

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



Efecto de la complementación alimenticia con mezquite (*P. glandulosa*) sobre la calidad del calostro y peso de la cría de cabras en pastoreo

Por:

**Gregorio Mendoza Coronado**

**TESIS**

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

Torreón, Coahuila, México  
Septiembre 2026

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

Efecto de la complementación alimenticia con mezquite (*P. glandulosa*) sobre la calidad del calostro y peso de la cría de cabras en pastoreo

Por:

**Gregorio Mendoza Coronado**

TESIS

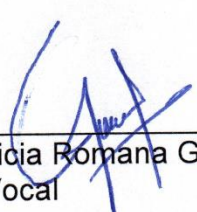
Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el título de:

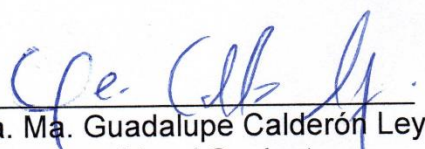
**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

Aprobada por:

  
Dr. Oscar Ángel García  
Presidente

  
Dr. Fernando Arellano Rodríguez  
Vocal

  
Dra. Leticia Romana Gaytán Alemán  
Vocal

  
Dra. Ma. Guadalupe Calderón Leyva  
Vocal Suplente

  
MVZ. Eric Alejandro Reyes Ramírez  
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal

Torreón, Coahuila, México.  
Septiembre 2026



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

Efecto de la complementación alimenticia con mezquite (*P. glandulosa*) sobre la calidad del calostro y peso de la cría de cabras en pastoreo

Por:

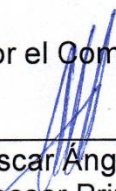
**Gregorio Mendoza Coronado**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

Aprobada por el Comité de Asesoría:

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Oscar Ángel García  
Asesor Principal

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Fernando Arellano Rodríguez  
Coasesor

  
\_\_\_\_\_  
Dra. Leticia Romana Gaytán Alemán  
Coasesor

  
\_\_\_\_\_  
MVZ. Eric Alejandro Reyes Ramírez  
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal

Torreón, Coahuila, México.  
Septiembre 2026



## AGRADECIMIENTOS

A la **UAAAN UL** que me abrió las puertas de sus instalaciones para poder cursar mi carrera universitaria y por brindarme las herramientas necesarias durante mis años de formación profesional.

**A mi asesor de Tesis** el Dr. Oscar Ángel García por confiar en este proyecto y su invaluable apoyo para la culminación satisfactoria de esta investigación.

**A mis padres** quienes cimentaron las bases de mi formación académica, a mi madre María Coronado por enseñarme la perseverancia y siempre creer en mí. A mi padre, J. Nieves Mendoza (q.e.p.d.), aunque ausente físicamente su recuerdo es motivación a seguir creciendo.

**A mi pareja** Ma. De los Ángeles Centeno por estar siempre a mi lado en todo momento, por su paciencia para soportar muchas veces mi estrés, por animarme a nunca desistir, por su apoyo incondicional en todos los aspectos para que hoy cerremos con éxito este ciclo académico.

**A mis hermanos** de los cuales recibí total apoyo de diferentes formas hasta el día de hoy.

**Al Sr. Heriberto Rodríguez** por confiar en nosotros facilitando sus animales para poder realizar este trabajo experimental, además, de su cooperación en las actividades ejecutadas.

**A mis compañeros de licenciatura** Violeta, Mitzy, Gustavo, Evelyn y Juan José, que permanecemos juntos casi desde el inicio de la carrera e hicieron de esto una experiencia inolvidable.

## DEDICATORIA

**A la memoria de mi padre** J. Nieves Mendoza, aunque partiste de este mundo demasiado pronto, tus enseñanzas se quedan para siempre. Hoy no estás aquí para celebrar juntos este logro que también te pertenece y por eso te lo dedico hasta donde quiera que estés.

**A mi madre** María Coronado que has estado presente en todo momento dándome consejos, regañándome cuando es necesario, pero sobre todo que junto con mi padre me dieron educación, me formaron con valores y me enseñaron lo que es una verdadera familia.

**A mi pareja** Ma. De los Ángeles Centeno que me acompañas desde que reanudé mis estudios, has hecho muchos sacrificios conmigo, por mí, todo para ayudarme a cumplir mis sueños, que sin ti no serían realidad.

**A mi hija y sobrinos** Ximena, Valeria y Diego a quienes quiero servir de ejemplo y puedan ver que todo se puede lograr con dedicación, esfuerzo y sobre todo compromiso.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

|                                                              |     |
|--------------------------------------------------------------|-----|
| AGRADECIMIENTOS .....                                        | i   |
| DEDICATORIA .....                                            | ii  |
| ÍNDICE DE CONTENIDO .....                                    | iii |
| INDICE DE CUADROS Y FIGURAS .....                            | iv  |
| RESUMEN .....                                                | v   |
| I. INTRODUCCIÓN .....                                        | 1   |
| 1.1. HIPÓTESIS .....                                         | 3   |
| 1.2. OBJETIVO .....                                          | 3   |
| II. REVISIÓN DE LITERATURA .....                             | 4   |
| 2.1. Situación de la caprinocultura a nivel mundial .....    | 4   |
| 2.1.1. A nivel nacional .....                                | 4   |
| 2.1.2. A nivel regional .....                                | 5   |
| 2.2. Efecto de la nutrición sobre la producción láctea ..... | 6   |
| 2.2.1. Efecto sobre el peso del cabrito .....                | 8   |
| 2.2.2. Sobre la composición del calostro .....               | 9   |
| 2.3. Uso de cereales en la alimentación caprina .....        | 10  |
| 2.3.1. Maíz .....                                            | 10  |
| 2.3.2. Sorgo .....                                           | 11  |
| 2.3.3. Otros cereales .....                                  | 12  |
| 2.4. Uso del mezquite en la alimentación de rumiantes .....  | 13  |
| 2.4.1. Vaina de mezquite .....                               | 13  |
| 2.4.2. Especie <i>P. glandulosa</i> .....                    | 15  |
| III. MATERIALES Y MÉTODOS .....                              | 16  |
| General .....                                                | 16  |
| 3.2. Tratamiento de los animales .....                       | 17  |
| 3.3. Vainas de mezquite .....                                | 17  |
| 3.4. Variables evaluadas .....                               | 17  |
| 3.4.1. Peso vivo y condición corporal de la madre .....      | 17  |

|                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| IV. RESULTADOS .....                                                                      | 19 |
| 4.1. Variables metabólicas sanguíneas, peso vivo y condición corporal en las madres ..... | 19 |
| 4.1.3. Peso vivo de los cabritos .....                                                    | 19 |
| V. DISCUSIÓN .....                                                                        | 22 |
| VII. LITERATURA CITADA .....                                                              | 26 |

## INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

|                                                                                                                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Cuadro 1</b> Composición porcentual de proteínas y carbohidratos en cinco especies del género <i>Prosopis</i> . .....                                                                     | 14 |
| <b>Cuadro 2</b> Peso vivo, condición corporal y variables metabólicas sanguíneas en cabras complementadas con 200 g de molienda de mezquite y cabras no complementadas en el periparto ..... | 20 |
| <b>Cuadro 3</b> Comparación de la calidad de calostro (0 hr) posparto del GT complementado con molienda de mezquite (200 g) por 21 días pre y posparto con el GC .....                       | 20 |
| <b>Cuadro 4</b> Peso vivo de las crías de los grupos comparados (GT y GC) durante el tiempo del estudio .....                                                                                | 20 |
| <br><b>Figura 1</b> Ganancia total en kg de las crías de los dos grupos experimentales (GT y GC) desde el nacimiento hasta los 21 días de edad. ....                                         | 21 |

## RESUMEN

Las regiones áridas y semiáridas del mundo no cuentan con forrajes en cantidad y calidad nutritiva adecuada para la alimentación animal, sin embargo, dispone de especies arbustivas para mantener la capacidad de rendimiento del ganado. Por lo tanto, el objetivo fue evaluar el efecto del mezquite sobre la calidad del calostro, algunos parámetros productivos y metabolitos sanguíneos (PT y GLUC) en cabras bajo condiciones de pastoreo pre y posparto. Se utilizaron 13 cabras multíparas multirraciales, homogéneas en cuanto a PV ( $58.6 \pm 2.0$  kg), y CC ( $2.9 \pm 0.1$  unidades). Un primer grupo, tratado (GT; n=7), recibió 200 g de mezquite/cabra. Mientras que un segundo grupo, control (GC; n=6), no recibió ninguna complementación. La concentración de PT fue mayor ( $7.1 \pm 0.1$  g/dL;  $P < 0.003$ ) para el GT en comparación con el GC ( $6.8 \pm 0.1$  g/dL). El PV ( $55.4 \pm 2.0$  kg), la CC ( $2.6 \pm 0.1$ ) y los niveles de glucosa ( $48.1 \pm 2.5$  mg/dL) no mostraron diferencia estadística para ambos grupos ( $P > 0.05$ ). La composición del calostro fue similar en todas sus características, así como el PV de los cabritos al nacimiento ( $2.8 \pm 0.2$ ) y a los 21 días de nacidos ( $6.2 \pm 0.3$ ). Los resultados demuestran que la complementación con 200 g de mezquite incrementa la PT en cabras tratadas durante el parto. En conclusión, la complementación con mezquite mejora los niveles de PT en cabras bajo condiciones de pastoreo.

**Palabras clave:** Glucosa, Peso vivo, Parto, Mezquite, Calostro

## I. INTRODUCCIÓN

La cabra (*Capra hircus*) fue una de las primeras especies de ganado en ser domesticadas por el ser humano hace aproximadamente unos 10,000 años, tal acontecimiento influyó en el progreso y expansión de las sociedades primitivas (Zheng *et al.*, 2020). Aunque inicialmente solo representaban una fuente primaria de alimento, en los siglos posteriores se empleó también para la producción de fibra. Su capacidad para adaptarse y producir en ambientes hostiles ha permitido que se le encuentre en casi cualquier parte del mundo. En varios países, especialmente en aquellos que se encuentran en vías de desarrollo ocupa un lugar de importancia en su economía agrícola y seguridad alimentaria (Visser, 2025; Zambrano y Ocaña, 2024).

El acelerado crecimiento poblacional humano complica cada vez más la explotación ganadera, debido a una existente competencia entre personas y animales por los mismos alimentos (Phillips, 2024). Para hacer frente a esta problemática se ha propuesto la utilización de diversos productos agrícolas como alternativa para sustituir los granos en la dieta animal sin afectar su rendimiento productivo, sin embargo, su empleo sigue estando muy arraigado en la actividad ganadera, si bien, su valor energético es muy alto también lo es su costo, convirtiendo la alimentación en el componente con mayor impacto económico en sistemas intensivos (Campos y Arce, 2016). En la explotación extensiva concentrada mayormente en regiones áridas y semiáridas no se suplementa con granos, pues depende exclusivamente del pastoreo (Maldonado *et al.*, 2017). En estos lugares la calidad y disponibilidad de los forrajes varía según la época del año, afectando directamente la producción de leche y ganancia de peso en el ganado (Zambrano y Ocaña, 2024). Esto suele afectar en menor grado a la cabra pues tiene la capacidad de consumir gran variedad de vegetación y aprovecha desde pastos tiernos y residuos de cosechas hasta especies arbustivas (Alpízar y Elizondo, 2019).

El mezquite (*Prosopis spp.*) es una planta xerófila abundante en zonas desérticas y sus vainas constituyen un recurso forrajero no convencional ya utilizado en países de América del sur, África y la India para complementar la alimentación del ganado,

gracias a un elevado contenido de azúcares solubles y proteína, de esta última el mayor porcentaje se encuentra en la semilla (Armijo *et al.*, 2019; Gómez *et al.*, 2023). Se ha demostrado que el inicio de la lactancia es el mejor momento para su inclusión en la dieta de las cabras, ya que, es en esta etapa cuando el comportamiento natural y el metabolismo del rumiante dan prioridad a la síntesis láctea ofreciendo mayor cantidad de alimento a sus crías y así asegurar su supervivencia (Maldonado *et al.*, 2021<sup>a</sup>). Además de favorecer la producción de leche inmediata y nivel de sólidos lácteos generados en esta fase, la suplementación sienta un precedente para el rendimiento productivo durante el resto de la lactancia (Wright *et al.*, 2024). Por lo tanto, en este estudio nos hemos planteado, que la complementación alimenticia con molienda de mezquite pre y posparto mejorará la calidad del calostro y el peso vivo de las crías de cabras bajo condiciones de pastoreo.

### **1.1. HIPÓTESIS**

La complementación alimenticia con mezquite mejorará la calidad del calostro y el peso vivo de la crías de cabras en pastoreo.

### **1.2. OBJETIVO**

Evaluar si la complementación alimenticia con mezquite mejora la calidad del calostro y el peso vivo de la cría de cabras en pastoreo.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Situación de la caprinocultura a nivel mundial

Al compromiso de cubrir la demanda de alimentos para la población humana y el interés de países desarrollados por el consumo de productos de origen caprino, durante los últimos años este sector ha sufrido un incremento significativo a nivel global, convirtiéndolo en un fuerte atractivo para nuevos emprendedores (Bidot, 2017). En lugares como Norteamérica y Europa la explotación caprina se efectúa principalmente bajo el modelo de sistema intensivo especializándose en la producción láctea con un reducido número de animales. Contrario a lo que sucede en muchos países de Asia y África que, además de albergar la mayor parte de la población de la especie, la disponibilidad de recursos naturales es muy pobre limitando la expresión de su potencial productivo y destinándose al autoconsumo (Salgado *et al.*, 2023).

Consideradas como las “vacas de los pobres”, actualmente, el inventario mundial caprino se estima en poco más de 1000 millones de cabezas distribuidas principalmente en países de Asia con un 57,7%, África 35,7%, y América Latina con 5%, representando el 98% del total (FAO, 2023; W.P.R, 2024). En América Latina los países que sobresalen tanto por el inventario y nivel de producción carne-leche de caprino son Brasil con casi 13 millones y México con cerca de 9 millones de cabras (Bidot, 2017; FAO, 2023).

Este tipo de ganado es fuente importante económica, cultural y de proteína animal esencial para la nutrición humana por su contenido de aminoácidos, a nivel global contribuyen con el 6% (más de 280,000 toneladas) de la carne, el 2% (7.2 millones de toneladas) de leche y el 4% de las pieles (Chávez *et al.*, 2022; Lucio *et al.*, 2017).

#### 2.1.1. A nivel nacional

La ganadería es una de las principales actividades económicas del sector primario nacional, por ello, es fundamental llevar registro de la población ganadera por especie-producto, ya que se relaciona íntimamente con el volumen de producción pecuaria, a nivel nacional, la población caprina asciende a 8,840,467 cabezas, destacan Puebla con 1,120,443; Oaxaca 1,101,965; San Luis Potosí 768,900; Zacatecas 753,800 y

Coahuila 708,156 (SIAP, 2024<sup>a</sup>). Su rentabilidad deriva de la producción de leche y carne, en el 2023 México produjo 41,034 toneladas de carne de cabra posicionándolo como el principal productor de América, Zacatecas (4,487); San Luis Potosí (4,319); Puebla (3,988); Coahuila (3,967) y Guerrero (3,808) aportan en conjunto el 50.1% de la producción nacional, sumando un total de 20,569 toneladas. El volumen anual de la producción de leche de cabra en el territorio mexicano oscila los 169 millones de litros, siendo Coahuila (46,105); Guanajuato (44,852); Durango (24,851) y Jalisco (10,165 millones de litros) los estados que participan con el mayor volumen. La contribución de los caprinocultores mexicanos es de 174,314 toneladas, que representan el 0.9 % del volumen global (SIAP, 2024<sup>b</sup>).

La caprinocultura en el país se concentra principalmente a la población rural con menores ingresos, cerca de 1.5 millones de mexicanos dependen de esta actividad, el 80% del total de las unidades de producción son de subsistencia y se encuentran distribuidas de norte a sur. Los sistemas de producción caprinos se establecen según el producto de interés y agroecosistema. De la región: norte y parte del centro del país con precipitación de 180-300 mm anuales que dependen de la vegetación natural producen cabrito, el chivo cebado (40-45 kg) se produce en el Pacífico y la región Mixteca que presentan una precipitación pluvial de 350-450 mm al año y depende de los cultivos de temporada así como de la vegetación natural, la Laguna, Centro y Bajío enfocados principalmente a la producción de leche y cabrito como subproducto cuya precipitación es de 200 a 600 mm anuales, necesitan cultivos de riego y/o temporada y de vegetación natural (Andrade, 2017). Cabe destacar que en las últimas tres zonas se concentra el mayor número de sistemas intensivos a nivel nacional para obtener productos de la más alta calidad (Chávez *et al.*, 2022).

### **2.1.2. A nivel regional**

La Comarca Lagunera conformada por municipios del estado de Durango y de Coahuila posee el 4.7 % del inventario nacional de la población caprina que brinda una fuente de ingresos económicos a las familias, al igual que en muchos sitios con clima similar (cálido seco) predomina el pastoreo extensivo a pesar de ser la principal región productora de leche de cabra del país con cerca de 60 millones de litros al año

(Argüelles *et al.*, 2018). La alimentación se compone por vegetación xerófila y de los residuos de cosecha en áreas de riego, un 58.3% de los productores suplementa de forma ocasional con alfalfa, silo, maíz, etc. en la época más crítica del año (noviembre-junio), cuando la cantidad y calidad del forraje disponible para los animales es muy baja (Salinas *et al.*, 2016). Esta variación de nutrientes en las plantas repercute en el crecimiento y desarrollo animal que disminuye los parámetros reproductivos, teniendo como consecuencia una capacidad productiva mínima (Pastor *et al.*, 2017).

En la región la calidad de la leche de cabra es desconocida o hay poca información, pues no se tiene el hábito de registrar la producción, no se cuenta con asistencia técnica, hay poca inversión tecnológica y la organización de los propietarios para transformar y comercializar la materia prima es nula. Todo este conjunto de factores favorecen a que la mayor parte de la leche sea adquirida por empresas para elaborar queso y dulces (Pastor *et al.*, 2024). La producción cárnica no tiene la misma importancia económica que representa la de leche, motivo por el que la venta de las crías (cabritos) se realiza a los 30 días de edad (Maldonado *et al.*, 2021b), teniendo como principal mercado Monterrey, Nuevo León (Martínez *et al.*, 2017).

## **2.2. Efecto de la nutrición sobre la producción láctea**

La nutrición impacta directamente en el estado general de los animales ya que, para realizar todas sus funciones corporales (moverse, crecer, producir, reproducirse) es necesario un constante suministro de energía y grasas en la dieta. A diferencia de los monogástricos los rumiantes obtienen la proteína digerible de dos fuentes principales: la proteína microbiana y la Proteína No Degradable (PND) o bypass, en etapa de crecimiento o lactancia se incrementan las necesidades de proteína y es cuando la sintetizada por los Micro-organismos (MOs) del rumen quizá no sea suficiente (Shaw, 2002). Por ello, se vuelve indispensable un manejo nutricional con ingredientes que además de satisfacer las necesidades alimenticias también tengan efectos favorables sobre la salud y comportamiento productivo del ganado, no descuidando la sanidad, reproducción, genética y bienestar animal, pilares fundamentales de toda unidad pecuaria, ya que la interrelación existente entre ellos determina su eficiencia productiva y su rentabilidad (Castillo, 2016; Meléndez y Bartolomé, 2017).

En 2018 México importó 37,174 toneladas de leche al país para abastecer la demanda poblacional que se vio incrementada, por tanto, esto representa una oportunidad para la leche de cabra como alternativa para cubrir el volumen solicitado, destacando que frente a la de vaca es de mayor digestibilidad, beneficioso para la salud humana (López *et al.*, 2021).

El consumo de materia seca (MS), carbohidratos estructurales y no estructurales presentes en la ración, tamaño de partícula, uso de aditivos, probióticos y suplementos energéticos, así como, la interacción existente entre estos elementos afectan la composición de la leche, siendo la grasa el constituyente con mayor predisposición a verse afectado por modificaciones nutricionales en la dieta, mientras que el nivel de producción se relaciona directamente con el consumo de nutrientes en el último tercio de la gestación y 30-40 días postparto (Bello *et al.*, 2022). Los carbohidratos (CHO) constituyen la base energética en las dietas para el ganado lechero pues favorecen la producción de ácidos grasos volátiles (acético, propiónico y butírico) necesarios para obtener leche en cantidad y calidad óptima siempre y cuando estén bien balanceados. Los de mayor valor en las raciones son: fibra cuyo producto final de la fermentación es el ácido acético precursor de la grasa en la leche y, el almidón que produce ácido propiónico precursor de la glucosa en hígado precursora de la lactosa estrechamente relacionada con la cantidad de leche producida, además estimula el crecimiento de la microbiota ruminal. Las fuentes primarias de almidón son el maíz, sorgo, trigo, cebada y avena, que sufren fermentación más rápida que la fibra, por tanto, mayor producción de ácidos grasos dentro del rumen (González, 2014).

Las deficiencias nutricionales afectan directamente el potencial productivo y peso corporal del ganado especialmente al inicio de la lactancia, ya que, grasas, proteínas, carbohidratos, vitaminas, minerales y agua limpia son esenciales para la síntesis láctea y según la época del año su disponibilidad es variable por los cambios que sufren los forrajes en cuanto a cantidad y calidad, así que, en el sistema extensivo es donde se vuelve más difícil cubrir dichos requerimientos (Maldonado *et al.*, 2017). Para disminuir los efectos negativos la clave es complementar la alimentación de las cabras bajo este sistema, pues su demanda de energía es mayor en comparación de las estabuladas

(Rodríguez *et al.*, 2018). Sin embargo, introducir concentrados comerciales a la dieta significa un costo para los caprinocultores, por lo que, en las regiones áridas se han utilizado recursos naturales como el maguey, nopal y mezquite con el fin de aumentar la productividad del rebaño y aunque se ha demostrado la calidad nutricional de estos forrajes no convencionales en dietas para borregos, en cabras lecheras los estudios realizados para medir las variables productivas con su inclusión a la dieta aún son muy pocos (Galaviz *et al.*, 2022).

### **2.2.1. Efecto sobre el peso del cabrito**

Las características anatómicas, así como sus hábitos alimenticios (ramoneo y selectividad de ingredientes de la dieta) permiten que la cabra prospere en terrenos con limitaciones forrajeras, sin embargo, una nutrición insuficiente durante la gestación tardía e inicio de la lactancia tiene efectos negativos sobre la producción y calidad de calostro y leche lo que pone en riesgo la vida de la progenie y si ésta sobrevive el crecimiento postnatal será menor (Flores *et al.*, 2021). Durante el último tercio de la gestación la capacidad ruminal de la madre disminuye en un 50%, por lo que la ingesta de alimentos baja de manera considerable (Gioffredo y Petryna, 2010), pero la demanda energética por parte de la madre incrementa para apoyar el mantenimiento y homeostasis corporal, el crecimiento fetal e iniciar la lactogénesis, si no se cubren adecuadamente los requerimientos nutritivos maternos, el feto es capaz de adaptarse al desafío nutricional regulando su crecimiento, pero con un vigor y peso al nacimiento menor (Castillo *et al.*, 2022), que de manera normal comprende 1/15-1/17 partes del peso de la madre al momento del parto, considerando esta correlación positiva que hay entre ambas variables es de vital importancia proporcionar los nutrientes suficientes en el periodo preparto para que la hembra logre la acumulación previa de reservas con alimento de alto contenido energético (Dayenoff *et al.*, 2023).

La nutrición se relaciona directamente con el desarrollo de la placenta órgano encargado de proporcionar un flujo adecuado de sangre de la madre al feto, por lo que un déficit afecta a este tejido que resulta en una reducción en el transporte e intercambio nutricional, así, el peso al nacer y peso de la placenta parecen ser un indicativo de aportes apropiados o restricciones energéticas en el periodo gestacional

(Fiorimanti *et al.*, 2021). En el ganado bovino se ha demostrado que una buena ingesta de energía materna al final de la gestación estimula la síntesis y crecimiento de las fibras musculares y la creación de células grasas intramusculares del feto, que favorece una mayor producción de carne de calidad en los terneros, un mejor peso al destete, las hembras además, presentan una menor edad a la pubertad y mejor potencial productivo (Lenon *et al.*, 2022).

### **2.2.2. Sobre la composición del calostro**

El tipo de placentación de la cabra no permite la transferencia de anticuerpos maternos y como consecuencia sus crías dependen totalmente del consumo de calostro durante las primeras horas de vida para adquirir inmunidad pasiva (Bigler *et al.*, 2022), además de sus valores altos de inmunoglobulinas es rico en grasas y proteínas utilizadas como fuente energética para el crecimiento y la termogénesis, que en conjunto con otros componentes participan en el desarrollo de la inmunidad pasiva y la maduración del tracto digestivo en los neonatos (Zamuner *et al.*, 2023).

La lactancia inicia con la producción de calostro que es la primera secreción de la glándula mamaria después del parto (Hese *et al.*, 2022), en algunos mamíferos como los rumiantes la ingesta oportuna es de vital importancia para asegurar la transferencia inmunológica pasiva. Adicional a los nutrientes bioactivos también lo componen proteínas, ácidos grasos, vitaminas y minerales de importancia para diversos procesos metabólicos. Su constitución y calidad dependen de múltiples factores antes del parto como: cambios en la disponibilidad y composición en la dieta, producción hormonal y momento de la bajada del calostro (Todaro *et al.*, 2023).

De manera general el porcentaje de materia seca es superior al 20% y aunque la concentración de grasa es muy variable suele ser más alta en este que en la leche madura representando en promedio un 8%, de la que sus ácidos grasos son de fácil digestión y absorción por el recién nacido, la proteína rebasa el 10% y por debajo del 2% en el caso de la lactosa, además de los factores mencionados con anterioridad que pueden afectar su calidad también pueden influir el número de partos y el tamaño de la camada (Agradi *et al.*, 2023). La mayoría de las investigaciones están dirigidas

en el contenido de inmunoglobulinas en el calostro y la transferencia de inmunidad pasiva, sin embargo, el recién nacido depende también del contenido lipídico para la termorregulación (Klopp *et al.*, 2022), que según la temperatura del ambiente favorece la producción de calor desde unas cuantas horas al nacimiento hasta varios días después, las proteínas son esenciales en la gluconeogénesis las primeras 24 horas de vida, fundamental para la producción de glucosa principal fuente de energía utilizada por el cerebro (Soufleri *et al.*, 2021).

### **2.3. Uso de cereales en la alimentación caprina**

Las dietas para el ganado de producción se componen principalmente por la combinación de forrajes y concentrados por el alto aporte energético que se requiere para cubrir tanto sus necesidades de mantenimiento como las productivas, en los sistemas intensivo y semi-intensivo (Ramírez, 2016). La base de los concentrados está constituida por granos en un 28% de la biomasa total para alimentar al ganado (Rudel *et al.*, 2015), este tipo de dietas son ricas en carbohidratos que sufren fermentación muy alta y rápida que conducen a un incremento en la producción de ácidos grasos volátiles fuente de energía en los rumiantes, pero en exceso puede traer como consecuencia una variedad de trastornos metabólicos (Taghipoor *et al.*, 2020).

Los granos más utilizados son la cebada, maíz, trigo, triticale, avena y sorgo, que generalmente son sometidos a procesos físicos y químicos para mejorar la digestión y utilización del almidón. Su inclusión a la ración en la forma entera suele tener un aprovechamiento reducido, ya que los de menor tamaño como el trigo o cebada pasan intactos al tracto digestivo y se digieren en menor medida en comparación a los más grandes como el maíz que sí sufre un daño considerable durante la masticación (Humer y Zebeli, 2017).

#### **2.3.1. Maíz**

El ingrediente más utilizado en la alimentación para el ganado con el objetivo de incrementar la densidad de energía y evitar el consumo de cantidades mayores de forraje en la ración, en comparación con otros granos este proporciona a los animales

la más alta tasa de conversión a carne, leche y huevos, gracias a su contenido de grasa y almidón carbohidrato no estructural que constituye el 70% de materia seca en este grano (Campos y Arce, 2016; Ravelo *et al.*, 2022). Es incorporado a la dieta de los rumiantes en diferentes formas ya sea en mazorca entera o molida, grano entero o molido y según el procesamiento la digestibilidad del almidón en rumen varía de manera considerable que va desde el 45% hasta el 87% (Allen *et al.*, 2021).

Se ha documentado que al inicio de la lactancia las cabras lecheras de alta producción entran en balance energético negativo (BEN), ya que para la síntesis láctea utilizan entre el 60 y el 85% de la glucosa total, por ello, ofrecer una dieta rica en almidón asegura que la disponibilidad de glucosa y energía sea suficiente (Lunesu *et al.*, 2021). Sin embargo, a pesar de los múltiples beneficios en la productividad de los rumiantes, las dietas con grandes cantidades de granos de maíz con un nivel elevado de humedad o altamente procesado tienen repercusiones negativas en su salud, porque después de su ingesta, en el rumen se incrementa la producción de ácidos grasos volátiles (AGV) que pueden alterar la microbiota ruminal y resultar en una acidosis ruminal subaguda (Shen *et al.*, 2019).

### **2.3.2. Sorgo**

El sorgo es un cereal muy versátil que puede utilizarse como alimento, pienso, forraje, combustible, bebida y para elaboración de escobas, y aunque es susceptible a climas fríos, debido a que está adaptado a lugares con escasez de agua y altas temperaturas, existen algunas variedades que muestran tolerancia a bajas temperaturas teniendo un buen desarrollo. En cuanto a su producción mundial, México se encuentra entre los diez principales productores de sorgo, en países desarrollados como Estados Unidos, Canadá y Australia es fuente principal de alimento para el ganado y uso industrial. El valor nutricional y uso final del grano de sorgo lo define la proporción de los elementos que lo integran como son el almidón, proteínas, grasas, compuestos fenólicos y minerales (Vera *et al.*, 2023; Hao *et al.*, 2021).

El grano que se destina a la alimentación del ganado es altamente energético y se degrada rápidamente en rumen. Lo cual, es esencial para una eficiente síntesis de

proteína microbiana ruminal y así obtener buen rendimiento en la producción y composición óptima de la leche (Lusala *et al.*, 2025). Su aporte nutritivo es similar al del maíz, razón por la que puede sustituirlo en las dietas de animales de alta producción (Rosado, 2015). Algo que se debe tener en cuenta es el tamaño del grano pues influye directamente en su aprovechamiento, el de maíz es mayor en comparación con el de sorgo y dificulta su paso por el orificio retículo-omasal en animales pequeños, incrementando la rumia y por consiguiente mayor salivación esto provoca que el almidón esté más tiempo en contacto con los jugos gástricos y haya mayor digestión, además de que las proteínas que se encuentran en el pericarpio del grano de sorgo son de más baja degradabilidad en rumen y algunas variedades de este cereal son altas en taninos, generando una película que complica el ataque de los microorganismos ruminales (Fernández *et al.*, 2014).

### **2.3.3. Otros cereales**

El trigo y la avena son otros de los cereales que forman parte fundamental de la dieta energética para la alimentación animal y se proporciona en grano o forraje, en la mayoría de los casos van integrados en mezclas forrajeras. Además, son granos considerados de gran importancia para la alimentación humana en muchos lugares donde la precipitación pluvial es escasa o su comportamiento meteorológico es de manera impredecible, por su ciclo de crecimiento corto (Ponce *et al.*, 2020; Celis *et al.*, 2017). Múltiples estudios han sugerido que la sustitución de la cebada por la avena incrementa la producción de leche y mejora su composición lipídica, y aunque la proporción de endospermo en la cebada es superior que en la avena y este actúa como el mayor depósito de almidón en los cereales aún no se ha demostrado que se tengan efectos negativos en el rendimiento productivo del animal (Fant *et al.*, 2020; Tosta *et al.*, 2019). Lo anterior es reforzado por McKay *et al.* (2019), en un trabajo realizado en el que la dieta a base de grano de avena comparado con cebada la primera tuvo una mayor concentración de grasa en leche con rendimiento similar.

El trigo es una buena fuente de carbohidratos que constituyen el 85% en peso del grano de los cuales la mayor parte es almidón, las proteínas representan entre un 8% y un 20% de su contenido, al ser parte esencial en la dieta de la humanidad y utilizado

en las raciones para el ganado enfrenta el problema que su demanda sea superior a su producción (Subedi *et al.*, 2023). De tal manera que se ha recurrido al empleo de los subproductos (acemite y salvadillo) que se obtienen en el proceso de molienda del trigo al producir harina para consumo humano, estos derivados abarcan la mayor cantidad de nutrientes del grano y son más nutritivos que la harina (Campos y Arce, 2016).

## **2.4. Uso del mezquite en la alimentación de rumiantes**

La producción pecuaria en las zonas áridas y semiáridas de México es todo un reto, pues, las personas dedicadas a la ganadería mayormente a pequeña escala se enfrentan a condiciones ambientales poco favorables como lluvias irregulares, elevadas temperaturas y suelos empobrecidos de nutrientes, en los que la vegetación predominante son especies arbustivas (Ramírez *et al.*, 2024), que además de evitar la erosión del suelo, el follaje y fruto de algunos como las vainas de las del género *Prosopis spp* (mezquite) poseen buenas características nutricionales (Cabrera *et al.*, 2019). Y su uso en la alimentación de pequeños rumiantes se realiza principalmente en pastoreo, permitiendo el ramoneo y en menor medida el corte y acarreo, representa una buena alternativa forrajera para mitigar la escasez de alimento en el periodo de seca (Ángeles *et al.*, 2022).

### **2.4.1. Vaina de mezquite**

La vaina de mezquite es un fruto dulce formado en un 70-75% de pericarpio y 25-30% de semillas (Espinoza y Huerta, 2024), en el Norte y Centro de México, como en otros lugares del mundo ha sido de gran interés para alimentar al ganado, realizando su cosecha en los meses de julio a septiembre (Mejía *et al.*, 2023). En la explotación caprina y ovina representa una fuente de energía y proteína a bajo costo, pero es necesario tener en cuenta que su valor nutricional varía según el estado de madurez (Ángeles *et al.*, 2024) y de una especie a otra, tal como lo demostraron Montañez *et al.*, (2021), en un trabajo donde evaluaron la composición química en diferentes estados de madurez en la especie *P. Laevigata* siendo las vainas tiernas las de mayor contenido de proteína cruda 18.3% en comparación con las maduras 12.3% y las

secas 13.44%, pero en el caso de los carbohidratos no fibrosos entre los que se encuentran azúcares, almidones, ácidos orgánicos, fructanos y pectinas, los resultados más favorables fueron para las vainas secas con un 53.5%, 42.03% para maduras, mientras que para las tiernas apenas fue de un 13.16%. Estos valores se encuentran dentro los rangos establecidos de manera general 12-36.5% proteína cruda (PC), 30-75% Carbohidratos (CH) y 2.8-3.5% de grasa (Luna *et al.*, 2022). En la Tabla 1 se describen las cantidades en porcentajes de carbohidratos y proteínas en las especies del genero *Prosopis* que se encuentran en México.

Según reportes de caprinocultores una elevada cantidad de vaina de mezquite en la dieta provoca timpanismo en las cabras, esto se debe a que las semillas no digeridas pueden obstruir el orificio retículo-omasal. Asimismo, el consumo directo y excesivo de la vaina se ha asociado con problemas neurológicos y alteraciones mandibulares, atribuibles al esfuerzo masticatorio prolongado de la vaina completa (Sánchez *et al.*, 2025). Por esta razón y para maximizar su aprovechamiento es necesario su procesamiento, ya que las semillas contienen un alto grado de nutrientes y un tamaño de partícula pequeña favorece la ingesta de materia seca y digestibilidad en rumen (Ángeles *et al.*, 2024).

**Cuadro 1** Composición porcentual de proteínas y carbohidratos en cinco especies del género *Prosopis*.

| ESPECIE              | % DE PROTEINA. | % CARBOHIDRATOS |
|----------------------|----------------|-----------------|
| <i>P. articulata</i> | 17             | 25.7            |
| <i>P. glandulosa</i> | 15.1           | 38.3- 47.08     |
| <i>P. juliflora</i>  | 12.4           | 48.9            |
| <i>P. laevigata</i>  | 10.28          | 40.55           |
| <i>P. velutina</i>   | 17.8           | 25.5            |

Nota. Datos tomados de *Bromatología de la vaina de mezquite (Prosopis spp.) como alternativa para consumo sustentable en la comarca lagunera* (p.26), por Román, H. 2016, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

#### **2.4.2. Especie *P. glandulosa***

Se distribuye desde el sur de Estados Unidos de América (Kansas, Oklahoma, Luisiana, Texas y Nuevo México) hasta el norte de México (Tamaulipas, Nuevo León y Coahuila), gracias a que en temporada de sequía y escasez de alimento sirve como alternativa forrajera para el ganado y fauna silvestre, las semillas pueden ser dispersas a grandes distancias, pues estas tardan varios días en atravesar el tracto digestivo de especies grandes (Steinberg, 2001). Acerca de su composición nutricional se menciona que la vaina de esta especie aporta un 15.1% de proteína y 38.3% de carbohidratos, sin embargo, las semillas deben ser trituradas para maximizar su aprovechamiento, ya que contienen el mayor porcentaje de proteína de lo contrario pasan en buena cantidad intactas por el aparato digestivo (Román, 2016).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### General

Todos los métodos y manejo de las unidades experimentales utilizadas en este estudio fueron en estricto acuerdo con los lineamientos para el uso ético, cuidado y bienestar de animales en investigación a nivel internacional (FASS, 2010) y nivel nacional (NAM, 2002) con número de referencia de aprobación institucional UAAAN-UL/38111-425501002-2713.

#### 3.1. Localización del área de estudio y manejo de los animales

El presente estudio se realizó en la localidad del Ejido Nuevo León, municipio de Francisco I. Madero, Coahuila, Mexico, (25° 43' 05" LN y 103° 17' 41" LO), durante los meses de septiembre a noviembre de 2024. El área donde se llevó a cabo dicho experimento se encuentra a una altitud 1114 msnm, con una precipitación media anual de 230 mm y con temperatura promedio de 24 °C, máxima de 41 °C en mayo y junio, y mínima de -1 °C en diciembre y enero (CONAGUA, 2023).

La alimentación de todo el rebaño se realizó bajo pastoreo en un horario de 10:00 am a 6:00 pm con un recorrido diario aproximado de entre 4 y 5 km desde los corrales ubicados en el domicilio del propietario hasta las tierras de uso común y parcelas ejidales, donde consumían residuos de cultivos de maíz, sorgo, alfalfa y diversas especies arbustivas presentes en la región.

El total de las cabras fueron aretadas para facilitar su identificación, de manera adicional se desparasitaron (doramectina 200 µg por kg y 1 mg/kg de PV de fipronil) y vitaminaron (A, D, E). Se les proporcionó agua limpia y sales minerales a libre acceso. Posteriormente fueron seleccionadas 13 hembras multíparas multirraciales (cruzas de diferentes razas) que se asignaron en dos grupos, similares en cuanto a los valores de peso vivo (PV) y condición corporal (CC).

### **3.2. Tratamiento de los animales**

Para el estudio fueron seleccionadas 13 cabras adultas multirraciales entre 2-4 años de edad, homogéneas en cuanto a peso vivo (PV;  $58.6 \pm 2.0$  kg) y condición corporal (CC;  $2.9 \pm 0.1$  unidades). Los animales se asignaron al azar y fueron divididos en 2 grupos: un primer grupo (Tratado; n=7) se complementó con 200 g de molienda de mezquite (*P. glandulosa*) durante 21 días preparto y 21 días posparto, ofreciéndolo por las mañanas (07:00-08:00 am), de manera individual en bandejas de plástico, mientras que el segundo grupo (Control; n=6) no recibió ninguna complementación.

### **3.3. Vainas de mezquite**

La colecta de las vainas de mezquite se realizó en la temporada de madurez del fruto (junio-julio), se expusieron a temperatura ambiente en un periodo de 3-5 días al sol, para su molienda se utilizó un molino de martillos, el producto obtenido se expuso nuevamente a temperatura ambiente protegido de la luz solar por un lapso de 2-4 días para después almacenarlo en tambos de plástico con cierre hermético hasta el inicio del experimento. El pesaje de la cantidad a ofrecer se realizó en una báscula digital (Nuevo León, versión ónix 40) con capacidad de 40 kg.

### **3.4. Variables evaluadas**

#### **3.4.1. Peso vivo y condición corporal de la madre**

Para determinar el PV de la madre se utilizó una báscula digital (Torrey®, Modelo EQM 400-800) de plataforma, con capacidad de 400 kg, mientras que la CC fue medida en una escala del 1 al 5 (donde 1 son animales extremadamente flacos y 5 son obesos, en esta escala se analiza la proporción hueso-músculo-grasa; (Méndez y Cabral, 2016). Ambas variables se registraron desde el inicio de la complementación 21 días preparto hasta los 21 días después del parto, cada 7 días.

#### **3.4.2. Concentración de glucosa sanguínea**

Para determinar los niveles de glucosa (GLUC mg/dL) se extrajo una muestra de sangre que se evaluó de manera inmediata en el sitio de la toma utilizando un glucómetro portátil (FreeStyle Optium Neo), este dispositivo emplea tiras reactivas que

operan por absorción capilar y requieren un mínimo de .6µl de muestra para arrojar resultados digitalizados automáticos en un lapso de 5 segundos.

### **3.4.3. Niveles de proteína total**

Las muestras de sangre recolectadas se llevaron al laboratorio de la UAAAN UL donde se centrifugaron para separar el suero y evaluar la concentración de proteína total (PT g/dL) por medio de un refractómetro clínico (THC-200ATC), el cual funciona colocando una gota de la muestra en el prisma y al observar por el ocular, la luz se refracta marcando una línea en la escala del equipo. Al igual que las variables anteriores, los niveles de glucosa y proteína total se midieron desde el inicio del estudio hasta el final del mismo cada 7 días.

### **3.4.4. Peso de la cría al nacimiento**

El PV de las crías se registró al momento del nacimiento y cada semana hasta cumplir 21 días de edad, para esto se utilizó una báscula digital (Brecknell, Modelo ElectroSamson), con una capacidad de 25 kg y división de 0.02 kg.

### **3.4.5. Calidad de calostro**

La recolección de la muestra de calostro se realizó de manera manual durante las primeras 12 horas posparto (0 d), del cual se obtuvieron 15 ml por cabra en tubos recolectores con sellado hermético, posteriormente fueron llevadas al laboratorio de la UAAAN, donde se mantuvieron en congelación (-4°C) hasta la determinación de su composición en un analizador de leche MilkoScan modelo Mars, el cual arroja en porcentaje (%) los siguientes parámetros: grasa, proteína, lactosa, sólidos no grasos y sólidos totales.

## **3.5. Análisis estadístico**

Las medias obtenidas de los parámetros de peso vivo, condición corporal, niveles de glucosa, proteína total y calidad del calostro fueron analizados mediante un ANOVA usando el procedimiento Modelo Lineal General (GLM). Todos los datos fueron analizados utilizando el paquete estadístico SAS (SAS Institute Inc. Cary. NC. USA, V9.1). Las diferencias fueron consideradas significativas a un valor de  $P \leq 0.05$ .

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Variables metabólicas sanguíneas, peso vivo y condición corporal en las madres

Los resultados se muestran en la Tabla 2, indicando diferencia significativa para la PT ( $P < 0.05$ ) con niveles más altos en el GT ( $7.1 \pm 0.1$  g/dL) en comparación con el GC ( $6.8 \pm 0.1$  g/dL) por efecto del tratamiento, en el caso de los niveles de GLUC no mostraron diferencia significativa ( $48.6 \pm 2$  mg/dL;  $P > 0.05$ ), para ambos grupos. De igual forma ocurrió para las variables de PV ( $55.4 \pm 2.0$  kg;  $P > 0.05$ ) y CC ( $2.6 \pm 0.1$ ;  $P > 0.05$ ), que se mantuvieron en valores similares e indican que no hubo diferencia. Cabe señalar que el comportamiento entre los dos grupos fue similar sin existir una interacción entre tratamiento por día.

#### 4.1.2. Calidad de calostro

La calidad del calostro de ambos grupos (GT y GC) se puede observar en la Tabla 3. Los resultados obtenidos demuestran que su composición fue semejante en todas sus características (grasa, proteína, lactosa, SNF, y sólidos totales) sin encontrar diferencia significativa ( $P > 0.05$ ). Todas las variables del GT fueron superiores a las del GC a excepción de la lactosa, los sólidos totales arrojaron un porcentaje marcadamente más alto en el GT ( $30.2 \pm 1.6$ ) que el GC ( $24.8 \pm 3.2$ ) pero esto solo representa una tendencia numérica.

#### 4.1.3. Peso vivo de los cabritos

Este parámetro al igual que la mayoría de las variables evaluadas no tuvo diferencia significativa entre el GT y GC ( $2.8 \pm 0.2$  kg al nacimiento  $P > 0.05$ ) y ( $6.3 \pm 0.3$  kg al final del estudio). En la Tabla 4, se presenta el comportamiento de los grupos durante el trabajo experimental, así mismo, en la figura 1 se muestra la ganancia total en kg/individuo del GT en comparación al que tuvo el GC a los 21 días de edad.

**Cuadro 2** Peso vivo, condición corporal y variables metabólicas sanguíneas en cabras complementadas con 200 g de molienda de mezquite y cabras no complementadas en el periparto

| Variables                                 | Grupos               |                      | Valores de P |        |       |
|-------------------------------------------|----------------------|----------------------|--------------|--------|-------|
|                                           | Tratado              | Control              | T            | Día    | TxDía |
| <b>Peso vivo (Kg)</b>                     | 55.5±1.7             | 55.3±2.2             | 0.89         | 0.0002 | 0.982 |
| <b>Condición corporal (1-5, unidades)</b> | 2.6±0.1              | 2.6±0.1              | 0.73         | 0.0006 | 0.731 |
| <b>Glucosa (mg/dL)</b>                    | 47.8±2.5             | 49.5±2.8             | 0.573        | 0.001  | 0.844 |
| <b>Proteína total (g/dl)</b>              | 7.1±0.1 <sup>a</sup> | 6.8±0.1 <sup>b</sup> | <b>0.003</b> | 0.067  | 0.260 |

<sup>a,b</sup> Literales con superíndice diferente difieren a P<0.05

**Cuadro 3** Comparación de la calidad de calostro (0 hr) posparto del GT complementado con molienda de mezquite (200 g) por 21 días pre y posparto con el GC

| Grupo          | Grasa                | Proteína              | Lactosa              | SNF                   | ST                    |
|----------------|----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| <b>Tratado</b> | 10.6±1 <sup>a</sup>  | 15.1±1.4 <sup>a</sup> | 2.5±0.2 <sup>a</sup> | 18.9±1.2 <sup>a</sup> | 30.2±1.6 <sup>a</sup> |
| <b>Control</b> | 7.5±1.4 <sup>a</sup> | 11.9±1.7 <sup>a</sup> | 3.1±0.2 <sup>a</sup> | 16.5±1.8 <sup>a</sup> | 24.8±3.2 <sup>a</sup> |

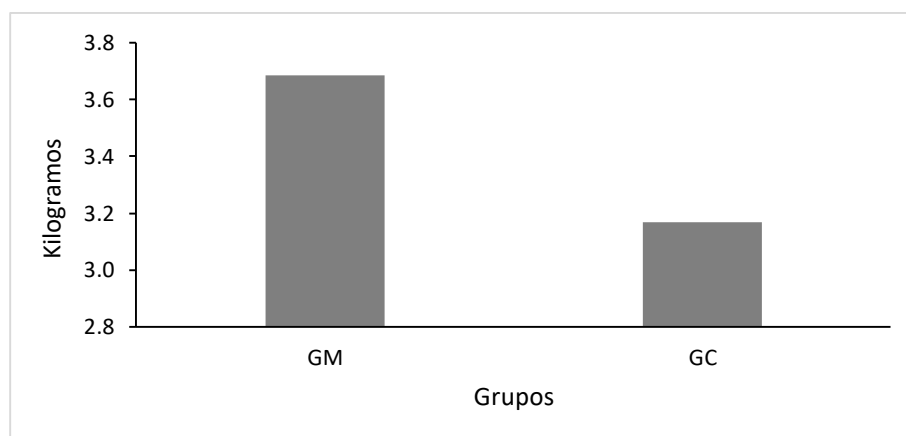
<sup>a,b</sup> Superíndices distintos entre columnas indican diferencia estadística significativa

**Cuadro 4** Peso vivo de las crías de los grupos comparados (GT y GC) durante el tiempo del estudio

| Control        | Día 0                  | Día 7                  | Día 14                 | Día 21                 | GPD (g) |
|----------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|---------|
| <b>Tratado</b> | 3.0 ± 0.2 <sup>a</sup> | 3.7 ± 0.2 <sup>a</sup> | 4.5 ± 0.3 <sup>a</sup> | 6.7 ± 0.3 <sup>a</sup> | 175     |
| <b>Control</b> | 2.6 ± 0.2 <sup>a</sup> | 3.5 ± 0.2 <sup>a</sup> | 4.4 ± 0.2 <sup>a</sup> | 5.8 ± 0.4 <sup>a</sup> | 150     |

<sup>a,b</sup> Superíndices distintos entre columnas muestran diferencia estadística significativa

**Figura 1** Ganancia total en kg de las crías de los dos grupos experimentales (GT y GC) desde el nacimiento hasta los 21 días de edad.



La ganancia total en kg hasta el final del estudio fue muy similar para ambos grupos

## V. DISCUSIÓN

El objetivo del presente estudio fue evaluar si la complementación alimenticia con mezquite durante los últimos 21 días de la gestación y los primeros 21 días después del parto en cabras en pastoreo, influía sobre la calidad del calostro, el peso vivo de sus crías, así como otros parámetros. Con base en los resultados obtenidos respecto a las variables evaluadas PV, CC, y niveles de GLUC en los animales adultos, podemos sugerir que la complementación de la alimentación en pastoreo con el producto utilizado durante la gestación tardía e inicio de lactancia no tuvo diferencia significativa entre grupos. Hallazgos similares para estos parámetros fueron reportados por Mathur *et al.* (2003), aunque bajo condiciones de alimentación diferente, que sustituyeron el 35% del concentrado por polvo de vaina de mezquite en la dieta de cabras en lactancia tardía. Siguiendo la misma línea Guevara (2019), suplió diferentes porcentajes (10, 20 y 30%) de concentrado comercial por harina de mezquite y no registró cambios en el PV. Por otro lado Mahgoub *et al.* (2005), evaluaron el efecto de distintas cantidades de vaina de mezquite en cabras en crecimiento y concluyen que niveles superiores al 30% tiene efectos negativos sobre la ganancia de peso, siendo más favorable la inclusión del 20% a la dieta.

Fisiológicamente, el mantenimiento del peso y condición corporal se debe a que las reservas energéticas del ganado solo se movilizan ante restricciones alimenticias severas y prolongadas, tal como lo describen Gómez *et al.* (2010). Dado que en este estudio las cabras pastoreaban y consumían residuos de maíz y alfalfa, esta constante exposición a alimentos ricos en carbohidratos y proteína, probablemente contribuyó a mantener la estabilidad de glucosa sanguínea y las variables productivas evitando variaciones en ambos grupos. Esto se apoya con lo mencionado por Reyes *et al.* (2012), que para determinar la calidad nutritiva de la dieta de bovinos en pastoreo evaluaron la influencia de la época del año sobre esta y encontraron que su valor fue superior en temporada de lluvias, además, que los niveles de glucosa en sangre y otros metabolitos se mantuvieron dentro de los rangos normales. Así mismo, se refuerza por lo descrito por Sánchez *et al.* (2003), al analizar el impacto de una mezcla alimenticia sobre el peso vivo en cabras en pastoreo durante octubre-noviembre en la

región de Lara, Venezuela, y no encontraron diferencias entre los grupos experimentales, ya que, el análisis químico de la vegetación nativa arrojó valores de proteína, fibra y minerales adecuados para satisfacer los requerimientos nutricionales, además, de que mencionan hubo suficiente biomasa para todo el hato.

En el caso de la proteína total, aunque los niveles se ubicaron dentro de los valores normales 6,0-7,5 en ambos grupos, nuestros resultados sí muestran diferencia significativa a favor del GT en comparación con el GC ( $P < 0.05$ ), independientemente del grupo los valores más altos se registraron durante el inicio de la lactancia que en gestación. Estos datos coinciden con los hallazgos de Zabaleta *et al.* (2010), con cabras evaluadas preparto (2 semanas) y posparto (4 semanas), además, mencionan que existe relación positiva entre el peso vivo y los niveles de proteína sérica. Por otro lado Huaman (2023); García *et al.* (2023), difieren con respecto al estado reproductivo, ya que, evaluaron la condición nutricional de cabras en pastoreo durante las cuatro estaciones del año y diferente estado fisiológico encontrando las concentraciones de proteína sérica más altas en cabras secas que en lactantes. Este incremento lo podemos atribuir principalmente al porcentaje de proteína bypass y pudo ser aprovechada directamente por el animal gracias al proceso de molienda.

La ausencia de diferencia estadística en el peso vivo de los cabritos al nacimiento entre grupos se asemeja al registrado por Maphosa *et al.* (2009), que suplementaron con vainas de marabú (*Dichrostachys cinérea*) muy parecidas nutrimentalmente a las de mezquite, aunque en su trabajo la tasa de crecimiento de las crías del grupo suplementado obtuvo los mejores rendimientos. La información del efecto de la vaina de mezquite sobre el peso al nacimiento en rumiantes es muy escasa, pues la mayoría de las investigaciones científicas se enfocan en la etapa de engorda y producción de leche. Pese a ello, los realizados en la etapa de gestación tardía, demuestran que una inclusión moderada de vaina de mezquite mantiene un peso al nacimiento óptimo y similar al de dietas comerciales.

La composición del calostro al momento del parto fue semejante en ambos grupos en todas sus características, no mostrando diferencia significativa. Esto coincide con lo mencionado por Contreras-Villarreal *et al.* (2022), al suplementar cabras en pastoreo

con mezquite molido y bagazo de naranja durante 21 días pre y 7 días posparto. Asimismo González (2025), al dar una dieta rica en almidón al final de la gestación no observaron diferencias ni en la producción, ni composición química. Es posible que los resultados en nuestro trabajo se deban a que la cantidad del producto administrado no fue suficiente para generar diferencias significativas, además, a la inexistencia de una limitación nutricional crítica.

## **VI. CONCLUSIONES**

La complementación a la dieta con 200 g de molienda de mezquite incrementó los niveles de proteína total de cabras bajo condiciones de pastoreo, lo que permite concluir que mejora su estado de salud general. Sin embargo, no mejora los niveles de glucosa sanguínea. Asimismo, no mejoró el peso vivo tanto de la crías como de las madres, ni la condición corporal y calidad del calostro de cabras bajo condiciones de pastoreo durante el parto. Para futuras investigaciones se sugiere se realice en un mayor periodo de estudio durante el último tercio de la gestación, época del año distinta y estatus fisiológico.

## VII. LITERATURA CITADA

- Agradi, S., González Cabrera, M., Argüello, A., Hernández Castellano, L.E., Castro, N., Menchetti, L., Brecchia, G., Vigo, D., Tuccia, E., y Curone, G. (2023). Colostrum Quality in Different Goat Breeds Reared in Northern Italy. *Animals*, 13(19), 3146.
- Allen, M.S., Longuski, R.A., y Ying, Y. (2021). Effects of corn grain endosperm type and fineness of grind on feed intake, feeding behavior, and productive performance of lactating dairy cows. *Journal of dairy science*, 104(7), 7630–7640.
- Alpizar Solís, C., y Elizondo Salazar, J.A. (2019). Utilización de residuos de piña para alimentación de cabras: efecto sobre la producción y composición láctea. *Agronomía Costarricense*, 43(1), 113-124.
- Andrade Montemayor, H.M. (2017). PRODUCCIÓN DE CAPRINO EN MÉXICO. *Tierras caprino*, (18), 28-31.
- Ángeles Hernández, J.C., Lizarazo Chaparro, A., Elizalde Tellez, J.M., Chay Canul, A.J., Rodríguez Guerrero, V., Castro Montoya, J., y Razo Rodríguez, O.E. (2022). Evaluación de los patrones de fermentación *in vitro* y producción de metano de vaina de mezquite (*Prosopis spp.*). *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 25(2).
- Ángeles Hernández, J.C., Santiago Flores, E. D. J., Cardoso Gutiérrez, E., Valencia Salazar, S.S., del Razo Rodríguez, O.E., Paz, E.A., Ku Vera, J.C., Kebeab, E., Benaouda, M., y Garduño García, Á. (2024). The Use of Mesquite Pods (*Prosopis spp.*) as an Alternative to Improve the Productive Performance and Methane Mitigation in Small Ruminants: A Meta-Analysis. *Fermentation*, 10(12), 625.
- Argüelles Verdugo, E.A., Figueroa Viramontes, U., Salinas González, H., Granados Rivera, L.D., Pastor López, F.J., Orona Castillo, I., y Maldonado Jáquez, J.A. (2018). Producción y composición de leche de cabras complementadas con hojas secas de moringa (*Moringa oleífera*). *Ciencia e Innovación*, 1(2), 241-253.
- Armijo Nájera, M.G., Moreno Reséndez, A., Blanco Contreras, E., Borroel García, V.J., y Reyes Carrillo, J.L. (2019). Vaina de mezquite (*Prosopis spp.*) alimento para el ganado caprino en el semidesierto. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 10(1), 113-122.
- Bello Cabrera, D., Arriaga Avilés, Y., y Ruiz Romero, R. (2022). Comparación de la ganancia diaria de peso en dos grupos de cabritas alimentadas con leche entera o leche entera suplementada con biocolina. *Abanico veterinario*, 12.
- Bidot Fernández, A. (2017). Composición, cualidades y beneficios de la leche de cabra: revisión bibliográfica. *Revista de Producción Animal*, 29(2), 32-41.
- Bigler, N.A., Bruckmaier, R.M., y Gross, J.J. (2022). Implications of placentation type on species-specific colostrum properties in mammals. *Journal of animal science*, 100(12), 287.
- Cabrera, Á. Núñez, A., Lammoglia Villagomez, M., Alarcón Pulido, S., Martínez Sánchez, C., Rojas Ronquillo, R., y Velázquez Jiménez, S. (2019). Árboles y arbustos forrajeros utilizados para la alimentación de ganado bovino en el norte de Veracruz, México. *Abanico veterinario*, 9, 1-15.
- Campos Granado, C.M., y Arce Vega, J. (2016). Sustitutos de maíz utilizados en la alimentación animal en Costa Rica. *Nutrición Animal Tropical*, 10(2), 91-113.
- Castillo Barón, L.V. (2016). Probióticos y prebióticos como alimentos funcionales en nutrición animal. *Zoociencia*, 3(2), 15-21.

- Castillo Gutiérrez, D., Hernández Arteaga, L.E.S., Flores Nájera, M.J., Cuevas Reyes, V., Vázquez García, J.M., Loredó Osti, C., Beltrán López, S., Ballesteros Rodea, G., González Bulnes, A., Meza Herrera, C.A., y Rosales Nieto, C.A. (2022). Methionine Supplementation during Pregnancy of Goats Improves Kids' Birth Weight, Body Mass Index, and Postnatal Growth Pattern. *Biology*, 11(7), 1065.
- Celis Alvarez, M.D., López González, F., Estrada Flores, J.G., Domínguez Vara, I.A., Heredia Nava, D., Munguía Contreras, A., y Arriaga Jordán, C.M. (2017). Evaluación nutricional in vitro de forrajes de cereales de grano pequeño para sistemas de producción de leche en pequeña escala. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 20(3), 439-446.
- Chávez Espinoza, M., Cantú Silva, I., González Rodríguez, H., y Montañez Valdez, O.D. (2022). Sistemas de producción de pequeños rumiantes en México y su efecto en la sostenibilidad productiva. *Revista MVZ Córdoba*, 27(1), 2246.
- Chávez Silvestre, M.F., Aldrette Arteaga, A.A., Peralta Ortiz, J.J.G., Hernández Zarco, M.A., López Ojeda, J.C., y Almaraz Buendía, I. (2022). Vegetación disponible para la producción caprina en el Estado de Hidalgo y su influencia en la calidad de la carne. *Boletín de Ciencias Agropecuarias del ICAP*, 8(15), 11-14.
- Contreras Villarreal, V., Martínez Ruiz, D., Ángel García, O., Flores Salas, J., Ortega Morales, N., Carrillo Moreno, D., y Gaytán Alemán, L. (2022). Complementación alimenticia con mezquite y naranja en cabras: efecto sobre el calostro, leche y cabritos. *Abanico veterinario*, 12.
- Dayenoff, P., Macario, J., Roberi, J., Kotani, N., Nicolás, A., Gorrachategui, M., y Bolaño, M. (2023). Efecto de la suplementación sobre algunos parámetros productivos en cabras Criolla en diferentes etapas de gestación. *Ciencia Veterinaria*, 25(1), 2.
- Espinoza Plascencia, A., y Huerta Ocampo, J.A. (2024). Aprovechamiento agroecológico y alimentario del mezquite: una revisión. *Revista de Ingeniería en Industrias Alimentarias*, 1(2), 36-40.
- Fant, P., Ramin, M., Jaakkola, S., Grimberg, Å., Carlsson, A.S., y Huhtanen, P. (2020). Effects of different barley and oat varieties on methane production, digestibility, and fermentation pattern in vitro. *Journal of dairy science*, 103(2), 1404–1415.
- FAO (2023) Cultivos y productos de ganadería. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL> . Fecha de consulta: 16 de abril de 2025.
- Fernández, A.E., Jersonsky, R., y Coria, M. (2014). Aprovechamiento metabólico de granos de sorgo entero con diferentes contenidos de taninos en novillos británicos=Metabolic utilization of whole sorghum grains with different tannin contents in British steers. *Pastos y Forrajes*, 37(2), 191-197.
- Fiorimanti, M., Cristofolini, A., Benzoni, A., Bozzo, A., Díaz, T., Flores Bracamonte, C., Audap Soubie, R., Coniglio, V., Cavaglieri, L., Barbeito, C., y Merkis, C. (2021). Eficiencia placentaria en cabras restringidas nutricionalmente durante la gestación. *Revista Ab Intus*, 7(4), 35-42.
- Flores Nájera, M.J., Cuevas Reyes, V., Vázquez García, J.M., Beltrán López, S., Meza Herrera, C.A., Mellado, M., Negrete Sánchez, L.O., Rivas Jacobo, M.A., y Rosales Nieto, C.A. (2021). Milk Yield and Composition of Mixed-Breed Goats on Rangeland during the Dry Season and the Effect on the Growth of Their Progeny. *Biology*, 10(3), 220.
- Galaviz Castillo, J.C., Rodríguez Rangel, F.A., Rendón Huerta, J.A., Álvarez Fuentes, G., Morales Rueda, J.Á., y García López, J.C. (2022). Effect of a diet based mesquite pod,

- maguey silage and prickly pear on production and physicochemical quality of Saanen goat milk. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, 21(1), 3-12.
- García Sánchez, H.D., Castellanos Pérez, E., Gallegos Robles, M.Á., y García Hernández, J.L. (2023). Parámetros sanguíneos de caprinos en pastoreo en tres etapas fisiológicas a lo largo del año. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 10(1).
- Guevara Marfisi, L.A. (2019). Efecto de la harina de cují (*prosopis juliflora*) sobre la producción de leche de cabra. *Polo del Conocimiento: Revista científico- profesional*, 4(9), 133-146.
- Gioffredo, J.J., y Petryna, A. (2010). Caprinos: generalidades, nutrición, reproducción e instalaciones. *Universidad Nacional de Río Cuarto. Facultad de Agronomía y Veterinaria. Dpto. de Producción Animal. Río Cuarto, Argentina*.
- Gómez Águila, M.V., Enríquez Sánchez, A., Vásquez López, M.B., Castellanos Serrano, L.T., Castellanos Suárez, A., y Pérez Vivar, M.A. (2023). Diseño de un prototipo de máquina pelletizadora del mezquite dulce para la alimentación del ganado vacuno y porcino: Design of a prototype of a sweet mesquite pelletizing machine for feeding cattle and pigs. *e-CUCBA*, (20), 166–173.
- Gómez Pastén, M., Mora Izaguirre, O., Meléndez Soto, R.M., Romano Muñoz, J.L., Vera Avila, H., y Shimada Miyasaka, A. (2010). Efecto de una subalimentación prolongada sobre el peso, la condición y la composición corporal de cabras adultas. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 1(3), 205-219.
- González Cabrera, M. (2025). Strategies to improve colostrum quality in dairy goats and the acquired immunity in goat kids. [Tesis doctoral, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria].
- González Garrido, A. (2014). Los carbohidratos en la alimentación de la vaca de leche. *Frisona española*, 30(200), 106-109.
- Hao, H., Li, Z., Leng, C., Lu, C., Luo, H., Liu, Y., Wu, X., Liu, Z., Shang, L., y Jing, H.C. (2021). Sorghum breeding in the genomic era: opportunities and challenges. *Theoretical and Applied Genetics*, 134(7), 1899–1924.
- Hese, V., Goossens, K., Ampe, B., Haegeman, A., y Opsemer, G. (2022). Exploring the microbial composition of Holstein Friesian and Belgian Blue colostrum in relation to the transfer of passive immunity. *Journal of Dairy Science*, 105(9), 7623-7641.
- Huaman Montesinos, D. F. (2023). Algunos valores sanguíneos proteicos en caprinos (*Capra hircus*) criollos mejorados del aprisco Fina Esperanza en la provincia de Abancay. [Tesis de grado, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac].
- Humer, E., y Zebeli, Q. (2017). Grains in ruminant feeding and potentials to enhance their nutritive and health value by chemical processing. *Animal Feed Science and Technology*, 226, 133-151.
- Klopp, R.N., Ferreira, C.R., Casey, T.M., y Boerman, J.P. (2022). Relationship of cow and calf circulating lipidomes with colostrum lipid composition and metabolic status of the cow. *Journal of Dairy Science*, 105(2), 1768-1787.
- Lenon Klein, J., Martinho Adams, S., Farias De Moura, A., Borchate, D., Alves Filho, D.C., Pansiera Antunes, D., Moro Maidana, F., dos Santos Cardoso, G., Luiz Brondana, I., y Gonçalves Gindri, R. (2022). Effects of nutrition in the final third of gestation of beef cows on progeny development. *Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias*, 13(3), 658–673.
- López Puga, J.C., Valadez Pineda, A., Kawas, J.R., Sinagawa García, S.R., Sobrevilla Hernández, G., Hernández Martínez, S.P., Rico Costilla, D.S., y Méndez Zamora, G.

- (2021). Producción de leche de cabra en México y uso de aceites esenciales de plantas aromáticas en su producción. *Tecnociencia Chihuahua*, 15(3), 234-245.
- Lucio, R., Sesento, L., Bedolla, J.L.C., y Cruz, Á.R. (2017). Efecto de la alimentación sobre la producción de leche en cabras saanen y su relación costo beneficio. *Revista de Negocios & PyMes*, 3(8), 53-58.
- Luna Almaraz, A.G., Martínez Herrera, R.E., y Alemán Huerta, M.E. (2022). El mezquite: un "superalimento" ancestral. *Revista CienciaUANL*, 25(115), 20–29.
- Lunesu, M.F., Decandia, M., Molle, G., Atzori, A.S., Bomboi, G.C., y Cannas, A. (2021). Dietary Starch Concentration Affects Dairy Sheep and Goat Performances Differently during Mid-Lactation. *Animals*, 11(5), 1222.
- Lusala, C.I., Kirimi, J.G., Musalia, L.M., y Thiakunu, F.K. (2025). Concentrate supplementation during dry season enhance milk yield and quality on dromedary camel in peri urban area of Isiolo, Kenya. *Veterinary and Animal Science*, 28, 100446.
- Mahgoub, O., Kadim, I.T., Forsberg, N.E., Al-Ajmi, D.S., Al-Saqry, N.M., Al-Abri, A.S., y Annamalalai, K. (2005). Evaluación de las vainas de Mezquite (*Prosopis juliflora*) como alimento para cabras. *Animal Feed Science and Technology*, 121(3), 319-327
- Maldonado Jáquez, J.A., Castañeda Bustos, V.J., Granados Rivera, L.D., Salinas González, H., Pastor López, F. J., y Torres Hernández, G. (2021). CURVA DE CRECIMIENTO Y TASAS DE CRECIMIENTO ABSOLUTO Y RELATIVO DE CABRITOS LOCALES EN EL NORTE DE MÉXICO† [GROWTH CURVE AND RATES OF ABSOLUTE AND RELATIVE GROWTH OF LOCAL KID GOATS IN NORTHERN MÉXICO]. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 24, 75.
- Maldonado Jáquez, J.A., Granados Rivera, L.D., y Garay Martínez, J.R. (2021). EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE LECHE DE CABRAS EN PASTOREO DURANTE LA LACTANCIA TEMPRANA.
- Maldonado Jáquez, J.A., Granados Rivera, L.D., Hernández Mendo, O., Pastor Lopez, F.J., Requejo, L.M.I., Salinas González, H., y Torres Hernández, G. (2017). Uso de un alimento integral como complemento a cabras locales en pastoreo: respuesta en producción y composición química de la leche. *Nova scientia*, 9(18), 55-75.
- Maphosa, V., Sikosana, J.L., y Muchenje, V. (2009). Effect of doe milking and supplementation using *Dichrostachys cinerea* pods on kid and doe performance in grazing goats during the dry season. *Tropical animal health and production*, 41(4), 535–541.
- Mathur, B.K., Siyak, S.R., y Bohra, H.C. (2003). Alimentación de cabras Marwari en región árida con polvo de vainas de mezquite (*Prosopis juliflora*). *Current Agriculture*, 27(1-2), 57-59.
- Martínez González, J., Castillo Rodríguez, S., Villalobos Cortés, A., y Hernández Meléndez, J. (2017). SISTEMAS DE PRODUCCIÓN CON RUMIANTES EN MÉXICO. *Ciencia Agropecuaria*, (26), 132-152.
- McKay, Z.C., Mulligan, F.J., Lynch, M.B., Rajauria, G., Miller, C., y Pierce, K.M. (2019). The effects of cereal type and  $\alpha$ -tocopherol level on milk production, milk composition, rumen fermentation, and nitrogen excretion of spring-calving dairy cows in late lactation. *Journal of dairy science*, 102(8), 7118–7133.
- Mejía Haro, I., García Sánchez, A.A., Martínez Mireles, J.M., Aréchiga Flores, C.F., Silva Ramos, J.M., y Ramos Dávila, M. (2023). Efecto de vaina de mezquite (*Prosopis laevigata*, Fabales: Fabaceae) sobre fermentación ruminal y parámetros productivos en ovinos en engorda. *Acta Agrícola y Pecuaria*, 9(1).

- Meléndez, P., y Bartolomé, J. (2017). Avances sobre nutrición y fertilidad en ganado lechero: Revisión. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 8(4), 407-417.
- Méndez, C.R. y Cabral Ortiz, D.A. (2016). Condición corporal en cabras. Estación Experimental Agropecuaria La Rioja, INTA.
- Montañez Valdez, O.D., Reyes Gutiérrez, J.A., Ley de Coss, A., Vicente Pérez, R., Gómez Vázquez, A., y Guerra Medina, C.E. (2021). Composición química y degradación ruminal de la vaina de mezquite (*Prosopis* spp.) a diferente estado de madurez. *Ecosistemas Y Recursos Agropecuarios*, 8(II).
- Pastor López, F.J., Isidro Requejo, L.M., Maldonado Jáquez, J.A., y González Salinas, H. (2024). Calidad de la leche de cabra bajo dos sistemas de producción y durante el proceso de ordeña en la comarca lagunera. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 7(2).
- Pastor López, F.J., Isidro Requejo, L.M., Maldonado Jáquez, J.A., Granados Rivera, L.D., Trinidad, E.M., y Rodríguez Martínez, J.G. (2017). Efecto de la complementación de grasa protegida en la producción y composición de leche de cabras en pastoreo. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 21(1), 77-86.
- Phillips C.J.C. (2024). Farm Animal Welfare-From the Farmers' Perspective. *Animals*, 14(5), 671.
- Ponce Molina, L., Garófalo, J., Noroña, P., y Campaña, D. (2020). EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE LÍNEAS PROMISORIAS DE AVENA (*Avena sativa* L.)(Yield and agronomics characteristics evaluation of promissory oat lines (*Avena sativa* L.). *EN CEREALES*. Boletín Técnico No. 181, 51-56.
- Ramírez Ramírez H.A. (2016). Aplicación de Principios de Nutrición de Ganado Lechero en la Producción de Leche y Carne con Ingredientes Tradicionales y Alternativos. *Ceiba*, 54(1), 66-71.
- Ramírez Segura, E., Márquez Godoy, J.N., Basave Villalobos, E., Sánchez Gutiérrez, R.A., Garay Martínez, J.R., Velázquez Martínez, M., y Gutiérrez Gutiérrez, O.G. (2024). Arbustivas forrajeras, una alternativa para la ganadería en zonas áridas y semiáridas de México. (Folleto informativo No. 01) Instituto Nacional de Investigaciones, Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
- Ravelo, A.D., Calvo Agostinho, B., Arce Cordero, J., Monterio, H.F., Bennet, S.L., Sarmikasoglou, E., Vinyard, J., Vieira, E.R.Q., Lobo, R.R., Ferraretto, L.F., Vyas, D., y Faciola, A. (2022). Effects of partially replacing dietary corn with molasses, condensed whey permeate, or treated condensed whey permeate on ruminal microbial fermentation. *Journal of Dairy Science*, 105(3), 2215-2227.
- Reyes, O., Murillo, M., Herrera, E., Gutiérrez, E., Juárez, A.S y Cerrillo, A. (2012). Influencia de la época del año en indicadores nutricionales y metabólicos de bovinos en pastoreo en el norte de México. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 46(4), 375-380.
- Rodríguez Rangel, F.A., Rendón Huerta, J.A., Álvarez Fuentes, G., y García López, J.C. (2018). DIGESTIBILIDAD *in vitro* DE UNA RACIÓN A BASE DE VAINA DE MEZQUITE, ENSILADO DE MAGUEY Y NOPAL PARA LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN CABRAS. *Avances de la Investigación Sobre Producción Animal y Seguridad Alimentaria en México*, 533-538.
- Rodríguez Rosado, L.O. (2015). *Evaluación de concentrado lechero para mejorar la eficiencia productiva de vacas lecheras y el forraje de sorgo como ensilaje* [Tesis de Maestría, Universidad de Puerto Rico].

- Román Pérez, H. (2016). *Bromatología de la vaina de mezquite (Prosopis spp.) como alternativa para consumo sustentable en la comarca lagunera* [monografía de pregrado, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro]. Repositorio institucional UAAAN. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/7981>.
- Rudel, T.K., Paul, B., White, D., Rao, I.M., Van Der Hoek, R., Castro, A., Boval, M., Lerner, A., Schneider, L., y Peters, M. (2015). LivestockPlus: Forages, sustainable intensification, and food security in the tropics. *Ambio*, 44(7), 685–693.
- Salgado Pardo, J.I., González Ariza, A., Díaz Ruíz, E., Peláez Caro, M.P., Galán Luque, I., Delgado, J.V., Navas Gonzales, F.J., y Camacho, M.E. (2023). Situación actual y perspectivas del sector caprino mundial y español. *Archivos de zootecnia*, 72(278), 144-155.
- Salinas González, H., Valle Moysen, E.D., de Santiago Miramontes, M.D.L.A., Veliz Deras, F.G., Maldonado Jáquez, J.A., Vélez Monroy, L.I., Torres Hernández, D., Requejo, L.M.I., y Figueroa Viramontes, U. (2016). Análisis descriptivo de unidades caprinas en el suroeste de la región lagunera, Coahuila, México. *Interciencia*, 41(11), 763-768.
- Sánchez, C., García, M., y Álvarez, M. (2003). Efecto de la suplementación alimenticia sobre el comportamiento productivo de cabras al postparto en la microregión río tocuyo, estado Lara. *Zootecnia Tropical*, 21(1), 43-55.
- Sánchez-Duarte, J.I., Maldonado-Jáquez, J.A., Santana, O.I., Granados-Niño, J.A., Meza-Velázquez, J.A., Ochoa-Martínez, E., y Santana-Espinoza, S. (2025). ELABORACIÓN Y UTILIZACIÓN DE ENSILADO DE VAINA DE MEZQUITE REHIDRATADA EN CABRAS EN PASTOREO. *Revista Universitaria de Ovinos y Caprinos*, (6), 10-18.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Población ganadera. Información sobre el número de animales que se crían en el país con fines de producción [en línea]. En: SIAP. (22 de julio de 2024). <https://www.gob.mx/siap/documentos/poblacion-ganadera-136762>
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2024). Panorama agroalimentario 2028-2024.
- Shaw, A. (2002). Conceptos básicos de la digestión de los rumiantes. *ECHO Notas de Desarrollo*. 76
- Shen, Y.Z., Ding, L.Y., Chen, L.M., Xu, J.H., Zhao, R., Yang, W.Z., Wang, H.R., y Wang, M.Z. (2019). Feeding corn grain steeped in citric acid modulates rumen fermentation and inflammatory responses in dairy goats. *Animal*, 13(2), 301-308.
- Soufleri, A., Banos, G., Panousis, N., Fletouris, D., Arsenos, G., Kougioumtzis, A., y Valergakis, G.E. (2021). Evaluation of Factors Affecting Colostrum Quality and Quantity in *Holstein* Dairy Cattle. *Animals*, 11(7), 2005.
- Steinberg, P. (2001). *Prosopis glandulosa*, honey mesquite. Fire Effects Information System, [Online]. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Fire Sciences Laboratory (Producer). Available: <https://www.fs.usda.gov/database/feis/plants/tree/progla>.
- Subedi, M., Ghimire, B., Bagwell, J.W., Buck, J.W., y Mergoum, M. (2023). Wheat end-use quality: State of art, genetics, genomics-assisted improvement, future challenges, and opportunities. *Frontiers in Genetics*, 13.
- Taghipoor, M., Delattre, M., y Giger Reverdin, S. (2020). A novel modelling approach to quantify the response of dairy goats to a high-concentrate diet. *Scientific reports*, 10(1).

- Todaro, M., Maniaci, G., Gannuscio, R., Pampinella, D., y Scatassa, M.L. (2023). Chemometric Approaches to Analyse the Composition of a Ewe's Colostrum. *Animals*, 13(6), 983.
- Tosta, M.R., Prates, L.L., Christensen, D.A., y Yu, P. (2019). Effects of processing methods (rolling vs. pelleting vs. steam-flaking) of cool-season adapted oats on dairy cattle production performance and metabolic characteristics compared with barley. *Journal of dairy science*, 102(12), 10916–10924.
- Vera Hernández, P.F., Mendoza Onofre, L.E., y Rosas Cárdenas, F.F. (2023). Responses of sorghum to cold stress: A review focused on molecular breeding. *Frontiers in Plant Science*, 14.
- Visser, C. (2025). The impact of genetic selection for increased production on fitness traits of small ruminants. *Small Ruminant Research*, 247.
- World Population Review. (2024). Poblacion de cabras por país en 2024. Revisión de la Población mundial [en línea]. Obtenido el 27 de febrero de 2025 en <https://worldpopulationreview.com/country-rankings/goat-population-by-country>.
- Wright, M.M., Douglas, M.L., Ho, C.K.M., Marett, L.C., Auldist, M.J., Morris, G.L., Hannah, M.C., Giri, K., Wales, W.J., y Russo, V.M. (2024). Milk production of cows grazing pasture supplemented with grain mixes containing canola meal or corn grain or both over the first 100 days of lactation. *Journal of dairy science*, 107(7), 4461–4475.
- Zabaleta, J., Pérez, M.L., Riera, M., Nieves, L., y Vila, V. (2010). Concentración de proteínas totales en el suero sanguíneo de cabras de la raza canaria en el pre parto e inicio de la lactancia. *Revista Científica*, 20(2), 127-131.
- Zambrano Sucuzhayñay, J.A., y Ocaña Wilcapi, J.J. (2024). Aporte nutricional del forraje verde hidropónico en la alimentación de cabras: Revisión bibliográfica. *Polo del Conocimiento*, 9(7), 2161-2182.
- Zamuner, F., Leury, B.J., y DiGiacomo, K. (2023). Review: Feeding strategies for rearing replacement dairy goats-from birth to kidding. *Animal* 17(6), 100853.
- Zheng, Z., Wang, X., Li, M., Li, Y., Yang, Z., Wang, X., Pan, X., Gong, M., Zhang, Y., Guo, Y., Wang, Y., Liu, J., Cai, Y., Chen, Q., Okpeku, M., Colli, L., Cai, D., Wang, K., Huang, S., Sonstegard, T.S., Esmailizadeh, A., Zhang, W., Zhang, T., Xu, Y., Xu, N., Yang, Y., Han, J., Chen, L., Lesur, J., Daly, K.G., Bradley, D.G., Heller, R., Zhang, G., Wang, W., Chen, Y., y Jiang, Y. (2020). The origin of domestication genes in goats. *Science Advances*, 6(21).