993.

26. Bonanno, A., Di Grigoli, A., Stringi, L., Di Miceli, G., Giambalvo, D., Tornambè, G., Vargetto, D. y Alicata, ML: Consumo y producción de leche de cabras en pastoreo de forraje Sulla bajo diferentes cargas ganaderas. Italiano J. Anim. ciencia6: 605-607,2007.

Cais-Sokolińska, D., Wójtowski, J., Pikul, J., Danków, R., Majcher, M., Teichert, J., Bagnicka, E. 2015. Formation of volatile compounds in kefir made of goat and sheep milk with high polyunsaturated fatty acid content. J. Dairy Sci. 98, 6692–6705.

Cais-Sokolińska, D., Wójtowski, J., Pikul, J., Danków, R., Majcher, M., Teichert, J., Bagnicka, E. 2019. The effect of unsaturated fatty acid concentration on the aroma profile of goat's milk. Ann. Anim. Sci. 19, 483–498.

Caldeira, R.M., Belo, A.T., Santos, C.C., Vazques, M.I., Portugal, A.V. 2007. The effect of long-term feed restriction and over-nutrition on body condition score, blood metabolites and hormonal profiles in ewes. Small Rumin. Res. 68, 242–255.

Campos, C.C.Z., García-Martínez, J.E., Chavira, J.S., Valdés, J.A.A., Morales, M.A.M., Mellado, M. (2020). Chemical composition and nutritional value of leaves and pods of *Leucaena leucocephala*, *Prosopis laevigata* and **Acacia farnesiana** in a xerophilous shrubland. Emir. J. Food Agric. 723.

Cedillo, J., Kholif, A.E., Salem, A.Z.M., Elghandour, M.M.Y., Vázquez, J.F., Alonso, M.U., Barbabosa, A., Chagoyán, J.C.V., Reyna, A.G. 2015. Oral administration

of Sauce llorón extract to growing lambs to control gastrointestinal nematodes and *Moniezia* spp. *Asian Pac. J. Trop. Med.* 8, 520–525.

19. Chartier, C. y Hoste, H.: Tratamientos antihelmínticos contra nematodos del tracto digestivo en pastoreo de cabras lecheras con niveles altos o bajos de producción de leche. *Res. veterinaria*. <https://doi.org/10.1109/CAD/Graphics.2011.25>, 1994.

Chávez-Servín, J.L., Andrade-Montemayor, H.M., Vázquez, C.V. 2018. Effects of feeding system, heat treatment and season on phenolic compounds and antioxidant capacity in goat milk, whey and cheese. *Small Rumin Res.* 160, 545–8.

Coan, P.M., Angiolini, E., Sandovici, I., Burton, G.J., Constância, M., Fowden, A.L. 2008. Adaptations in placental nutrient transfer capacity to meet fetal growth demands depend on placental size in mice. *J. Phys.* 586, 4567–4576.

41. Davies, LH y Southey, IN: Efectos de la gestión del pastoreo y la carga animal sobre la producción de pastos, el peso vivo de las ovejas, la fertilidad de las ovejas y el crecimiento de los corderos en pastos subterráneos a base de trébol en Australia Occidental. agosto *Exp. J. agrícola* 41: 161-168, 2001.

11. Del Prado, A., Mas, K., Pardo, G., Gallejones, P. 2013. Modelling the interactions between C and N farm balances and GHG emissions from confinement dairy farms in northern Spain. *Sci. Total Environ.* 465, 156–165

Du, M., Tong, J., Zhao, J., Underwood, K.R., Zhu, M., Ford, S.P., Nathanielsz, P.W. 2010. Fetal programming of skeletal muscle development in ruminant animals. *J. Anim. Sci.* 88, E51–E60.

37. Duričić, D., Grizelj, J., Dobranić, T., Harapin, I., Vince, S., Kočila, P., Lipar, M., Gračner, GG y Samardžija, M.: rendimiento reproductivo de Boer cabras en una zona de clima moderado. *Veterinario. Archivo* 82: 351–358, 2012.

Dutra, F., Banchemo, G. 2011. Polwarth and Texel ewe parturition duration and its association with lamb birth asphyxia. *J. Anim. Sci.* 89, 3069–3078.

Dwyer, CM. 2009. The behavior of sheep and goats. In, *The ethology of domestic animals, an introductory text*, Jensen P. (ed.). CABI, 2nd ed., 161-174.

Egea, Á.V., Bakker, M.L., Allegretti, L.I. 2019. Seasonal changes in feed intake, diet digestibility and diet composition by lactating and non-lactating goats browsing in a semi-arid rangeland of Argentina. *Grass Forage Sci.*,74,115–128.

Fedele, V., Claps, S., Rubino, R., Calandrelli, M., Pilla, A.M. 2002. Effect of free-choice and traditional feeding systems on goat feeding behaviour and intake. *Livest. Prod. Sci.* 74, 19–31.

Fernández, C., Pérez-Baena, I., Marti, J.V., Palomares, J.L., Jorro-Ripoll, J., Segarra, J.V. 2019. Use of orange leaves as a replacement for alfalfa in energy and nitrogen partitioning, methane emissions and milk performance of murciano-granadina goats. *Anim. Feed Sci. Technol.* 247, 103–111.

36. Erasmus, JA, Fourie, AJ y Venter, JJ: Influencia de la edad en el rendimiento reproductivo de la cabra bóer mejorada. *S.Afr. J. Anim. ciencia* 15: 5-7, 1985.

7. Fitz-Rodríguez, G., De Santiago-Miramontes, MA, Scaramuzzi, RJ, Malpaux, B. and Delgadillo, JA: La suplementación nutricional mejora las tasas de ovulación y preñez en cabras hembras manejadas en pastoreo natural y expuestas al efecto macho. *Animación reprod. ciencia* 116: 85–94, 2009.

Fowden, A.L., Ward, J.W., Wooding, F.P.B., Forhead, A.J., Constancia, M. 2006. Programming placental nutrient transport capacity. *J. Phys.* 572, 5–15.

García-Monjaras, S., Santos-Díaz, R. E., Flores-Najera, M J., Cuevas-Reyes, V., Meza-Herrera, C.A., Mellado, M., Chay-Canul, A. J., Rosales-Nieto, C. A. (2021). Diet selected by goats on xerophytic shrubland with different milk yield potential. *J. Arid Env.*, 186, 104429.



Garcia-Montes de Oca, C. A., Gonzalez-Ronquillo, M., Salem, A.Z.M., Romero-Bernal, J., Pedraza, J. F. Estrada J.G. 2011. Chemical composition and in vitro gas production of some legume browse species in subtropical areas of Mexico. *Trop. Subtrop. Agroecosyst.* 14, 589-595.

García-Winder, L.R., Goñi, C.S., Olgúin, L.P.A., Díaz, S.G. Arriaga, J C.M. 2009. Huizache *Acacia farnesiana* whole pods flesh and seeds as an alternative feed for sheep in Mexico. *Trop. Anim. Health Prod.* 41, 1615-1621.

30. Gatongi, PM, Scott, ME, Ranjan, S., Gathuma, JM, Munyua, WK, Cheruiyot, H. y Prichard, RK: Efectos de tres regímenes de tratamiento antihelmíntico de nematodos en el desempeño del rebaño de ovejas y cabras bajo manejo extensivo en Kenia semiárida. *Veterinario. Parasitol.* <https://doi.org/10.1016/S0304-40179601080-1>,1997.

Gaytán, L., Salem, A.F.Z.M., Rodríguez, A., García, J.E., Arévalo, J.R., Mellado, M., 2015. Age and season effects on quality of diets selected by Criollo crossbred goats on rangeland. *Anim. Prod. Sci.* 55, 758–765.

15. Gaytán, L., Mellado, M., Véliz, FG y De Santiago, MA: Producción de leche, intervalo entre partos y crecimiento de cabritos de cabras indígenas del sur de México. *ecosistema rec. agrop.* 3: 401-405, 2016.

26. Gaytán, L., Salem, AFZM, Rodríguez, A., García, JE, Arévalo, JR y Mellado, M.: Efectos de la edad y la estación en la calidad de las dietas seleccionadas por cabras mestizas criollas en pastizales. *Animación Pinchar. ciencia* 55: 758–765, 2015.

Gipson, T.A., Puchala, R. 2013. Effects of stocking rate and physiological state of meat goats grazing grass/forb pastures on forage intake, selection, and digestion, grazing behavior, and performance. *Livest Sci.* 154, 82–92.

Gluckman, P.D., Hanson, M.A., Cooper, C., Thornburg, K.L. Effect of In Utero and Early-Life Conditions on Adult Health and Disease. *N. Engl. J. Med.* 2008, 359, 61–73. (PubMed)

Goetsch, A.L., Detweiler, G., Sahl, T., Hayes, J., Puchala, R. 2003. Effects of separate offering of forage and concentrate on feed intake and growth of Alpine doelings. *Small Rumin Res.* 48, 209–216.

22. Greyling, JPC, Mmbengwa, VM, Schwalbach, LMJ y Muller, T.: Potencial comparativo de producción de leche de cabras indígenas y bóer bajo dos sistemas de alimentación en Sudáfrica. *Pequeño Rumiantes. Res.* 55: 97–105, 2004.

24. Goetsch, AL, Merkel, RC y Gipson, TA: Factores que afectan la producción y calidad de la carne de cabra. *Pequeño Rumiantes. Res.* 101: 55–63, 2011.

16. Gül, S., Keskin, M., Göçmez, Z. y Gündüz, Z.: Efectos de la alimentación suplementaria sobre el rendimiento de cabras Kilis mantenidas en condiciones de pastoreo. *Italiano J. Anim. ciencia* 151: 110–115, 2016.

Gupta, M., Kumar, S., Dangi, S.S., Jangir, B.L. 2013. Physiological, biochemical and molecular responses to thermal stress in goats. *Intern. J. Livest. Res.* 3, 27-38.

Haldar, A., Pal, P., Datta, M., Paul, R., Pal, S.K., Majumdar, D., Biswas, C.K., Pan, S., 2014. Prolificacy and its relationship with age, body weight, parity, previous litter size and body linear type traits in meattype goats. *Asian-Australas. J. Anim. Sci.* 27, 628– 634.

Harun, N.L.A., Alimon, A.R., Jahromi, M.F. Samsudin, A.A. 2017. Effects of feeding goats with *Leucaena leucocephala* and *Manihot esculenta* leaves supplemented diets on rumen fermentation profiles, urinary purine derivatives and rumen microbial population. *J. Appl. Anim. Res.* 45, 409-416.

Ibáñez, C., Criscioni, P., Arriaga, H., Merino, P., Espinós, F.J., Fernández, C. 2016. Murciano-Granadina goat performance and methane emission after replacing barley grain with fibrous by-products. *PLoS One* 11, e0151215.

Jenkinson, C.M.C., Earl, A.K., Kenyon, P.R., Blair, H.T. 2012. Effects of maternal nutrition during pregnancy on fetal growth and maternal constraint in sheep. *Anim. Prod. Sci.* 52, 524–532.

Khandaker, ZH, Uddin, MM, Sultana, MN, Peters, KJ 2012. Effect of supplementation of mustard oil cake on intake, digestibility and microbial protein synthesis of cattle in a straw-based diet in Bangladesh. *Trop. Anim. Health Prod.* 44, 791–800.

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 Rumin. Res.* 129, 129–137.

Kholif, A.E., Matloup, O.H., Morsy, T.A., Abdo, M.M., Abu Elalla, A.A., Anele, U.Y., Swanson, K.C. 2017. Rosemary and lemongrass herbs as phytogetic feed additives to improve efficient feed utilization, manipulate rumen fermentation and elevate milk production of Damascus goat. *Livestock Science* 204 39–46.

Kholif, A.E., Morsy, T.A., Gouda, G.A., Anele, U.Y., Galyean, M.L. 2016. Effect of feeding diets with processed *Moringa oleifera* meal as protein source in lactating Anglo-Nubian goats. *Anim. Feed Sci. Technol.* 217, 45–55.

Kneuper, C.L., Scott, C.B., Pinchak, W.E. 2003. Consumption and dispersion of mesquite seeds by ruminants. *J. Range Manage.* 56, 255-259.

10. Landau, S., Vecht, J. y Perevolotsky, A.: Efectos de dos niveles de suplementación con concentrado en la producción de leche de cabras lecheras que ramonean matorrales mediterráneos. *Pequeño Ruminantes. Res.* 11: 227-237, 1993.

38. Lima, MS, Pascoal, RA y Stilwell, GT: Glycaemia como señal de viabilidad de los fetos en los últimos días de gestación en cabras lecheras con toxemia de preñez. *Veterinario Irlandés. J* 651.<http://doi.org/10.1186/2046-0481-65-1>, 2012.

Liu, H.Y., Puchala, R., LeShure, S., Gipson, T.A., Flythe, M.D., Goetsch, A.L. 2019. Effects of lespedeza condensed tannins alone or with monensin, soybean oil, and coconut oil on feed intake, growth, digestion, ruminal methane emission, and heat energy by yearling Alpine doelings. *J. Anim. Sci.* 97,885–899.

21. Lôbo, AMBO, Lôbo, RNB, Facó, O., Souza, V., Alves, AAC, Costa, AC and Albuquerque, MAM: Caracterización de la producción de leche y composición de cuatro razas caprinas exóticas en Brasil. *Pequeño Rumín. Res.* 153: 9–16, 2017.

López, M.C., Estellés, F., Moya, V.J., Fernández, C. 2014. Use of dry citrus pulp or soybean hulls as a replacement for corn grain in energy and nitrogen partitioning, methane emissions, and milk performance in lactating Murciano-Granadina goats. *J. Dairy Sci.* 97,7821–7832.

Lozano, J.M., Lonergan, P., Boland, M.P. O' Callaghan, D. 2003. Influence of nutrition on the effectiveness of superovulation programmes in ewes, effect on oocyte quality and post fertilization development. *J. Reprod.* 125, 543–553.

Madibela, O.R., Mosimanyana, B.M., Boitumelo, W.S., Pelaelo, T.D., 2002. Effect of supplementation on reproduction of wet season kidding Tswana goats. *South Afr. J. Anim. Sci.* 32, 14–22.

13. Makun, HJ, Ajanusi, JO, Ehoche, OW, Lakpini, CAM y Otaru, SM: Tasas de crecimiento y potencial de producción de leche de las razas de cabras Sahelian y Red Sokoto en el norte de Guinea Savannah. *pakistaní J. Biol. ciencia*11: 601-606,2008.

Manousidis, T., Parissi, Z.M., Kyriazopoulos, A.P., Malesios, C., Koutroubas, S.D., Abas, Z. 2018. Relationships among nutritive value of selected forages, diet composition and milk quality in goats grazing in a Mediterranean woody rangeland. *Livest. Sci.* 218, 8–19.

Marcos, C.N., García-Rebollar, P., de Blas, C., Carro, M.D. 2019. Variability in the chemical composition and in vitro ruminal fermentation of olive cake by-products. *Animals (Basel)* 9, E109.

18. Márquez-Madrid, M., Gutiérrez-Bañuelos, H., Bañuelos-Valenzuela, R., Muro-Reyes, A. and Valdez-Cepeda, RD: Concentraciones de macrominerales en suelo y forraje en tres sitios de pastizales en Zacatecas. *Rev. México. Ciencias. Pecuaria.* 8: 437-443, 2017.

Matloup, O.H., Abd, E.I. Tawab, A.M., Hassan, A.A., Hadhoud, F.I., Khattab, M.S.A., Khalel, M.S., Sallam, S.M.A., Kholif, A.E. 2017 Performance of lactating Friesian cows fed a diet supplemented with coriander oil, feed intake, nutrient digestibility, ruminal fermentation, blood chemistry, and milk production. *Animal Feed Science and Technology* 226 88–97.

Mayagoitia, P., Bailey, D.W., Estell, R.E. 2020. Phenological changes in the nutritive value of honey mesquite leaves, pods, and flowers in the Chihuahuan Desert. *Agrosyst. Geosci Environ.* 3, e20026.

1. McDermott, JJ, Staal, SJ, Freeman, HA, Herrero, M. y Van de Steeg, JA: Sostener la intensificación de los sistemas ganaderos de pequeña escala en los trópicos. *Más vivo. ciencia* 130:95-109,2010.

6. Mellado, M., Cantú, L., Suárez, JE: Efectos de la condición corporal, duración del período de servicio, relación macho: hembra y mes de servicio sobre las tasas de parto en caprinos en condiciones extensivas en zonas áridas de México. *Pequeño Rumiantes. Res.* 23: 29-35, 1996.

5. Mellado, M., Feote, RH y Borrego, E.: Rendimiento de lactancia, prolificidad y relación con la paridad y el peso corporal en cabras mestizas nativas del norte de México. *Pequeño Rumiantes. Res.* 6: 167-174, 1991b.

4. Mellado, M., Foote, RH, Rodríguez, A. y Zarate, P.: Composición botánica y contenido de nutrientes de dietas seleccionadas por cabras en pastoreo en pastizales desérticos del norte de México. *Pequeño Rumiantes. Res.* 6: 141-150, 1991a.

34. Mellado, M., Valdéz, R., García, JE, López, R. y Rodríguez, A.: Factores que afectan el comportamiento reproductivo de caprinos en condiciones intensivas en un ambiente cálido y árido. *Pequeño Rumiantes. Res.* 63: 110–118, 2006.

40. Mellado, M., Valdez, R., Lara, LM, López, R.: Efectos de la carga ganadera en cabras: una observación de investigación. *J. Rango Administrar.* 56: 167-173, 2003.

Mellado, M. 2016. Dietary selection by goats and the implications for range management in the Chihuahuan Desert, A review. *The Range. J.* 38(4), 331.

Mellado, M., Rodríguez, I. J., Alvarado-Espino, A., Véliz, F. G., Mellado, J., , García, J. E. 2020. Short communication, Reproductive response to concentrate supplementation of mixed-breed goats on rangeland. *Trop. Anim. Health Prod.* 52(5), 2737-2741.

Mellado, M., Rodríguez, I.J., Alvarado-Espino, A., Véliz, F.G., Mellado, J., García, J.E. 2020. Short communication, Reproductive response to concentrate supplementation of mixed-breed goats on rangeland. *Trop. Anim. Health Prod.* 52, 2737–2741.

Mellado-Bosque, M., González-Rodríguez, H., García-Martínez, J.E. 2001. Body traits, parity and number of fetuses as risk factors for abortion in range goats. *Agrociencia* 35, 355–361.

39. Mellado, J., Veliz, FG, de Santiago, A., Meza-Herrera, C. y Mellado, M.: Estro inducido por machos cabríos en pastoreo durante fotoperíodo creciente y estrés por frío a 25° N. *Vet. Zoot.* 66: 40-45, 2014.

23. Mestawet, TA, Girma, A., Ådnøy, T., Devold, TG, Narvhus, JA y Vegarud, GE: Producción, composición y variación de leche en diferentes etapas de lactancia de cuatro razas de cabras en Etiopía. *Pequeño Rumiantes. Res.* 105: 176–181, 2012.

Miri, V.H., Ebrahimi, S.H., Tyagi, A. 2015. The effect of cumin (*Cuminum cyminum*) seed extract on the inhibition of PUFA biohydrogenation in the rumen of lactating goats via changes in the activity of rumen bacteria and linoleate isomerase enzyme. *Small Rumin. Res.* 125, 56–63.

15. Min, BR, Hart, SP, Sahlú, T. y Satter, LD: El efecto de las dietas en la producción y composición de la leche, y en las curvas de lactancia en cabras lecheras en pastoreo. *J. Ciencias de la leche.* 88: 2604-2615, 2005.

Molina-Alcaide, E., E. Y. Morales-Garcia, A. I. Martin-Garcia, H. Ben Salem, A. Nefzaoui, and M. R. Sanz-Sampelayo. 2010. Effects of partial replacement of concentrate with feed blocks on nutrient utilization, microbial N flow, and milk yield and composition in goats. *J. Dairy Sci.* 93,2076–2087.

35. Molla, B.: El desempeño de la salud de la cabra Bóer *Capra hircus* importada y sus cruces con razas de cabras Woito-guji en la zona sur de Omo, suroeste de Etiopía. *trop. Animación Salud Prod.* 48: 855–861, 2016.

Moss BR 1975. Mustard meal in dairy rations. *J. Dairy Sci.* 58, 1682–1687.

2. Mphinyane, WN, Tacheba, G. y Makore, J.: Preferencia de dieta estacional del ganado vacuno, ovino y caprino que pastan en pastizales comunales en el Distrito Central de Botswana. *Afr. J. Agric. Res.* 10: 2791-2803, 2015.

Neville, T.L., Meyer, A.M., Reyaz, A., Borowicz, P.B., Redmer, D.A., Reynolds, L.P., Caton, J.S., Vonnahme, K.A. 2013. Mammary gland growth and vascularity at parturition and during lactation in primiparous ewes fed differing levels of selenium and nutritional plane during gestation. *J. Anim. Sci. Biotechnol.* 4, 6.

Niaz, F., Sethy, K., Swain, R.K., Behera, K., Mishra S.K., Karna, D.K. Mishra, C., 2017. Combined effect of concentrate and area specific mineral mixture supplementation on the performance of Ganjam goat in its native tract. *The Pharma. Innov. J.* 6, 320–323.

32. Nginyi, JM, Duncan, JL, Mellor, DJ, Stear, MJ, Wanyangu, SW, Bain, RK y Gatongi, PM: Epidemiología de las infecciones por nematodos gastrointestinales parasitarios de rumiantes en granjas de pequeños agricultores en el centro de Kenia. *Res. Veterinario. ciencia* 70: 33-39, 2001.

Nielsen, M.O., Nørgaard, P., Ranvig, H., Harrison, A.P., Tauson, A.H. 2008. Late gestational nutrient restriction, Effects on ewes' metabolic and homeorhetic adaptation, consequences for lamb birth weight and lactation performance. *Arch. Anim. Nutr.* 62, 44–59. (PubMed)

Nowak, R., Porter, R., Levy, F., Orgeur, P., Schaal, B. 2000. Role of mother-young interactions in the survival of offspring in domestic mammals. *Rev. Reprod.* 5, 153–163.

Ochoa Cordero, M., Meza Herrera, C.A., Vázquez García, J.M., Stewart, C.A., Rosales Nieto, C.A., Ochoa Alfaro, A.E., Purvis, I.A., Cuevas Reyes, V., Lee, H., Martin, G.B. 2019. Pregnancy and litter size, but not lamb sex, affect feed intake and wool production by Merino-type ewes. *Animals*, 9, 214.

17. O'Connor, MB, Hawke, MF, Waller, JE, Rotherham, JR y Coulter, SP: suplementos de sal en vacas lecheras. *proc. Nuevo celo. Grassl. Asoc.* 62: 49–53, 2000.

27. Petros, A., Aragaw, K. y Shilima, B.: Mortalidad de cabritos antes del destete en el distrito de Adamitulu Jedokombolcha, Mid Rift Valley, Etiopía. *J. Vet. Medicina. Animación Salud* 6: 1–6, 2014.

Pulina, G., Macciotta, N., Nudda, A. 2004. Milk composition and feeding in the Italian dairy sheep. *Ital. J. Anim. Sci.* 4, 5–14.

12. Romero-Huelva, M., Molina-Alcaide, E. 2013. Nutrient utilization, ruminal fermentation, microbial nitrogen flow, microbial abundances, and methane emissions in goats fed diets including tomato and cucumber waste fruits. *J. Anim. Sci.* 91, 914–923.

Rosales Nieto, C.A., Meza-Herrera, C.A., Morón Cedillo, F.J., Flores Najera, M.J., Gámez Vázquez, H.G., Cuevas Reyes, V., Liu, S.M. 2015. Effects of vitamin E supply during late gestation and early lactation upon colostrum composition, milk production and quality in nutritional restricted ewes. *Small Rumin. Res.* 133, 77–81.

Sadjadian, R., Seifi, H.A., Mohri, M., Naserian, A.A., Farzaneh, N. 2021. Variations of energy biochemical metabolites in periparturient dairy Saanen goats. *Comp. Clin. Pathol.* 22, 449–456.



Sahlu, T., Goetsch, A.L., Luo, J., 2004. Nutrient requirements of goats, developed equations, other considerations and future research to improve them. *Small Rumin Res.* 53,191–219.

Sahu, S., Babu, L.K., Karna, D.K., Behera, K., Kanungo, S., Kaswan, S., Biswas, P., Patra, J.K. 2013. Effect of different level of concentrate supplementation on the periparturient growth performance of Ganjam goat in extensive system. *Vet. World* 6, 428–432.

Salem, A.Z.M., Kholif, A.E., Elghandour, M.M.Y., Buendía, G., Mariezcurrena, M.D., Hernandez, S.R. , Camacho, L.M. 2014. Influence of oral administration of *Salix babylonica* extract on milk production and composition in dairy cows. *Italian J. Anim. Sci.* 13, 10–14.

Silanikove, N., Leitner, G., Merin, U., Prosser, C.G. 2010. Recent advances in exploiting goat's milk, quality, safety and production aspects. *Small Rumin. Res.* 89, 110-124.

Silanikove, N., Leitner, G., Merin, U. 2015. The interrelationships between lactose intolerance and the modern dairy industry, global perspectives in evolutionary and historical backgrounds. *Nutr.* 7, 7312-7331.

3. Squires, VR: Superposición dietética entre ovejas, vacas y cabras cuando pastan en común. *J. Rango Administrar.* 35: 116-119, 1982

28. Snyman, MA: Factores que afectan la mortalidad de cabritos antes del destete en cabras de angora sudafricanas. *S.Afr. J. Anim. ciencia* 40: 54-64, 2010.

12. Tedonkeng Pamo, E., Fonteh, FA, Tendonkeng, F., Kana, JR, Boukila, B., Djaga, P. y Fomewang II, G.: Influencia de la alimentación suplementaria con hojas de árboles de leguminosas multipropósito en el crecimiento y crecimiento de los cabritos. producción de leche en la cabra enana de África Occidental. *Pequeño Rumiantes. Res.* 63: 142-149, 2006.

Thornton, P.K. 2010. Livestock production, Recent trends, future prospects. *Phil. Trans. R. Soc. B.* 365, 2853-2867.

8. Urrutia-Morales, J., Meza-Herrera, CA, Tello-Varela, L., Díaz-Gómez, MO y Beltrán-López, S.: Efecto de la suplementación nutricional sobre las tasas de preñez de cabras bajo pastizales semiáridos y expuestas a el efecto masculino. *trop. Animación Salud Prod.* 44: 1473–1477, 2012.

20. Veneziano, V., Rubino R., Fedele V., Rinaldi, L., Santaniello, M., Schioppi M., Cascone C., Pizzillo, M. y Cringoli, G.: Los efectos de cinco regímenes de tratamiento antihelmíntico sobre la producción de leche en cabras naturalmente infectadas por nematodos gastrointestinales. *S.Afr. J. Anim. ciencia* 34: 238-240, 2004.

Walker, K.P. 2012. Fodder potential of leaves and pods of planted *Leucaena diversifolia* and *L. leucocephala* species in semi-arid Botswana. *Int. Res. J. Agric. Sci. Soil Sci.* 2, 445-450.

Zeder, M. 2008. Domestication and early agriculture in the Mediterranean Basin, Origins, diffusion, and impact. *PNAS.* 105, 11597-11604.