

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**

**DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL**



**Efecto del Creep Feeding sobre el crecimiento de cabritos Alpino-Francés**

**Por:**

**Galilea Monserrath Hernández Reyna**

**TESIS**

Presentada como requisito para obtener el título de:

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

Torreón, Coahuila, México  
Diciembre 2025

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**

**DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL**

Efecto del Creep Feeding sobre el crecimiento de cabritos Alpino-Francés

Por:


**Galilea Monserrath Hernández Reyna**

**TESIS**

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

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

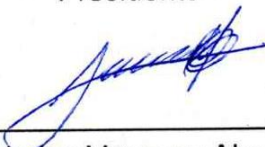
Aprobada por:



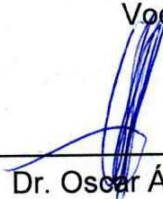
Dr. Alan Sebastián Alvarado Espino  
Presidente



Dra. Jessica María Flores Salas  
Vocal



Dra. Ariadna Vanessa Alvarado Espino  
Vocal externo



Dr. Oscar Ángel García  
Vocal suplente



MC. José Luis Francisco Sandoval Elías  
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal



Torreón, Coahuila, México  
Diciembre 2025

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**  
**UNIDAD LAGUNA**  
**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**  
**DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL**

Efecto del Creep Feeding sobre el crecimiento de cabritos Alpino-Francés

Por:

**Galilea Monserrath Hernández Reyna**

**TESIS**

Presentado como requisito parcial para obtener el título de:

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

Aprobada por el Comité de Asesoría:



Dr. Alan Sebastián Alvarado Espino  
Asesor Principal



Dra. Jessica María Flores Salas  
Coasesor



Dra. Ariadna Vanessa Alvarado Espino  
Coasesor externo



MC. José Luis Francisco Sandoval Elías  
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal



Torreón, Coahuila, México  
Diciembre 2025

## **Agradecimientos**

**A DIOS** Por darme el hambre y la sed para ser merecedora de tu gracia.

**Al Doctor Alan Sebastián Alvarado Espino** por permitirme trabajar con él e incluirme, por asesorarme a lo largo del desarrollo del proyecto, por brindarme confianza. Dios lo bendiga a lo largo del camino.

**A mi hermana;** Johesabeth Hernández, por ser un constante apoyo, su amor incondicional y su motivación infinita.

**A M.V.Z. Fidencio Hernández Chacón;** por siempre encontrar la manera de ser lo más destacado de mis días, por ser quien me impuso en momentos llenos de miedo y angustia, por crear una guarida conmigo y ser un gran compañero de vida.

**A mis compañeros y amigos;** Dios sabe por qué los conocí, gracias por el apoyo, les deseo una vida plena y llena de éxitos. Gracias por el apoyo durante el experimento, Dios los bendiga siempre.

**A CIPA;** gracias por ser un gran equipo.

## **Dedicatoria**

**A Dios;** “Si no me hubieras ayudado, muy pronto habría perdido la vida; te llamé al sentir que me caía, y tú, con mucho amor, me sostuviste.” Salmos 94:17-18.

**A mi mamá;** siempre apoyándome, estando ahí para mí con el amor más genuino. Por crecer, madurar y equivocarnos juntas en el camino, has sido una gran compañera.

**A mi hermanita;** a ti, confianza, lealtad absoluta y amor a raudales. La audacia, valentía, otredad y coraje lo he aprendido de ti.

**A Jorge Pascual;** larga vida a los mejores momentos que he pasado junto a ti, por tus palabras de oro e inmensa e inagotable generosidad.

## Índice

Agradecimientos.....	i
Dedicatoria.....	ii
Índice.....	iii
Índice de figuras.....	v
Índice de cuadros.....	v
Resumen.....	vi
1. Introducción.....	1
1.1. Hipótesis.....	2
1.2. Objetivo general.....	2
1.2.1. Objetivos específicos.....	2
2. Revisión de literatura.....	3
2.1 Caprinocultura en México.....	3
2.2 Fisiología del aparato digestivo de los cabritos.....	4
2.2.1. Desarrollo ruminal.....	4
2.2.2. Establecimiento de la microbiota gastrointestinal.....	7
2.2.3. Producción de ácidos grasos volátiles.....	8
2.2.4. Absorción de nutrientes.....	8
2.3 Alimentación de los cabritos.....	10
2.3.1. Alimentación de los cabritos lactantes.....	10
2.3.2. Alimentación solida de cabritos.....	12
2.3.3. Requerimientos nutricionales.....	13
Proteína.....	13
Energía.....	13
Vitaminas.....	15
Minerales.....	15
Agua.....	17
2.4 Crecimiento y desarrollo.....	17
2.4.1 Hormona del crecimiento (GH), factor de crecimiento parecido a la insulina (IGF).....	19
2.5 Suplementación.....	22
2.5.1 Creep feeding.....	22

<b>3. Materiales y métodos</b>	<b>25</b>
<b>3.1. Área de estudio y manejo de los animales</b>	<b>25</b>
<b>3.2. Diseño experimental y variables evaluadas</b>	<b>25</b>
<b>3.2.1. Peso, altura a la cruz (talla) y GDP</b>	<b>26</b>
<b>3.2.2. Determinación de glucosa</b>	<b>26</b>
<b>3.3. Análisis estadístico</b>	<b>27</b>
<b>4. Resultados</b>	<b>27</b>
<b>5. Discusión</b>	<b>29</b>
<b>6. Conclusión</b>	<b>31</b>
<b>7. Literatura citada</b>	<b>32</b>

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Diagrama de compartimentos del estómago prerumiante (izquierda) en comparación con el adulto (derecha).....	5
<b>Figura 2.</b> Representación esquemática de la gotera esofágica o surco reticular. .....	6
<b>Figura 3.</b> Desarrollo de papilas ruminales durante las primeras seis semanas de vida a través de microfotografías ópticas del tejido ruminal, con un aumento de 10x (escala de referencia = 200 $\mu$ m).....	7
<b>Figura 4.</b> Curva de crecimiento relación peso con el tiempo .....	19
<b>Figura 5.</b> Representación esquemática del eje neuroendocrino (GHRH/Somatostatina-GH-IGF) .....	21
<b>Figura 6.</b> Método de CF para cabritos Boer en pastoreo, mostrando acceso exclusivo a las crías con el suplemento .....	23
<b>Figura 7.</b> Niveles de glucosa sérica en cabritos sometidos a tratamiento con suplementación en TCF y CSS.....	28

## Índice de cuadros

<b>Cuadro 1.</b> Requerimientos de minerales para cabras .....	16
<b>Cuadro 2.</b> Composición nutricional de concentrado comercial (Vettoro®) utilizado como suplemento a los cabritos TCF.....	26
<b>Cuadro 3.</b> Peso vivo inicial y final, GDP, altura y glucosa de cabritos sometidos a TCF en CF y grupo CSS.....	27



## Resumen

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto del Creep Feeding (CF) sobre el peso vivo, ganancia diaria promedio de peso (GDP), altura a la cruz y glucosa sérica de cabritos de raza Alpino-Francés durante la etapa de lactación (5 a 6 semanas de edad). Para el estudio se utilizaron 23 cabritos (11 machos y 12 hembras) los cuales se dividieron en 2 grupos experimentales homogéneos: grupo en tratamiento con CF (TCF n=12) y grupo control sin suplementación (CSS, n=11). A los cabritos del grupo TCF se les dio un periodo de adaptación de nueve días, ofreciéndoles 50 g al día de concentrado comercial con aumentos graduales hasta que consumieron 100 g al final. Terminado este periodo de adaptación, consumieron 150 g de concentrado por cabrito hasta el fin del experimento durante 30 días. El grupo CSS no recibió ninguna suplementación, únicamente lactancia materna sin ninguna intervención. Los cabritos de ambos grupos se pesaron cada semana. Así mismo, se midió la altura a la cruz. Se calculó la ganancia diaria de peso promedio (GDP) y se midieron los niveles de glucosa sérica. Las medias de ambos tratamientos se compararon mediante el PROC Mixed de SAS en el que se incluyó también el sexo de las crías como factor. No se observaron diferencias significativas ( $P>0.05$ ) para ninguna de las variables evaluadas entre ambos grupos, ni entre sexo de las crías o la interacción tratamiento\*sexo. El grupo TCF presentó un peso inicial promedio de  $8.15 \pm 1.94$  kg y un peso final de  $14.73 \pm 2.48$  kg, mientras que el grupo sin suplementación (CSS) registró un peso inicial de  $7.98 \pm 2.41$  kg y un peso final de  $13.68 \pm 3.03$  kg ( $P\geq 0.05$ ). La GDP fue ligeramente superior en el grupo TCF ( $0.22 \pm 0.05$  kg) en comparación con el CSS ( $0.19 \pm 0.05$  kg). Sin embargo, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas ( $P\geq 0.05$ ). En cuanto a la altura a la cruz, ambos grupos mostraron incrementos similares ( $P\geq 0.05$ ). En conclusión, la suplementación no mejoro los parámetros en los cabritos Alpino-Francés.

**Palabras clave:** Caprinocultura, Rumiantes, Crecimiento, Lactancia, Suplementación

## 1. Introducción

En la Comarca Lagunera, la caprinocultura es una de las actividades económicas más representativas que se realiza en las comunidades del medio rural (Maldonado-Jaquez *et al.*, 2021). En esta región, la mayoría de los rebaños caprinos son manejados bajo un sistema de producción extensivo. En este esquema, la alimentación se basa en forrajes naturales del agostadero y en subproductos agrícolas, los cuales ofrecen un aporte nutricional limitado para los animales (Pastor *et al.*, 2017).

El Creep feeding (CF) es una estrategia de alimentación suplementaria que se utiliza para asegurar un consumo de nutrientes adecuado mediante alimentos altamente palatables y con un contenido nutricional completo, manteniendo a la vez bajos costos de producción. Es importante destacar que los animales jóvenes, como corderos y cabritos, aprovechan de manera más eficiente los nutrientes antes del destete (Rankins y Pugh, 2012). El CF es una técnica de manejo que proporciona a animales lactantes mejorar el crecimiento y adaptación al periodo pre y post destete, y reducción de la mortalidad de los cabritos. Se le considera un proceso progresivo, necesario para optimizar el crecimiento durante las primeras etapas de vida (Ahmed *et al.*, 2024).

La suplementación temprana estimula el desarrollo ruminal, mejorar el aprovechamiento de nutrientes y, potencialmente, incrementar parámetros productivos como la ganancia de peso y la eficiencia alimenticia (Goetsch *et al.*, 2001; Ahmed *et al.*, 2024). No obstante, los resultados varían según la formulación del suplemento, la raza, el manejo y las condiciones ambientales. Por ello, el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto del CF sobre la ganancia diaria de peso, la altura a la cruz y los niveles de glucosa sérica en cabritos de la raza Alpino-Francés durante su etapa lactante, bajo condiciones de estabulación permanente, la finalidad de analizar si esta práctica representa una alternativa efectiva para optimizar el desempeño productivo en este sistema de crianza.

### **1.1. Hipótesis**

El CF mejora la ganancia diaria de peso, altura a la cruz y niveles de glucosa sérica en los cabritos Alpino-Francés.

### **1.2. Objetivo general**

Evaluar el efecto del método de CF con suplemento comercial sobre la ganancia diaria de peso, altura y glucosa sérica en cabritos de raza Alpino-Francés durante la etapa lactante.

#### **1.2.1. Objetivos específicos**

- 1) Determinar el impacto del CF en la ganancia diaria de peso de los cabritos.
- 2) Comparar la altura a la cruz de los cabritos con y sin suplementación durante el periodo experimental.
- 3) Evaluar los niveles de glucosa sérica en ambos grupos al finalizar el periodo de suplementación.

## 2. Revisión de literatura

### 2.1 Caprinocultura en México

En el siglo XVI, las primeras razas de cabras que llegaron a México provenían de España, entre ellas se encontraban la murciano-granadina, la blanca celtibérica y la retinta extremeña (Trenti-Verly *et al.*, 2021). A partir de 1920, se comenzó a importar ganado caprino de razas mejoradas, como la Anglo-Nubia, Alpino-Francés, Saanen y Toggenburg, provenientes de Estados Unidos y Canadá, con el propósito de mejorar la producción nacional (Alejandre-Ortiz *et al.*, 2016). Desde entonces, estos animales se han integrado con éxito a las condiciones ambientales del país, mostrando una notable capacidad de adaptación (Guerrero, 2010). Gracias a su adaptabilidad a condiciones ambientales adversas, los caprinos se consideran una especie competente ante los efectos negativos del cambio climático debido a su bajo requerimiento de insumos, eficiencia en el uso del alimento, menor inversión inicial, facilidad en el manejo, resistencia a enfermedades, alta eficiencia reproductiva y madurez sexual temprana y potencial para generar menos emisiones de gases de efecto invernadero como el metano (CH<sub>4</sub>) (Atay y Gokdal, 2023; Vázquez-Rocha *et al.*, 2024).

Actualmente, más de 8,000 productores se benefician económicamente de la venta de leche de cabra y carne de cabrito; sin embargo, más del 90 % de ellos opera bajo un sistema extensivo sedentario para el manejo de sus rebaños (Bustamante-Andrade *et al.*, 2024). Según el SIAP (2025), en México existe una población caprina de 8, 840, 467 cabezas de ganado al 2023. De esta población se obtuvieron 165,771 miles de litros de leche y 40,717 toneladas de carne a nivel nacional (SIAP, 2025). Aunque la producción caprina está presente en todo el territorio mexicano, se concentra principalmente en tres grandes regiones del país: el mosaico mixteco, el centro o bajío y el norte o lagunero (Silva-Jarquín *et al.*, 2019). Las regiones de La Laguna (que abarca parte de Coahuila y Durango) y el Bajío (Guanajuato, Querétaro, Michoacán y Jalisco) son importantes centros de producción. En estas zonas, los modelos productivos se clasifican según el producto final en cabrito lechal (8-10 kg de peso vivo), chivo cebado (de 40 a 45 kg PV) y producción de leche (Andrade-Montemayor,

2017). Sin embargo, la Comarca Lagunera, a pesar de ser reconocida como la principal zona productora de leche caprina en el país, aún persisten niveles bajos de productividad en la región (Ramos-Martínez *et al.*, 2020).

En el año 2023, se contabilizaron aproximadamente 404,414 cabezas de ganado caprino en la Región Lagunera siendo 216,136 de la región lagunera de Coahuila y 188,278 en la Región Laguna de Durango (SIAP, 2025). En esta región la mayoría de los rebaños se crían bajo sistemas extensivos en un clima semiárido propio del norte de México, y donde los animales salen a pastorear y se alimentan principalmente de la vegetación presente en su entorno (Salinas-Gonzalez *et al.*, 2016). No obstante, es posible que esta práctica no cubra completamente los requerimientos nutricionales de las cabras lecheras, ya que la disponibilidad y calidad de los forrajes varían a lo largo del año (Orona *et al.*, 2013; Isidro-Requejo *et al.*, 2017). El manejo no planificado y la explotación excesiva de los recursos naturales en estas regiones han derivado en consecuencias ambientales como erosión del suelo, agotamiento de fuentes de agua y procesos de desertificación (Chávez-Espinoza *et al.*, 2022). Gracias a esta razón, se apuesta a los sistemas lecheros que operan principalmente bajo esquemas intensivos o semi-intensivos, que incluyen estabulación parcial o permanente (Andrade-Montemayor, 2017). De modo que los sistemas de producción más tecnificados, como los semi-intensivos e intensivos, abren nuevas oportunidades para desarrollar una actividad caprina más eficiente y sostenible, que permita mejorar los rendimientos sin comprometer la viabilidad económica del productor (Guerrero, 2010).

## **2.2 Fisiología del aparato digestivo de los cabritos**

### **2.2.1. Desarrollo ruminal**

Los rumiantes tienen un estómago muy peculiar, que se divide en 4 compartimientos: rumen, retículo, omaso y abomaso (Dickson, *et al.*, 2017). Al momento de nacer presentan un rumen, retículo y omaso inmaduros (Figura 1), por lo que funcionalmente se comportan como animales monogástricos durante el periodo previo al destete, conocidos como pre-rumiantes debido a que aún no han comenzado a rumiar (Malmuthuge *et al.*, 2019). El rumen es un órgano clave en el desempeño productivo de los rumiantes. El rumen inmaduro carece de actividad fisiológica y metabólica. Su

adecuado desarrollo estructural y funcional es crucial para facilitar la transición del estado prerumiante al de rumiante plenamente funcional, y para optimizar el crecimiento en etapas tempranas de vida (Zhuang *et al*, 2023).

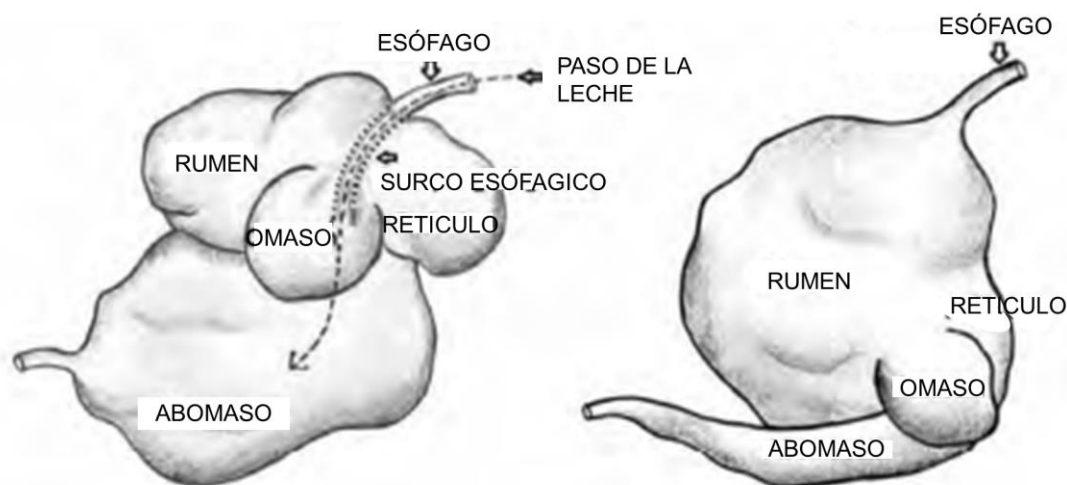


Figura 1. Diagrama de compartimentos del estómago prerumiante (izquierda) en comparación con el adulto (derecha) (Adaptada de Krishnamoorthy y Moran, 2011).

Durante la lactancia, el abomaso junto al intestino delgado del neonato son importantes órganos ya que son los encargados de digerir y absorber el alimento líquido, ya que, en esta fase, el rumen aún no realiza la fermentación (Costa *et al.*, 2003; Zhang *et al.*, 2021). También, es gracias a un mecanismo anatómico propio de lactantes, llamado surco esofágico o surco reticular (Figura 2), donde al contraer el tejido muscular, genera una estructura tubular que dirige el líquido a lo largo del retículo, facilitando el paso directo de la leche o el calostro hacia el abomaso. Esto evita que el líquido entre en el rumen o el retículo, previniendo así fermentaciones inadecuadas (Martín-Alonso *et al.*, 2019).

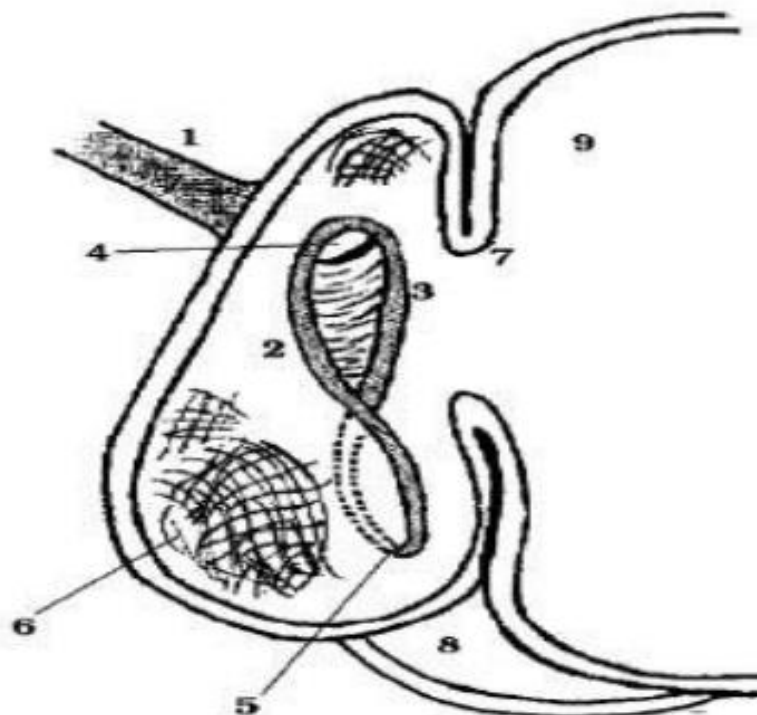


Figura 2. Representación esquemática de la gotera esofágica o surco reticular. 1) esófago, 2) labio izquierdo, 3) labio derecho, 4) cardias, 5) orificio retículo-omasal, 6) fondo reticular, 7) pliegue rumino-reticular, 8) abomaso y 9) rumen (Tomada de Martín-Alonso *et al.*, 2019).

En la transición, el rumen, el retículo y el intestino grueso comienzan a crecer y madurar a un ritmo más acelerado que el abomaso y el intestino delgado (Costa *et al.*, 2003). Durante la transición de una dieta basada en leche a una compuesta por alimentos sólidos, el proceso digestivo en los cabritos se desplaza progresivamente del intestino hacia el rumen (Abdelsattar *et al.*, 2022). El proceso de desarrollo del rumen ocurre en tres fases principales: una etapa sin actividad ruminal que abarca desde el nacimiento hasta los 21 días; una fase de transición, que se extiende entre los 21 y 56 días de vida; y finalmente, la etapa de rumia activa, que inicia a partir de los 56 días, estrechamente relacionado con la edad del animal (Zhang *et al.*, 2021).

El desarrollo del rumen representa un reto fisiológico considerable para los rumiantes jóvenes, ya que implica cambios anatómicos como el crecimiento de las papilas y el

aumento del volumen ruminal (Figura 3). Además, se requiere un progreso funcional en términos de fermentación y actividad enzimática, así como la adecuada colonización microbiana. Si este desarrollo es incompleto, puede comprometer la eficiencia en la digestión y absorción de los nutrientes (Baldwin *et al.*, 2004; Zhang *et al.*, 2021).

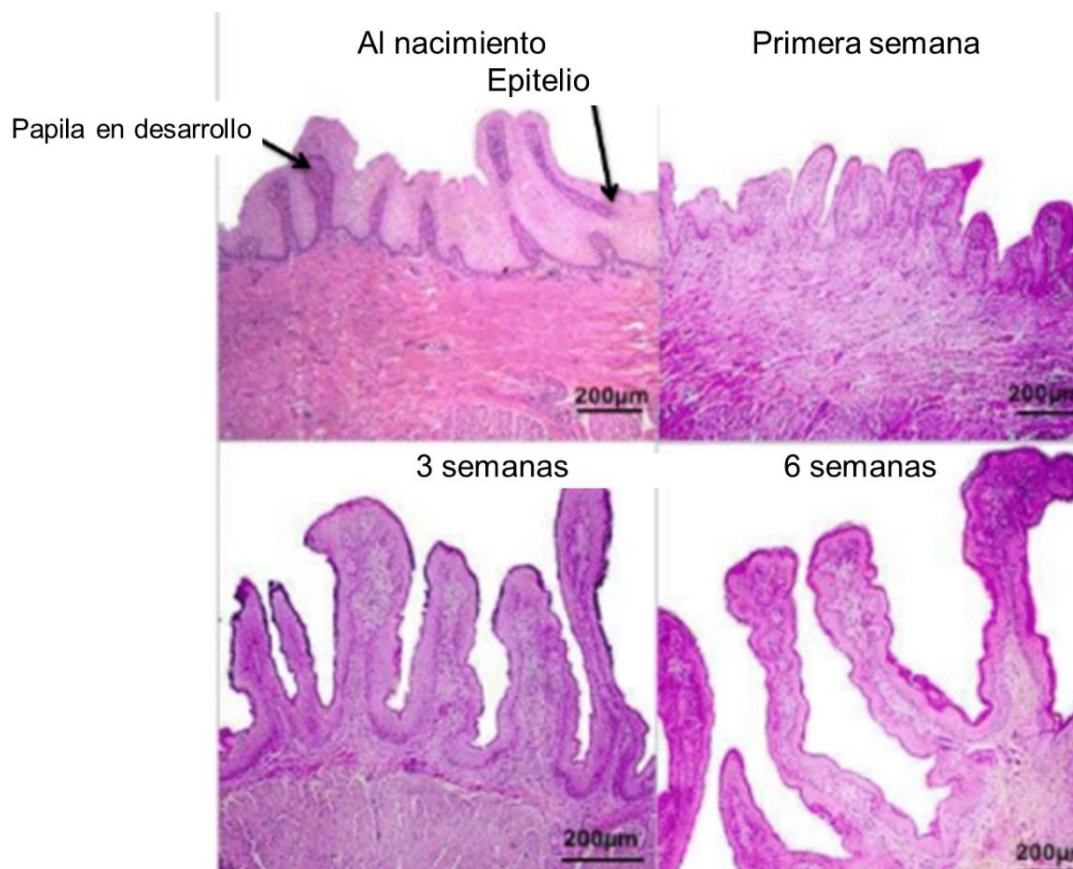


Figura 3. Desarrollo de papilas ruminales durante las primeras seis semanas de vida a través de microfotografías ópticas del tejido ruminal, con un aumento de 10x (escala de referencia = 200 µm) (Adaptada de Malmuthuge, 2019).

### 2.2.2. Establecimiento de la microbiota gastrointestinal

Los pre-rumiantes cuentan con una microbiota ruminal debido a la exposición al ambiente y al contacto con su madre, es colonizado por bacterias, arqueas, protozoos, hongos y virus (Malmuthuge *et al.*, 2019). La comunidad bacteriana más predominante en cabritos recién nacidos, es Proteobacteria, seguido por Bacteroidetes y Firmicutes, y al crecer de edad, Bacteroidetes fue el más elevado (Li *et al.*, 2021; Zhang *et al.*, 2021). Predominando en el rumen de pre-rumiantes: *Prevotella*, *Bifidobacterium*,



*Corynebacterium*, *Streptococcus*, *Lactobacillus*, *Clostridium*, *Staphylococcus*, *Bacillus*, *Campylobacter*, *Pseudomonas*, *Yersinia*, *Neisseria*, *Campylobacter*, *Haemophilus*, *Burkholderia*, *Vibrio*, y *Brucella* (Malmuthuge *et al.*, 2019). Los microorganismos del intestino, incluidos bacterias, hongos y arqueas, pueden establecer interacciones comensales, simbióticas o parasitarias. Una microbiota equilibrada es fundamental para que el organismo lleve a cabo funciones fisiológicas, metabólicas e inmunológicas. Sin embargo, cuando se altera este equilibrio, pueden presentarse afecciones gastrointestinales como la diarrea o el síndrome del intestino irritable (Li *et al.*, 2021).

### **2.2.3. Producción de ácidos grasos volátiles**

El rumen funciona como cámara fermentativa anaeróbica, gracias a la microbiota que funciona de manera simbiótica en conjunto con enzimas (Underwood *et al.*, 2015). Permitiendo transformar carbohidratos estructurales en ácidos grasos volátiles (AGV). Los AGV se absorben a través del epitelio ruminal para poder ser utilizados como medio energético, y además determinan el tamaño y la forma de las papilas ruminales. Se ha demostrado que la alimentación sólida influye significativamente en la composición microbiana del contenido ruminal, los AGV y en el desarrollo funcional del rumen (musculatura y peso) en etapas tempranas (Van Soest, 1994; Martínez *et al.*, 2019; Chai *et al.*, 2021). Los AGV son los principales productos de la fermentación ruminal siendo el ácido acético, butírico, propiónico, isobutírico e isovalérico, la principal fuente de energía para las cabras y rumiantes (Baldwin *et al.*, 2004; Underwood *et al.*, 2015). Sin embargo, el aumento de la producción de ácidos puede provocar una disminución del pH, originando trastornos metabólicos como la acidosis ruminal (da Silva-Macêdo *et al.*, 2022).

### **2.2.4. Absorción de nutrientes**

El tracto gastrointestinal es clave para la absorción y metabolismo de nutrientes líquidos en rumiantes antes del destete (Zhang *et al.*, 2021). Durante la fase de consumo de calostro, se observa un aumento en el grosor de la capa muscular del colon y duodeno, así como en la profundidad de criptas y el epitelio ileal. Asimismo,

las dietas con calostro y leche favorecen el desarrollo de la mucosa colónica y las criptas yeyunales (Abdelsattar *et al.*, 2022). Por su parte, el abomaso se encarga de la digestión de las proteínas de la leche (Jiang *et al.*, 2023), secretando ácido clorhídrico y junto a proteasas gástricas (renina y en menor participación la pepsina) fomentan la formación de la caseína en coágulos, mientras que la pepsina degrada el coágulo en péptidos y aminoácidos (Smith y Sherman, 2022; Harmon y Swanson, 2020).

Los aminoácidos se absorben principalmente en el intestino delgado y provienen de dos fuentes principales en el animal adulto (Jiang *et al.*, 2023). La primera es la proteína dietética o leche en caso de los pre-rumiantes, la cual llega intacta al intestino, donde es digerida y absorbida como aminoácidos degradados por enzimas pancreáticas (tripsina) y se absorben en la sangre. La segunda fuente corresponde a la proteína microbiana en animales adultos, sintetizada por los microorganismos del rumen, formada a partir de nitrógeno no proteico (NNP) y cerca de un tercio de la proteína insoluble presente en la dieta, se descompone en el rumen liberando amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) (Smith y Sherman, 2022).

La digestión de carbohidratos ocurre en el yeyuno principalmente, la enzima lactasa los desintegra en monosacáridos (glucosa y galactosa) y son absorbidos en sangre (Baldwin *et al.*, 2004; Harmon y Swanson, 2020). La digestión y absorción del almidón se lleva a cabo en el intestino delgado siendo primero la hidrólisis del almidón por la  $\alpha$ -amilasa pancreática (Trotta *et al.*, 2021) en oligosacáridos más pequeños y dextrinas. Después los oligosacáridos de cadena pequeña se hidrolizan en glucosa libre por carbohidrasas, y finalmente se absorbe desde la luz intestinal por los enterocitos. El inicio de la digestión del almidón en el intestino delgado comienza con la  $\alpha$ -amilasa pancreática que se secreta en la luz intestinal a través del conducto pancreático. La  $\alpha$ -amilasa pancreática se produce en las células acinares pancreáticas y se secreta en su forma activa. En la luz, la  $\alpha$ -amilasa pancreática hidroliza las moléculas de glucosa residentes unidas a  $\alpha$ -1,4 en el almidón y libera oligosacáridos más pequeños (maltosa, maltotriosa y dextrinas límite) (Trotta y Swanson, 2021).

En el caso de las grasas, el tamaño pequeño de las partículas de grasa de la leche favorece su metabolismo, ya que contiene ácidos grasos (AG) de cadena corta y media esenciales y además ácidos linoleicos conjugados (ALC) que muestran efectos positivos al impulsar el crecimiento animal y además estimular es sistema inmune (Turkmen, 2017). Para el metabolismo de lípidos, la saliva ayuda a la hidrólisis de la grasa en el abomaso, ya que contiene lipasa (esterasa pregástrica) (PGE) y actúa sobre los triglicéridos de la grasa, para liberar ácido butírico a la medida que cambia el consumo de leche va disminuyendo la PGE. (Krishnamoorthy y Moran, 2011).

El metabolismo de lípidos en etapa de transición hasta ser un rumiante ocurre en el rumen, en el cual los microbios de los galactolípidos y de los triglicéridos, empiezan a separar la galactosa, hidrogenándolos y así convertirlos en AG rápidamente tras la ingestión. El propionato se produce en cantidades magnánimas cuando la alimentación con granos es excesiva. Los AG se convierten en su estado trans menos volátil, ya que los AG trans son más difícil de hidrogenar (Van Soest, 1994).

## **2.3 Alimentación de los cabritos**

### **2.3.1. Alimentación de los cabritos lactantes**

El calostro es considerado el elemento más esencial en la crianza de cabritos, ya que su consumo favorece la sobrevivencia, crecimiento y desarrollo de los recién nacidos (Pérez-Marín *et al.*, 2023). El calostro contiene proteínas de alta calidad, así como grasas, vitaminas, enzimas, hormonas, factores de crecimiento y péptidos neuroendocrinos; contenido favorable para la inmunidad pasiva del cabrito y desarrollo del tracto digestivo (Zamuner *et al.*, 2023). Para los cabritos recibir la inmunidad pasiva del calostro en el primer día de nacidos es primordial para obtener la inmunidad humoral, donde los anticuerpos desempeñan un papel clave en el fortalecimiento del sistema inmunológico del neonato, en el cual la efectividad de la transferencia de inmunidad pasiva está relacionada con la cantidad de inmunoglobulinas presentes en el calostro, siendo la IgG la predominante, ya que constituye cerca del 85% del total de estas proteínas inmunológicas (Bélanger-Naud *et al.*, 2021; Pérez-Marín *et al.*, 2023). Se recomienda, de forma general, suministrar a los cabritos entre 150 y 200

mililitros de calostro por cada kilogramo de peso corporal, lo que equivale aproximadamente al 10 % de su peso total, distribuido en 2 a 4 tomas, con un volumen mínimo de 50 a 100 ml por kg de peso corporal en la primera ingesta, la cual debe realizarse dentro de las primeras 6 horas tras el nacimiento (Zamuner *et al.*, 2023). Dentro de la crianza artificial, el calostro es igual de necesario e importante que el natural para el crecimiento de los cabritos. Se pueden utilizar diferentes fuentes de calostro comercial (calostro bovino liofilizado), calostro de cabra descongelado o calostro de vaca (Bélanger-Naud y Vasseur, 2021).

Desde que el cabrito nace es considerado prerumiante hasta la tercera semana de vida y después se considera en transición hasta la octava semana de edad. La dieta es exclusivamente láctea, y con altos niveles de glucosa (Martín-Alonso *et al.*, 2019). La lactación natural mejora significativamente el crecimiento (Peña, 2009). La leche de cabra contiene 13.2% de sólidos totales, de los cuales: 4.5 % de grasa, 3.6 % de proteína, 4.3 % de lactosa y 0.8 % de minerales, es alta en calcio, fósforo, potasio, magnesio, cloro y sodio. También contiene un alto índice de vitamina A, complejo B y D (Turkmen, 2017).

La crianza artificial en cabritos está íntimamente relacionada con el sistema de explotación intensivo y la producción de leche en hatos lecheros (Delgado-Pertíñez *et al.*, 2009). En los sistemas de producción intensivos, la lactancia suele complementarse con el uso de sustitutos lácteos en situaciones donde la leche materna caprina se destina a la producción de leche para la elaboración de productos lácteos o cuando esta es insuficiente o inexistente (Zhang *et al.*, 2024). La alimentación con sustitutos lácteos suele ser más controlada y proporciona seguridad nutricional y sanitaria (Peña, 2009). Sin embargo, utilizar sustituto tiene una actividad metabólica reducida en el epitelio ruminal, pudiendo modificar el metabolismo de los lípidos y afectar la composición de la microbiota intestinal en cabritos, así como una absorción mínima de AGV, dando como resultado una menor tasa de crecimiento y un alto índice de mortalidad (Yáñez-Ruiz *et al.*, 2015; Zhang *et al.*, 2024). Los sustitutos de leche deben de ser químicamente y nutricionalmente comparable con la leche materna y los

sustitutos de leche deben de tener más del 60% de leche descremada, 15-25 % de grasa, proteína de suero de 5-10%, polvo de suero de leche y adición de vitaminas y minerales (Krishnamoorthy y Moran, 2011).

Generalmente se recomienda el destete cuando los cabritos han logrado triplicar su peso al nacer o cuando alcanzan aproximadamente el 20% del peso corporal de un adulto o de 3 a 4 veces el peso corporal al nacer de 12 a 16 kg (Steffen *et al.*, 2023). El destete puede ocurrir de manera abrupta el cual consiste en la eliminación repentina de la leche (ya sea por alimentación artificial o separación de la madre en sistemas de amamantamiento natural), o bien gradual, donde se reduce de manera progresiva tanto la cantidad como la frecuencia de las tomas diarias y de esta manera los cabritos, al reducir su ingesta de leche, aumentan el consumo de alimento sólido para suplir la disminución del aporte energético proveniente de la leche. Es posible destetar a los cabritos a las 8 semanas sin efectos negativos a largo plazo en su desarrollo (Zobel *et al.*, 2019). Sin embargo, este período puede extenderse hasta 10 semanas de edad, siempre que los cabritos tengan acceso continuo a un concentrado balanceado como fuente de alimento. Aunque en algunos sistemas puede prolongarse o reducirse dependiendo de factores como la disponibilidad de alimento, como concentrado (Dickson *et al.*, 2017).

### **2.3.2. Alimentación sólida de cabritos**

Las cabras muestran predilección por el ramoneo, consumiendo hierbas, arbustos y plantas leñosas, ya que son comedoras selectivas (Underwood *et al.*, 2015). Este tipo de rumiantes está adaptado tanto a la selección de alimentos concentrados como al consumo de forraje. Cuando su dieta se basa principalmente en forrajes, las cabras, al igual que otros rumiantes, realizan la rumia o regurgitación del alimento ingerido. Este proceso permite reducir el tamaño de las partículas y favorecer la digestión (Ponnampalam *et al.*, 2024). Sin embargo, al consumir dietas más concentradas (ricas en granos), la frecuencia de rumia disminuye (Dickson *et al.*, 2017).

### 2.3.3. Requerimientos nutricionales

Las cabras necesitan seis clases esenciales de nutrientes para mantener su salud y productividad: proteínas, carbohidratos, grasas, vitaminas, minerales y agua (Kumar, 2023).

**Proteína.** Las proteínas son las macromoléculas biológicas más abundantes, encontrándose en todas las células y todos sus componentes y la deficiencia en la dieta provoca una disminución del crecimiento (Elizondo-Salazar, 2007; Krishnamoorthy y Moran, 2011). Las proteínas dietéticas proporcionan los aminoácidos necesarios para la mayoría de las funciones del cuerpo, incluyendo el mantenimiento, el crecimiento, la reproducción, la lactancia y la función inmunológica (Van Saunt, 2025). En cabras las fuentes de proteína o nitrógeno es a través de los microorganismos ruminales y, a su vez, fuentes de proteína que no se degraden en el rumen (es decir, proteína de sobrepaso). Con esto se logra un equilibrio de carbohidratos fermentables y proteína degradable en el rumen (RDP). De esta manera, los microorganismos ruminales digieren estos carbohidratos (heno y pasto) en proteínas utilizables para la cabra, y constituyen una fuente importante de proteína por sí mismos para el animal (Van Saunt, 2025). Estos microorganismos pueden utilizar fuentes de nitrógeno no proteico, esqueletos carbonados de los aminoácidos y energía para reproducirse, pasando luego al tracto digestivo junto con la proteína no degradada en el rumen para su posterior digestión y absorción (Elizondo-Salazar, 2007; Trotta *et al.*, 2021). El requerimiento neto de proteína para el crecimiento (NPg) corresponde a la cantidad de proteína retenida en el organismo de un animal durante su fase de crecimiento, y su valor varía de acuerdo a la curva de desarrollo. Para cabras en crecimiento se recomienda entre 281 y 404 g por kilogramo de ganancia de peso corporal, dependiendo del genotipo del animal (Teixeira *et al.*, 2024).

**Energía.** En nutrición animal, el contenido energético de los alimentos, raciones y requerimientos del ganado suele expresarse mediante nutrientes digestibles totales (TND), energía digestible (ED), energía metabolizable (EM) y energía neta (EN) así como, EN para mantenimiento (ENm), para ganancia de peso (ENg) y para lactación

(ENI) (Elizondo-Salazar, 2008). Para cabritos en crecimiento, se recomienda un valor constante de ENg de aproximadamente 2.3 a 4.09 kcal por gramo de incremento de peso corporal (Teixeira *et al.*, 2024). La energía se mide mediante calorías (cal), equivalente a la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de un gramo de agua de 16.5 °C a 17.5 °C (Elizondo-Salazar, 2008). Cuando no hay energía, no hay producción y a largo plazo genera efectos negativos en el crecimiento, en la pubertad y disminución de fertilidad, entre otros. Las cabras de un año de edad, aún se encuentran en fase de crecimiento por lo que aun requieren un aporte adicional de nutrientes para sostener dicho desarrollo (Smith y Sherman, 2022).

La principal fuente de energía para las cabras son los carbohidratos y su valor nutricional depende directamente del tipo de azúcares que los conforman (Fu *et al.*, 2021). Se dividen en 3 grupos: azúcares simples, carbohidratos de reserva (como almidón, la sacarosa y los frúctanos) y los polisacáridos estructurales (como pectinas, hemicelulosas y celulosa) los cuales forman parte de la estructura de las paredes celulares y generalmente no son aprovechados directamente como energía, sino también como fibra, si estos son pastos frescos (Van Soest, 1994). Cuando la dieta predominante es a base de forraje la glucosa se transforma en dos moléculas de ácido acético, mientras que cuando la dieta es alta en granos, la glucosa se transforma en dos moléculas de ácido propiónico (da Silva-Macêdo *et al.*, 2022). Después son metabolizados en el hígado a través de los procesos de cetogénesis y de la glucólisis (Baldwin *et al.*, 2004), donde participan en rutas energéticas que permiten la síntesis de adenosín trifosfato (ATP) (da Silva-Macêdo *et al.*, 2022).

Las grasas proporcionan más del doble de energía por unidad de peso en comparación con los carbohidratos, sin embargo, las dietas en cabras suelen contener porcentajes bajos de grasa (Kumar, 2023). Sin embargo, en pre-rumiantes, es de las principales fuentes de energía (Krishnamoorthy y Moran, 2011). Se pueden agrupar en semillas (triglicéridos), lípidos foliares (glicerol, galactosa y ácidos grasos insaturados) y además ceras, carotenoides, clorofila, aceites esenciales y otras sustancias solubles en éter. El metabolismo de lípidos ocurre en el rumen, en el cual los microbios de los

galactolipidos y de los triglicéridos, empiezan a separar la galactosa, hidrogenándolos y así convertirlos en AG rápidamente tras la ingestión. Los rumiantes al nacer, tienen reservas de ácidos poliinsaturados bajas, estos ácidos esenciales se incorporan selectivamente en esteres de colesterol y fosfolípidos (Van Soest, 1994). Los triglicéridos son la principal fuente de energía movilizable frente a una deficiencia energética y se encuentran almacenados en reservas tisulares.

**Vitaminas.** Las vitaminas son un grupo de compuestos orgánicos, necesarias para la salud animal. Se dividen en aquellas que son solubles en grasa también llamadas liposolubles y aquellas que se pueden disolver en agua o hidrosolubles. Las vitaminas liposolubles son sintetizadas en el intestino delgado y absorbidas como si fueran AG. Estas incluyen la vitamina A esencial para el crecimiento, visión y el funcionamiento del sistema inmune; la vitamina D que aumenta la absorción de fosforo/calcio; vitamina E como antioxidante; y la vitamina K fundamental para la coagulación sanguínea (Krishnamoorthy y Moran, 2011). Las vitaminas liposolubles deben ser proporcionadas en la dieta o bien por vía intravenosa. Por su parte, las vitaminas hidrosolubles son las pertenecientes a las del complejo B entre las que se encuentran la tiamina, riboflavina, niacina, ácido pantoténico, piridoxina, biotina, ácido fólico, colina, cobalamina (Van Saunt, 2025) y la vitamina C (ácido ascórbico). Estas participan en el metabolismo, producción de energía, sistema nervioso (neurotransmisiones), síntesis de hormonas, síntesis del ADN y formación de glóbulos rojos (Krishnamoorthy y Moran, 2011). En animales pre-rumiantes, la principal fuente de estas vitaminas es la leche, mientras que en adultos son producidas por los microorganismos ruminales y absorbidas en el rumen (Van Soest, 1994; Smith y Sherman, 2022). La necesidad nutricional de estas vitaminas es diaria ya que, a diferencia de las liposolubles, están no logran almacenarse en el organismo.

**Minerales.** Los minerales son fundamentales para el funcionamiento adecuado del organismo (Cuadro 1). Su disponibilidad depende del aporte en la dieta, ya que los animales obtienen minerales de los forrajes, y estos los absorben del suelo (Van Soest, 1994). Se dividen en dos grandes grupos: macrominerales y microminerales



(oligoelementos) (Kumar, 2023). Los macrominerales son nutrientes esenciales en cantidades de gramos por día (Teixeira *et al.*, 2024). Dentro de los macrominerales el calcio es uno de los más importantes ya que tiene implicaciones sobre el crecimiento óseo reproducción y función muscular, así como la coagulación sanguínea. Otro macromineral importante es el fósforo el cual está en estrecha relación con el Ca y tiene un rol en el crecimiento del aparato locomotor, el equilibrio ácido-base y en el metabolismo energético y proteico. El magnesio es otro de los macrominerales que ayudan en el metabolismo energético, síntesis de ARN y ADN y función neuromuscular. Finalmente, el sodio, cloruro, potasio y azufre que participan en el transporte de glucosa, equilibrio ácido-base, presión osmótica y en la estructura de las proteínas corporales (Krishnamoorthy y Moran, 2011; Smith y Sherman, 2022).

**Cuadro 1. Requerimientos de minerales para cabras (Van Saunt, 2025).**

<b>Macrominerales</b>	<b>g/kg de MS</b>
Calcio	1.8
Fósforo	1.4
Magnesio	1.2-2.2
Sodio	0.5-1-5
Potasio	5-12
Azufre	1.2-2.5
<b>Microminerales</b>	<b>mg/kg de MS</b>
Cobre	15
Cobalto	0.1
Hierro	35
Yodo	0.5
Manganeso	20-30
Selenio	0.2-0.3
Zinc	10-15

Los oligoelementos o microminerales se necesitan en cantidades muy pequeñas generalmente en microgramos. Entre ellos se encuentra el cobalto el cual actúa como componente de la vitamina B12 para que sea sintetizada en el rumen. El cobre interviene como antioxidante y participa en el transporte de hierro. El zinc es uno de los oligoelementos esenciales para el aparato reproductivo, crecimiento tisular, metabolismo y sistema inmune. El hierro es el componente más importante para el transporte de oxígeno, ya que se encuentra como componente de la hemoglobina.

Otro oligoelemento importante es el manganeso ya que participa en la formación del hueso, crecimiento y reproducción. El yodo es un mineral significativo para la regulación y la síntesis de hormonas tiroideas. Otro mineral importante es el selenio, ya que participa dentro del sistema inmune, reproducción y actúa como antioxidante. El flúor y molibdeno se desempeñan principalmente para la ejecución de tejido óseo y además interviene como precursores de enzimas (Krishnamoorthy y Moran, 2011; Smith y Sherman, 2022).

**Agua.** El agua es esencial en procesos fisiológicos, metabólicos, regulación de temperatura, equilibrio hídrico e iónico (Krishnamoorthy y Moran, 2011). Las necesidades de agua no solo se obtienen a partir del consumo directo, si no también, mediante el agua dentro de los alimentos, y mediante la oxidación de las reservas energéticas. Se recomienda que los pre-rumiantes desde temprana edad tengan agua limpia a disposición (Smith y Sherman, 2022). En los cabritos lactantes, el contenido de agua proviene de la leche, y mientras aumenta el consumo de materia seca se tiende a aumentar el consumo de agua, para garantizar una mejor digestión (Krishnamoorthy y Moran, 2011). La ingesta de agua debe ser ilimitada y puede depender de factores como la humedad del forraje, su actividad, la etapa productiva y el consumo de minerales (Van Saunt, 2025).

## **2.4 Crecimiento y desarrollo**

Las características de crecimiento representan un aspecto que impacta directamente en la rentabilidad de cualquier explotación. Un desarrollo acelerado durante las primeras fases de vida puede reducir significativamente los costos de crianza, traduciéndose en mayores beneficios económicos para el productor (Htoo *et al.*, 2015). El término crecimiento hace referencia al aumento progresivo del tamaño y masa (peso) de los animales por unidad de tiempo (gramos o kilogramos de GDP, semanal o mensual), como resultado de los procesos anabólicos del organismo. Desde su concepción, el individuo aumenta de tamaño hasta que alcanza la fase adulta en su madurez y se estabiliza (Ayala-Vargas, 2018). El incremento del peso corporal ocurre debido a hiperplasia (proliferación y aumento del número de células miogénicas, es

decir el aumento de tamaño del músculo esquelético) y por la hipertrofia (crecimiento del tamaño de las fibras musculares) (Mohammadinejad *et al.*, 2022). El desarrollo del animal representa una respuesta de las células a factores tanto internos como externos. Asimismo, el peso es un parámetro que facilita la detección de aquellos animales que alcanzan un peso elevado a una edad más temprana, lo cual indica una mayor precocidad productiva (Posada *et al.*, 2011).

El crecimiento se mantiene durante la transición del destete a la pubertad, etapa en la que se produce una fase de rápido crecimiento (Posada *et al.*, 2011). En las primeras 12 semanas la GDP oscila entre 100 y 180 g (Dickson *et al.*, 2017) y después disminuye la velocidad de crecimiento hasta estabilizar el peso adulto (Posada *et al.*, 2011). El estudio de estas tasas de crecimiento es relevante, ya que permite determinar las necesidades nutricionales y ambientales de los animales en cada etapa, evaluar la eficiencia del crecimiento y GDP (Posada *et al.*, 2011). Sin embargo, el crecimiento de los cabritos se puede ver afectado por factores genéticos y no genéticos, tales como la edad y peso de la madre, el tipo de crianza, tipo de nacimiento, sexo y temporada del nacimiento (Iqbal *et al.*, 2021).

La curva del crecimiento en relación del peso y del tiempo se divide en tres etapas (Figura 4): una fase inicial de crecimiento lento, seguida por un periodo de rápido crecimiento, y finalmente una etapa de desaceleración que culmina con la llegada al peso adulto (Ayala-Vargas, 2018). Las mediciones longitudinales del peso corporal de los animales permiten analizar su desarrollo a lo largo del tiempo y los datos obtenidos suelen ajustarse a patrones de crecimiento que siguen curvas de tipo exponencial. Este comportamiento se debe a que el aumento de la masa corporal varía en función de la edad y factores fisiológicos (Posada *et al.*, 2011).

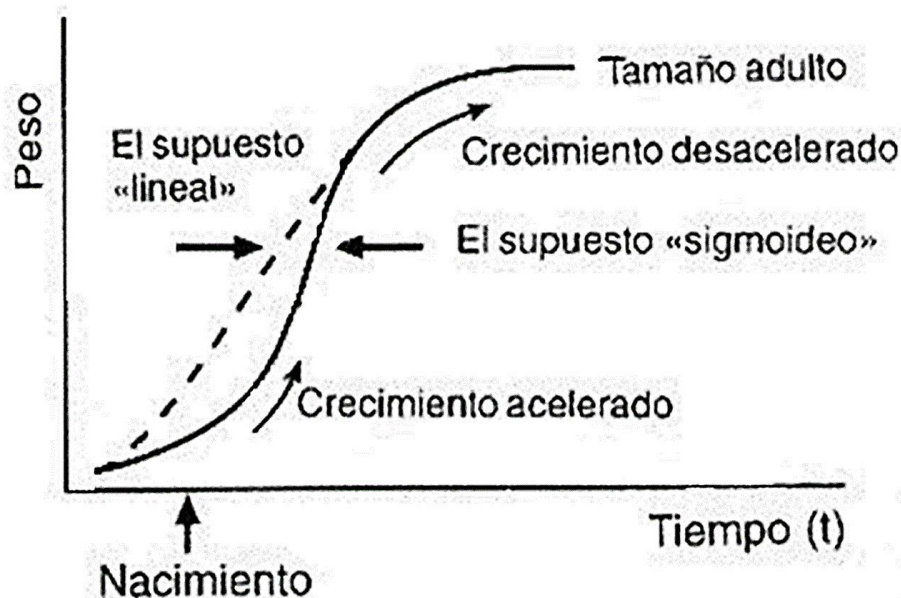


Figura 4. Curva de crecimiento relación peso con el tiempo (Adaptada de Ayala-Vargas, 2018)

#### 2.4.1 Hormona del crecimiento (GH), factor de crecimiento parecido a la insulina (IGF)

El crecimiento muscular y tejido óseo es estimulado y regulado por la hormona del crecimiento (GH) también conocida como somatotropina (Jiang y Ge, 2014). La GH se sintetiza en los somatotropos acidófilos de la adenohipófisis anterior. La síntesis y secreción de la GH es regulada por la hormona liberadora de la hormona del crecimiento (GHRH), un polipéptido de 44 aminoácidos (Greco y Stabenfeldt, 2014). La GH ejerce su acción al unirse a su receptor en las células blanco. El receptor a GH se expresa en muchos tejidos incluido el hígado, músculo esquelético, grasa y la glándula mamaria. El mecanismo mediante el cual ejerce su acción es que la GH estimula directamente la división y multiplicación de los condrocitos del cartílago. Además, estimula producción del factor de crecimiento similar a la insulina 1 (IGF-1) (Jiang y Ge, 2014). El hígado es el sitio principal de producción de IGF-1. El IGF-1 tiene efectos estimulantes del crecimiento en una gran variedad de tejidos con efectos estimulantes sobre la actividad de los osteoblastos y condrocitos para promover el crecimiento óseo (Dibbisa y Duguma, 2021).

Los IGF son una familia de polipéptidos con funciones metabólicas mitogénicas siendo el IGF-1 el más importante. La síntesis de IGF está regulada por la hormona del crecimiento en condiciones fisiológicas normales. Principalmente se produce en el hígado y también se genera en tejidos como la piel y tejido óseo, donde actúa de manera autocrina y paracrina (Pehlivan, 2019). El IGF-1 actúa en la reproducción, el crecimiento, la lactancia y el bienestar general del organismo. Su función principal consiste en estimular el crecimiento corporal después del nacimiento. Además, interviene en la síntesis de proteínas, promueve la captación de glucosa por los tejidos periféricos y participa en la regulación del metabolismo de los lípidos (Pehlivan, 2019). Asimismo, el IGF-1 también actúa generando un mecanismo de retroalimentación negativa en el hipotálamo que modula la liberación de GH (Leiva *et al.*, 2021).

La GH tiene efectos sobre el aprovechamiento de nutrientes en el músculo y el tejido adiposo, conduciendo al crecimiento (Etherton y Bauman, 1998). La miogénesis está regulada por diversos factores, entre los que destacan los IGF-1 e IGF-2, proteínas de unión a IGF (IGFBP) y la miostatina. Se ha sugerido que los IGF ejercen un efecto autocrino sobre la proliferación de las células musculares, ya que durante las fases de proliferación y diferenciación se incrementa la expresión de los receptores de IGF-1, mientras que el IGF-2 también contribuye a este proceso. En el tejido adiposo en las cabras el aprovechamiento ocurre a una velocidad más lenta y con menor intensidad en comparación con las ovejas (Webb *et al.*, 2011). La GH influye sobre la lipogénesis y la lipólisis. La acción de la GH sobre la síntesis de lípidos es significativa en animales en crecimiento, ya que estos suelen tener altas tasas de deposición de grasa, sobre todo durante la fase exponencial de la curva de crecimiento. El tratamiento con GH disminuye la respuesta de glucosa a la insulina; sin embargo, no afecta la capacidad de la insulina para inhibir la lipólisis en el tejido adiposo, estimular la síntesis de proteínas en dicho tejido, ni promover la captación de glucosa y síntesis proteica en el músculo. Esta regulación de la utilización de glucosa por la GH permite reducirla para la deposición de grasa en el tejido adiposo, asegurando que haya suficiente glucosa disponible para aumentar la síntesis de proteínas musculares en animales en crecimiento o la producción de leche en animales lactantes (Etherton y Bauman, 1998).

El eje somatotrópico está integrado por GH, factor de crecimiento similar a la insulina tipo 1 (IGF-1) y tipo 2 (IGF-2), proteínas de unión a IGF (IGFBP) y receptores a GH e IGF (Collier et al., 2025). La GH es secretada por la adenohipófisis mediante pulsos a un ritmo ultradiano y a su vez, regulada por dos péptidos hipotalámicos que tienen funciones contrarias, la hormona liberadora de GH (GHRH) que se encarga de estimular la producción de GH, mientras que la hormona inhibidora de la liberación de GH (somatostatina) se encarga de impedirla. Asimismo, existen otros factores que pueden actuar como reguladores secundarios con efecto positivos y a su vez efectos negativos (Leiva et al., 2021). Donde la GH estimula al hígado y de este modo se secreta la IGF-1 y posteriormente esta actúa en diferentes tejidos somáticos para así, participar en procesos fisiológicos propios del organismo (Vélez y Unniappan, 2021). En particular los efectos directos esta mediados por la GH y el receptor de la GH (GHR). Esta interacción ocurre a nivel celular donde el ARNm del GHR se expresa en diversos tejidos principalmente en el hígado, incluyendo el tejido adiposo y el musculo esquelético (Figura 5) (Jiang y Ge, 2014).

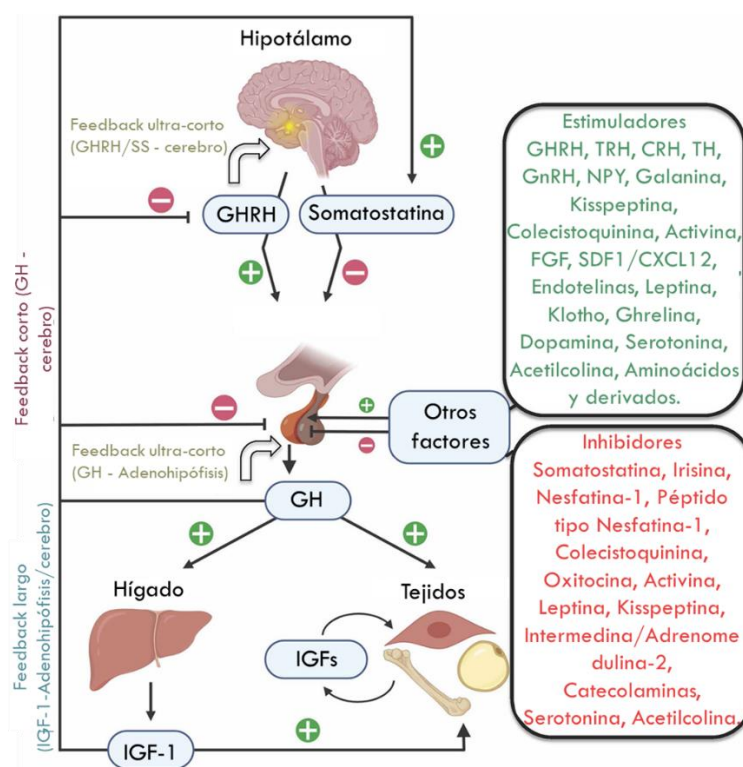


Figura 5. Representación esquemática del eje neuroendocrino (GHRH/Somatostatina-GH-IGF) (Adaptada de Vélez y Unniappan, 2021)

## 2.5 Suplementación

Debido a su naturaleza selectiva al alimentarse, las cabras prefieren componentes del pasto de alta digestibilidad. Son animales que pueden sobrevivir a condiciones severas, perdiendo desde un 40% a un 50% de su proteína corporal (Rankins y Pugh, 2012). La introducción de la suplementación a partir de una edad temprana (entre los 10 y 14 días de vida) favorece un incremento en la ganancia de peso y acelera la maduración del rumen, lo que permite llevar a cabo un destete más precoz (Stazionati y Keilty, 2023). Sin embargo, se recomienda que los cabritos comienzan a consumir alimento concentrado hasta las 3 o 4 semanas de vida. Es importante ofrecer el alimento desde una etapa temprana, especialmente en el caso de animales huérfanos, para facilitar su adaptación al comedero y fomentar el desarrollo funcional del rumen (Rankins y Pugh, 2012). El suministro de alimento sólido durante la etapa de lactancia, aunque sea en cantidades reducidas, favorece el crecimiento antes del destete y ayuda a mitigar el impacto del estrés asociado a este proceso. Introducir una dieta sólida tempranamente estimula el desarrollo del rumen, lo cual es fundamental para enfrentar las dificultades posteriores al destete, como el déficit nutricional, la baja eficiencia digestiva y la pérdida de peso (Abdelsattar *et al.*, 2022). Se ha evidenciado que utilizar concentrado en forma de pellets, en lugar de granos enteros, laminados o molidos, favorece una mayor ingesta de alimento, mejor GDP, mejor eficiencia alimenticia y mayor desarrollo del rumen en cabritos que reciben concentrado *ad libitum* (Zamuner, *et al.*, 2023).

### 2.5.1 Creep feeding

El CF es una técnica de manejo que proporciona un alimento complementario a los animales antes de finalizar la lactancia y proporcionar una mejor adaptación al periodo de destete (Isensee, 2020). Se le considera un proceso progresivo, ya que los pre-rumiantes continúan amamantándose mientras, paralelamente, la producción láctea de la madre disminuye hasta llegar al destete completo (Figura 6) (Lauric, *et al.*, 2020). Este método consiste en proporcionar alimento concentrado a los animales en áreas accesibles solo para ellos, estando a pie de la madre, pero diseñadas de manera que estas no puedan alcanzar el suplemento (Stazionati y Keilty 2023; Hayes, *et al.*, 2019).

La ventaja de aplicar el CF durante la etapa de lactancia radica en que favorece un mayor consumo de alimento tras el destete, impulsando el crecimiento de los animales. Lo que se busca es establecer una relación positiva entre el consumo de concentrado, la ingesta de forraje y el incremento en la ganancia de peso durante las primeras semanas posteriores al destete (Isensee, 2020). Es por esto que el propósito principal de un plan de alimentación suplementaria con CF, es asegurar y promover una ingesta adecuada mediante un alimento apetecible que cubra todos los requerimientos nutricionales, ya que los corderos y cabritos aprovechan mejor los nutrientes antes del destete (Rankins y Pugh, 2012).



Figura 6. Método de CF para cabritos Boer en pastoreo, mostrando acceso exclusivo a las crías con el suplemento

Su uso es adecuado en distintas circunstancias, como cuando las madres presentan una condición corporal deficiente que afecta su producción de leche, cuando se busca implementar un destete temprano, o cuando a las crías ya han sido habituados al consumo de alimentos concentrados (Stazionati y Keilty, 2023). La alimentación con CF no requiere formulaciones complejas, pero deben ser palatables, ya que compiten con la leche materna por el consumo del animal (Rankins y Pugh, 2012; Barkley, 2025). La alimentación inicial para los cabritos debe comenzar entre las 3 semanas y el primer mes de vida. Es fundamental introducirla de manera progresiva en su dieta, incrementando la cantidad de forma gradual para asegurar que su consumo no interfiera con el proceso digestivo (Kumar, 2023).



La mayoría de las recomendaciones para introducir a los cabritos al CF indican que se debe ofrecer a los cabritos un concentrado de alta calidad, entre un 18 % y un 20 % de proteína cruda, que sea altamente apetecible, que esté disponible todo el tiempo (*ad libitum*) y que contengan entre 2.7 y 2.8 Mcal de energía metabolizable por kg de materia seca (Lauric, *et al.*, 2020). Es importante que los animales se familiaricen con el suplemento antes de implementar formalmente el programa. Para ello, se inicia ofreciendo una pequeña cantidad del alimento y permitir que consuman junto a sus madres o mantener a los terneros durante algunas horas en el área destinada a la suplementación. Este proceso de adaptación, generalmente dura entre 7 y 10 días, debe realizarse incrementando de forma gradual la cantidad de concentrado hasta alcanzar aproximadamente el 1 % del peso corporal del animal (Viñoles y Álvarez, 2017). Es decir, durante la primera semana, se recomienda iniciar con dosis pequeñas, alrededor de 100 g por animal al día, antes de permitir un consumo libre o *ad libitum* (Lauric *et al.*, 2020). Según Viñoles y Álvarez, (2017), el CF permite que expresen su potencial genético de crecimiento.

### **3. Materiales y métodos**

#### **3.1. Área de estudio y manejo de los animales**

El estudio se realizó en la Unidad Académica de Caprinos del Centro de Investigación en Producción Animal (CIPA) de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna, ubicada en Torreón, Coahuila, México (25°32'38"N y 103°25'08"O). El clima de la región es árido, caracterizado por temperaturas cálidas entre 15.2-31.7 °C, y precipitaciones de 210.8 mm anuales (CONAGUA). Durante el experimento se utilizaron 23 cabritos de raza Alpino-francés (11 machos y 12 hembras), los cuales tenían entre 5 y 6 semanas de edad, agrupados de manera homogénea, para evitar la competencia durante la alimentación (Bélanger-Naud *et al.*, 2021). Tanto las cabras como los cabritos se encontraban en estabulación permanente y los cabritos se amamantaban ad libitum y con un destete programado tardío. Al momento de nacer se pesaron y se les permitió consumir calostro directamente de sus madres.

#### **3.2. Diseño experimental y variables evaluadas**

Los animales se dividieron en 2 grupos experimentales: grupo control sin suplementación (CSS, n=11) y grupo en tratamiento con CF (TCF n=12). Al inicio del experimento los cabritos pesaban ( $8.07 \pm 2.1$  Kg). A los cabritos del grupo TCF se les dio un periodo de adaptación ofreciéndoles 50 g al día de concentrado y al termino de 100 g (9 días). Terminado este periodo de adaptabilidad y hábito de consumo, se administraron 150 g de concentrado por cabrito durante 30 días, hasta el fin del experimento. Este concentrado fue administrado a las 9:00 h, con un tiempo de retiro a las 12:00 h recogiendo al final el sobrante de alimento. Los cabritos del TCF, se localizaban dentro de este corral trampa al comienzo de día por alrededor de 3 h diarias. Posteriormente se liberaban, y regresaban con sus madres. Mientras que el grupo CSS no recibió ninguna suplementación, únicamente lactancia materna sin alguna intervención. Los animales fueron alojados en corrales provistos con cama, agua limpia y fresca y sombra. En el cuadro 2, se encuentra la composición nutricional del alimento utilizado para la suplementación. La salud de cabras y cabritos se monitoreo diariamente, tratando de establecer un historial clínico durante todo este periodo.

**Cuadro 2.** Composición nutricional de concentrado comercial (Vettore®) utilizado como suplemento a los cabritos TCF

<b>Compuesto</b>	<b>Porcentaje</b>
Proteína Mínima	17%
Humedad	12%
Cenizas	7%
Fibra	5%
Grasa Mínima	3%
Extracto Libre De Nitrógeno	56%

### **3.2.1. Peso, altura a la cruz (talla) y GDP**

El peso y altura a nivel de la cruz, se tomaron el día del inicio de la suplementación, y cada 2 semanas hasta terminar el experimento. El peso se midió utilizando siempre la misma báscula digital (Torrey®). La altura a la cruz es la distancia, desde el suelo hasta la cruz del animal, es decir un punto en la región interescapular, entre la 3ra y 4ta apófisis espinosa de las vértebras torácicas, se midió utilizando constantemente la misma cinta métrica, calculando hasta el nivel de la cruz. Todos los datos se tomaron a las 8:30 horas del día, justo antes de suplementar a los animales y fueron realizados por la misma persona.

Se calculó la GDP, utilizando una ecuación donde el peso final; es el peso del animal al final del período de tiempo, peso inicial; es el peso del animal al inicio del período de tiempo y el número de días; es la cantidad de días que transcurrieron entre la medición inicial y final.

### **3.2.2. Determinación de glucosa**

La determinación de glucosa sérica se realizó al final de la suplementación del experimento siendo la primera muestra a las 9:00 am (antes de dar la suplementación), 2:00 pm y 8:00 pm. Las muestras se obtuvieron por punción de la vena yugular con un sistema Vacutainer® de tubo rojo sin anticoagulante y con aguja 20G 0.9 x 25 mm. La glucosa sérica se analizó tomando una gota de sangre que se colocó en una tira que

se situó en el glucómetro Freestyle Optium Neo® y después de 5 segundos se obtuvo el resultado del glucómetro.

### 3.3. Análisis estadístico

El análisis de los datos obtenidos se realizó mediante la prueba T-TEST para comparación de medias entre los tratamientos con TCF y CSS, utilizando el software estadístico SAS University Edition. Se consideró un valor indicador de  $p \leq 0.05$  para determinar si existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos evaluados en cuanto GDP, altura a la cruz y niveles de glucosa sérica.

## 4. Resultados

En el presente estudio se evaluaron los efectos del CF sobre el desarrollo productivo de cabritos de la raza Alpino-Francés, analizando variables como peso vivo inicial y final, GDP, altura a la cruz y nivel de glucosa sérica. Los resultados se presentan en el Cuadro 2. El grupo TCF presentó un peso inicial promedio de  $8.15 \pm 1.94$  kg y un peso final de  $14.73 \pm 2.48$  kg, mientras que el grupo CSS, registró un peso inicial de  $7.98 \pm 2.41$  kg y un peso final de  $13.68 \pm 3.03$  kg. La GDP fue ligeramente superior en el grupo TCF ( $0.22 \pm 0.05$  kg) en comparación con el CSS ( $0.19 \pm 0.05$  kg). Sin embargo, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas ( $P > 0.05$ ). En cuanto a la altura a la cruz, ambos grupos mostraron incrementos similares. El grupo control inicio con una altura de  $43.87 \pm 3.46$  cm a  $52.68 \pm 3.23$  cm, y el grupo TCF de  $43.92 \pm 2.63$  cm a  $53.27 \pm 2.67$  cm, sin diferencias relevantes entre tratamientos.

**Cuadro 3.** Peso vivo inicial y final, GDP, altura y glucosa de cabritos sometidos a TCF en CF y grupo CSS.

	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	GDP	Altura inicial (cm)	Altura final (cm)	Glucosa (mg/dL)
<b>CSS</b>	$7.98 \pm 2.41^a$	$13.68 \pm 3.03^a$	$0.19 \pm 0.05^a$	$43.87 \pm 3.46^a$	$52.68 \pm 3.23^a$	$71.76 \pm 10.83^a$
<b>TCF</b>	$8.15 \pm 1.94^a$	$14.73 \pm 2.48^a$	$0.22 \pm 0.05^a$	$43.92 \pm 2.63^a$	$53.27 \pm 2.67^a$	$73.21 \pm 10.08^a$

<sup>a, b</sup> Letras con súper índice diferente difieren a  $P \leq 0.05$ .

Finalmente, los niveles de glucosa sérica se mantuvieron dentro de parámetros fisiológicos normales en ambos grupos (Figura 7), con valores promedio de  $71.76 \pm 10.83$  mg/dL en el grupo CSS y  $73.21 \pm 10.8$  mg/dL en el grupo TCF, sin variaciones significativas.

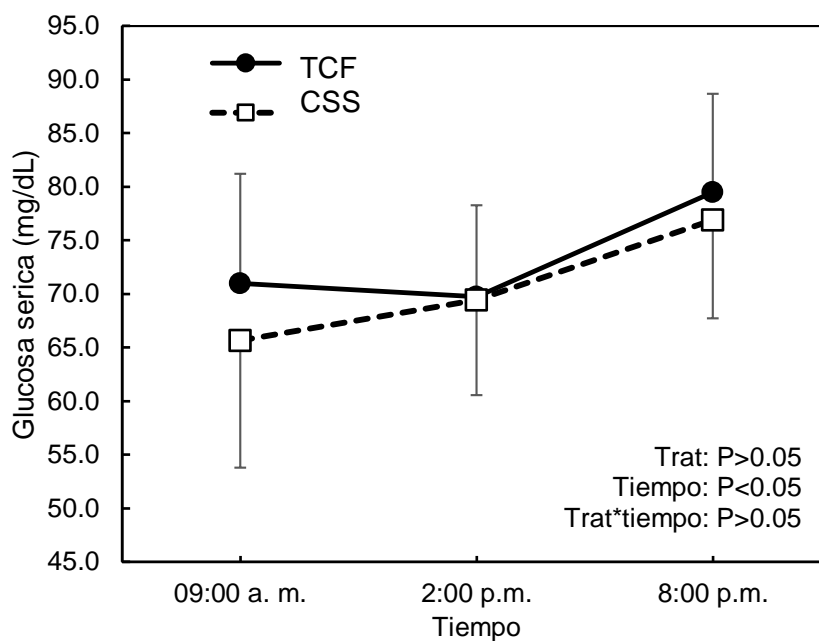


Figura 7. Niveles de glucosa sérica en cabritos sometidos a tratamiento con suplementación en TCF y CSS

## 5. Discusión

La hipótesis del presente estudio fue que el CF en cabritos mejoraría el peso, la GDP, altura y los niveles de glucosa sérica. Sin embargo, la hipótesis fue rechazada ya que las diferencias no fueron estadísticamente significativas entre tratamientos. Estos resultados son similares a los reportados por Paniagua *et al.* (2017), quienes no encontraron diferencias estadísticas para la GDP ni calidad de la canal en cabritos Boer sometidos a CF. De igual manera, Razali *et al.* (2019) y Stazionati y Keilty (2023) no encontraron diferencias significativas en el peso final en cabritos Boer ni en corderos sometidos a CF, respectivamente. En el estudio de Fedrigo *et al.* (2023), observaron que el uso de CF disminuyó la GDP y el peso vivo en terneros nacidos de vacas primíparas, y no tuvo efecto en terneros de vacas multíparas, lo que evidencia que los resultados pueden variar según el contexto y las condiciones particulares del sistema de producción.

El CF es un método de suplementación que se utiliza para lograr un incremento en la GDP y reducir costos y tiempo en esta etapa. Htoo *et al.* (2015) concluyeron que el CF resulta esencial para sostener y optimizar el crecimiento de los cabritos antes del destete, observando un incremento tanto en la GDP como en el peso de la canal en los animales suplementados. Ahmed *et al.* (2024), también encontraron resultados favorables al utilizar el CF con extracto de moringa, con resultados como mayor GDP y retorno económico antes y después del destete en cabritos Black Bengal. De manera similar, Hayes *et al.* (2019) reportaron una mayor GDP antes y después del destete en cabritos que recibieron suplementación en comparación con aquellos no suplementados. En el caso de terneros, Santa Cruz *et al.* (2022) encontraron que el CF promovió consistentemente un aumento en la GDP durante el período de destete temporal, lo que contribuyó a un mayor peso final al destete y demostró su viabilidad económica.

Dentro de los factores que pudieron influir en los resultados del presente trabajo están el destete y el tiempo que duro la suplementación en el estudio. Efectivamente, Vickery *et al.* (2023) mencionan que, al evaluar distintos métodos de destete, concluyeron que

los cabritos sometidos a un destete gradual mostraron un mayor consumo de alimento sólido durante el CF y mayor GDP. El inicio tardío del tratamiento con CF podría haber influido en el resultado de este estudio ya que los cabritos iniciaron en el tratamiento entre las 5 y 6 semanas de edad. Kumar (2023) recomienda proporcionar CF en una cantidad de 100-150 g para cabritos entre los 61 y 90 días de edad, iniciando desde la segunda semana de vida. Esta práctica temprana podría influir en la efectividad del suplemento, especialmente si se considera que factores como el tiempo de introducción pueden afectar el consumo voluntario. Además, la introducción de alimento sólido como agente iniciador favoreció el rendimiento en el crecimiento de los cabritos, estimuló la capacidad de fermentación ruminal y promovió el desarrollo funcional del epitelio del rumen (Zhuang *et al.*, 2023). Esto resalta la importancia del CF no solo como fuente nutricional directa, sino también como estímulo para la maduración fisiológica del rumen (Htoo *et al.*, 2018). Con respecto al tiempo de la suplementación, en su estudio Htoo *et al.* (2015) utilizaron la suplementación fue desde los 7 hasta los 84 días de edad, sumando un total de 77 días de suplementación, mientras que en nuestro estudio la duración fue de un mes.

Además de lo anterior factores propios del animal, como edad, raza, factores genéticos y factores ambientales pudieron influir en la respuesta de los cabritos al CF. En un estudio realizado en cabritos de cruce con Boer, se implementó el CF analizando la GDP, en un sistema extensivo, y aun con pasto el aporte favoreció la GDP (Patoo, *et al.*, 2023). Esto puede estar relacionado al factor raza, los cabritos utilizados son una cruce de Boer con Bakarwal, caracterizadas por rusticidad, adaptabilidad y además de rápido crecimiento (Dickson, 2017). De igual manera Ku *et al.* (2024), evaluó la suplementación utilizando CF, sobre el la GDP en cabritos Boer cruzados, con resultados positivos sobre el CF, ya que aumento el rendimiento de los cabritos, aprovechando el rendimiento de las razas utilizadas.

De igual forma la palatabilidad y las características físico-químicas del alimento podría haber limitado el consumo voluntario del mismo y, por ende, su efecto (Razali *et al.*, 2019). En este sentido, Astuti *et al.* (2024) evaluaron la implementación del CF en

dos razas de cabritos Etawah mestiza y Senduro, utilizando dos suplementos diferentes, mostrando que la forma del alimento afecta la masticación, por lo que no que no encontraron hallazgos significativos en la suplementación, siendo un factor que puede influir en el consumo de suplemento.

## **6. Conclusión**

Los resultados del presente estudio indican que la suplementación con CF en cabritos de raza Alpino-Francés durante la etapa lactante no mejoro el peso de los cabritos, la GDP, altura a la cruz ni los niveles de glucosa sérica. Se sugiere la realización de nuevas investigaciones que incluyan un mayor tamaño de muestra, diferentes formulaciones de alimento, mayor tiempo de suplementación y condiciones de manejo alternativas, con el fin de profundizar en la evaluación del potencial del CF en sistemas de producción caprina y el costo-beneficio del mismo.



## 7. Literatura citada

- Abdelsattar, M. M., Zhuang, Y., Cui, K., Bi, Y., Haridy, M., y Zhang, N. (2022). Longitudinal investigations of anatomical and morphological development of the gastrointestinal tract in goats from colostrum to postweaning. *Journal of Dairy Science*, 105(3), 2597-2611. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-21056>
- Ahmed, S., Hasan, M., Rahman, M. H., y Jahan, N. (2024). Effect of Creep Feeding on Pre and Post-Weaning Performance of Black Bengal Goat Kids. *Asian Journal of Animal Sciences*, 18(1), 6-12. <https://doi.org/10.3923/ajas.2024.6.12>
- Alejandro-Ortiz M. E., Rubio-Tabárez E., Pérez-Eguía E., Zaragoza-Martínez L., y Rodríguez-Galván G. (2016). Los recursos caprinos de México. Biodiversidad caprina iberoamericana. Universidad Cooperativa de Colombia. Bogotá. Colombia. 95-112.
- Andrade-Montemayor H. M. (2017). Producción de caprino en México. *Tierras Caprino*. 18. 24-27.
- Astuti, D. A., Permana, A. T., Stevani, R., Ramadhania, T., Khotijah, L., y Fassah, D. M. (2024). Feeding Behaviour, Performance and Nutrient Utilization of Different Growing Goat Breeds Fed Creep Feed. *The Indian Journal of Veterinary Sciences and Biotechnology*, 20(3), 21.
- Atay, O., y Gokdal, Ö. (2023). Milk yield, udder, and growth traits of Hair goats and their crossbreeds managed under extensive conditions. *South African Journal of Animal Science*, 53(4), 582-588. <https://doi.org/10.4314/sajas.v53i4.12>
- Ayala-Vargas, C. (2018). Crecimiento y desarrollo de los mamíferos domésticos. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*. 5(ESPECIAL), 34-42.
- Baldwin, R. L., McLeod, K. R., Klotz, J. L., & Heitmann, R. N. (2004). Rumen development, intestinal growth and hepatic metabolism in the pre- and postweaning ruminant. *Journal of Dairy Science*, 87, E55-E65. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)70061-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)70061-2)
- Barkley, M. (2025). Creep Feeding Principles for Lambs and Kids. PennState Extension. Recuperado 05 de junio 2025 en <https://extension.psu.edu/creep-feeding-principles-for-lambs-and-kids>

- Bélanger-Naud S., Cinq-Mars D., Julien, C., Arsenault, J., Buczinski S., Lévesque J., y Vasseur, E. (2021). A survey of dairy goat kid-rearing practices on Canadian farms and their associations with self-reported farm performance. *Journal of Dairy Science*, 104(9), 9999-10009. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18663>
- Bélanger-Naud, y Vasseur, E. (2021). Graduate Student Literature Review: Current recommendations and scientific knowledge on dairy goat kid rearing practices in intensive production systems in Canada, the United States, and France. *Journal of Dairy Science*, 104(6), 7323-7333. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18859>
- Bustamante-Andrade J. A., Esquivel-Romo A., Ríos-Vega M. E., González-Mancilla A. y Gutiérrez-Guzmán U. N. (2024). Producción de leche de cabra en la Comarca Lagunera. *Laguna lechera*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.36498.67526>
- Chai J, Lv X, Diao Q, Usdrowski H, Zhuang Y, Huang W, Cui K, y Zhang N. (2021). Solid diet manipulates rumen epithelial microbiota and its interactions with host transcriptomic in young ruminants. *Environmental Microbiology*. 23(11):6557-6568.
- 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), e2246. <https://doi.org/10.21897/rmvz.2246>
- Collier, R. J., Bauman, D. E., y Baumgard, L. H. (2025). Invited review: Somatotropin and lactation biology. *Journal of Dairy Science*, 108(7), 6538-6549. <https://doi.org/10.3168/jds.2024-26177>
- CONAGUA. (2020). Normales climatológicas por estado: Coahuila de Zaragoza. Servicio Meteorológico Nacional. Recuperado el 03 de junio de 2025, de <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/normales-climatologicas-por-estado?estado=coah>
- Costa, R. G., Ramos, J. L. F., de Medeiros, A. N., y de Brito, L. H. R. (2003). Características morfológicas e volumétricas do estômago de caprinos submetidos a diferentes períodos de aleitamento. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, 40, 118-125.

- da Silva-Macêdo, A. J., Costa Campos, A., Nascimento Coutinho, D., Soares Freitas, C. A., dos Anjos, A. J., & Rocha Bezerra, L. (2022). Effect of the diet on ruminal parameters and rumen microbiota. *Revista colombiana de ciencia animal recia*, 14(1).
- Delgado-Pertíñez, M., Guzmán-Guerrero, J.L., Mena, Y., Castel, J. M., González-Redondo, P., y Caravaca, F.P. (2009). Influence of kid rearing systems on milk yield, kid growth and cost of Florida dairy goats. *Small Ruminant Research*, 81(2-3), 105-111. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2008.12.007>
- Dibbisa, D. I., y Duguma, A. (2021). The role and impacts of growth hormones in maximizing animal production-a review. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 9(6), 975-981.
- Dickson, L., D'ubeterre, R., Reverón, A., Baldizán, A., García, O., García, M., Araque, C., Garcia, G., Pérez, G., Nouel, G., Rincón, J., Nieto, S., Isakovich, J., Armas, W., Gómez, G., López, G., Ballarales, P., González-Stagnaro, C., Muñoz, G., Sánchez, C., y Salas, J. (2017). *Manual de ovinos y caprinos (3.ª ed)*. Complejo Editorial Alfredo Maneiro.
- Elizondo-Salazar, J. A. (2007). Requerimientos nutricionales de cabras lecheras. II. Proteína metabolizable. *Agronomía Mesoamericana*, 19(1), 123. <https://doi.org/10.15517/am.v19i1.5029>
- Elizondo-Salazar, J. A. (2008). Requerimientos nutricionales de cabras lecheras. I. Energía metabolizable. *Agronomía Mesoamericana*, 19(1), 115-122.
- Etherton, T. D., y Bauman, D. E. (1998). Biology of Somatotropin in Growth and Lactation of Domestic Animals. *Physiological Reviews*, 78(3), 745-761. <https://doi.org/10.1152/physrev.1998.78.3.745>
- Fedrigo, J. K., Santa Cruz, R., Da Silva, C., Báez, F., y Viñoles, C. (2023). Effect of creep feeding with rice bran and temporary weaning on cow-calf performance. *Journal of animal physiology and animal nutrition*, 107(4), 1019-1027. <https://doi.org/10.1111/jpn.13794>
- Fu, Z., Akula, S., Qiao, C., Ryu, J., Chahal, G., Garavilla, L. de, Jukka Kervinen, Thorpe, M., y Hellman, L. (2021). Duodenases are a small subfamily of ruminant intestinal serine proteases that have undergone a remarkable diversification in cleavage

- specificity. PLoS ONE, 16(5), e0252624–e0252624. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0252624>
- Goetsch, A. L., Detweiler, G., Sahlu, T., y Dawson, L. J. (2001). Effects of different management practices on preweaning and early postweaning growth of Alpine kids. *Small Ruminant Research*, 41(2), 109-116. [https://doi.org/10.1016/s0921-4488\(01\)00207-3](https://doi.org/10.1016/s0921-4488(01)00207-3)
- Greco D. S., y Stabenfeldt, G. H. (2014). Endocrinología. En B. G. Klein. (5 ed). Cunningham Fisiología Veterinaria.
- Guerrero, M. M. G. (2010). La Caprinocultura en México, una estrategia de Desarrollo. RUDICS. UNAM. 1.1. 160-171. <https://virtual.cuautitlan.unam.mx/rudics/?p=403>
- Hayes, E. G., Lourençon, R. V., y Browning, R., Jr (2019). Effects of creep feeding and its interactions with other factors on the performance of meat goat kids and dams when managed on pasture. *Translational animal science*, 3(4), 1466-1474. <https://doi.org/10.1093/tas/txz122>
- Harmon, D. L., y Swanson, K. C. (2020). Review: Nutritional regulation of intestinal starch and protein assimilation in ruminants. *Animal*, 14, s17-s28. <https://doi.org/10.1017/s1751731119003136>
- Htoo, N. N., Khaing, A. T., Abba, Y., Htin, N. N., Abdullah, J. F. F., Kyaw, T., Goriman Khan, M. A. K., y Lila, M. A. M. (2015). Enhancement of growth performance in pre-weaning suckling Boer kids supplemented with creep feed containing alfalfa. *Veterinary World*, 8(6), 718-722.
- Htoo, N. N., Zeshan, B., Khaing, A. T., Kyaw, T., Woldegiorgis, E. A., y Khan, M. A. (2018). Creep Feeding supplemented with roughages improve rumen morphology in pre-weaning goat kids. *Pakistan J. Zool*, 50(2), 703-709.
- Isensee, P. K., Albers, S. E., Wichman, L. G., Thoma, A. L., y Jang, Y. D. (2020). The effect of creep feed and diet complexity on growth performance in suckling and weaned pigs. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 33(3), 159-171.
- Isidro-Requejo, L. M., Maldonado-Jáquez, J. A., Granados-Rivera, L. D., Salinas-González, H., Vélez-Monroy, L. I., Chávez-Solís, A. U. y Pastor-López, F. J. (2017). Suplementación pre y postparto durante la estación lluviosa en cabras locales del norte de México. *Nova Scientia*, 9(19), 133-153.

- Iqbal, F., Eyduran, E., Raziq, A., Ali, M., Zil-e-Huma, Tirink, C., y Sevgenler, H. (2021). Modeling and predicting the growth of indigenous Harnai sheep in Pakistan: non-linear functions and MARS algorithm. *Tropical Animal Health and Production*, 53(2). <https://doi.org/10.1007/s11250-021-02700-8>
- Jiang, H., y Ge, X. (2014). Meat science and muscle biology symposium—mechanism of growth hormone stimulation of skeletal muscle growth in cattle. *Journal of Animal Science*, 92(1), 21-29.
- Jiang, Q., Sherlock, D. N., Guyader, J., y Loor, J. J. (2023). Abundance of Amino Acid Transporters and mTOR Pathway Components in the Gastrointestinal Tract of Lactating Holstein Cows. *Animals*, 13(7), 1189. <https://doi.org/10.3390/ani13071189>
- Krishnamoorthy, U., y Moran, J. (2011). Rearing young ruminants on milk replacers and starter feeds (FAO Animal Production and Health Manual No. 13). Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). <https://www.fao.org/4/i2439e/i2439e00.pdf>
- Ku, X. Y., Kwong, P. J., Teoh, C. Y., Rahman, M. M., y Fariz, F. (2024). Effect of Creep Feed Formulated with Palm Kernel Cake and Tropical Forages on Growth Performance of Boer Crossbred Kids. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*. 12(5). <https://doi.org/10.17582/journal.aavs/2024/12.5.934.941>
- Kumar, R. (2023). Chapter 2: Nutrition and Management of Goats. En T. Rana (Ed.), *Principles of Goat Disease and Prevention* John Wiley & Sons.
- Lauric, M. A., Torres, C. A., Leo, G., y Scoponi, L. (2020). Creep feeding en ambientes semiáridos, Buenos Aires, Argentina. EEA Bordenave, INTA. Recuperado 05 de junio 2025 en [https://www.researchgate.net/publication/344936480\\_Creep\\_feeding\\_en\\_ambientes\\_semiaridos\\_Buenos\\_Aires\\_Argentina](https://www.researchgate.net/publication/344936480_Creep_feeding_en_ambientes_semiaridos_Buenos_Aires_Argentina)
- Leiva, C. J., Durante, L. I., Bertoli, J., Gatti, E., Rey, F., Baravalle, E., Ortega, H. H. y Marelli, B. E. (2021). Rol de la hormona del crecimiento en la función ovárica de la vaca lechera. *InVet*, 23(2), 8-8.
- Li, A., Yang, Y., Qin, S., Lv, S., Jin, T., Li, K., Han, Z., y Li, Y. (2021). Microbiome analysis reveals gut microbiota alteration of early-weaned Yimeng black goats with the

- effect of milk replacer and age. *Microbial Cell Factories*, 20(1). <https://doi.org/10.1186/s12934-021-01568-5>
- Maldonado-Jaquez, J. A., Castañeda-Bustos, V. J. Granados-Rivera, L. D., Salinas-González, H., Pastor-López, F. J., Torres-Hernández, G. (2021). Curva de crecimiento y tasas de crecimiento absoluto y relativo de cabritos locales en el norte de México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 24 (2).
- Malmuthuge, N., Liang, G., y Guan, L. L. (2019). Regulation of rumen development in neonatal ruminants through microbial metagenomes and host transcriptomes. *Genome Biology*, 20(1), 1-16. <https://doi.org/10.1186/s13059-019-1786-0>
- Martín-Alonso, M.-J., Cal-Pereyra, L. G., Fernández-Caso, M., y González-Montaña, J.-R. (2019). Anatomía, fisiología, manipulación y aplicaciones veterinarias del surco reticular. Revisión. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 10(3), 729-755.
- Martínez, G. M., Franco, A., Alfaro, E. J., y Micheloud, J. F. (2019). Desempeño productivo y desarrollo ruminal en cabritos de tambo alimentados con diferentes dietas y faenados a distintas edades. *FAVE Sección Ciencias Veterinarias*, 18(1), 17-22. <https://doi.org/10.14409/favecv.v18i1.8244>
- Mohammadinejad, F., Mohammadabadi, M., Roudbari, Z., y Sadkowski, T. (2022). Identification of Key Genes and Biological Pathways Associated with Skeletal Muscle Maturation and Hypertrophy in *Bos taurus*, *Ovis aries*, and *Sus scrofa*. *Animals*, 12(24), 3471. <https://doi.org/10.3390/ani12243471>
- Orona, I., Sangerman-Jarquín, D., Antonio-González, J., Salazar, E., García, J. L., Navarro-Bravo, A., y Schwentesius, R. (2013). Proyección económica de unidades representativas de producción en caprinos en la Comarca Lagunera, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 4(4), 626-636.
- Paniagua, P. L.A., González, J. F. C., Ocampos, D. A. O., y Ceuppens, B. J. Q. (2017). Desempeño productivo, calidad de la canal y de la carne de corderos enteros y castrados alimentados en sistema de creep-feeding. *Investigación agraria*, 19(1), 35-43.
- Pastor, F. J. L., Isidro, L. M. R., Maldonado, J. A. J., Granados, L. D. R., Trinidad E.M., y Rodríguez, J. G. M. (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), 77-85.
- Patoo, R. A., Khan, H. M., Abudullah, M., Baba, I. A., Shah, A. A. (2023). Growth response of crossbred kids reared under pasture system to pre-weaning supplementation in temperate region. *Indian Journal of Animal Health*, 62(1), 199-203.
- Pehlivan, E. (2019). Relationship between insulin-like growth factor-1 (IGF-1) concentrations and body trait measurements and climatic factors in prepubertal goat kids. *Archives Animal Breeding*, 62(1), 241-248. <https://doi.org/10.5194/aab-62-241-2019>
- Peña, F., Doménech, V., Acero, R., Perea, J., y García, A. (2009). Efecto de sistemas de crianza (leche de cabra vs. Sustitutivo lácteo) y sexo en cabritos de raza florida sobre su crecimiento y características de la canal. *Revista Científica*, 19(6), 619-629.
- Pérez-Marín, C. C., Cano, D., Arrebola, F. A., Petrusha, V. H., Skliarov, P. M., Entrenas, J. A., y Pérez-Marín, D. C. (2023). Colostrum Quality Assessment in Dairy Goats: Use of an On-Farm Optical Refractometer. *Biology*, 12(4), 626. <https://doi.org/10.3390/biology12040626>
- Ponnampalam, E., Priyashantha, H., Vidanarachchi, J., Kiani, A., y Holman, B. (2024). Effects of Nutritional Factors on Fat Content, Fatty Acid Composition, and Sensorial Properties of Meat and Milk from Domesticated Ruminants: An Overview. *Animals*, 14(6), 840. <https://doi.org/10.3390/ani14060840>
- Posada O. S., Rosero N. R.; Rodríguez, N. y Costa C. A. (2011). Estimación de parámetros de curvas de crecimiento de ganado Nellore criado en confinamiento. *Revista MVZ Córdoba*, 16(3), 2701-2710.
- Ramos-Martínez, J., Salinas-González H., Medina-Elizondo, M., Figueroa-Viramontes U., y Maldonado-Jáquez, J. (2020). La organización y agrupación como eje total para el diseño de esquemas de atención a caprinocultores en el norte de México: Estudio de caso. *Abanico Veterinario*, 10 2020-2033. <https://doi.org/10.21929/abavet2020.13>



- Rankins, D., y Pugh, D. G. (2012). Chapter 2: Feeding and Nutrition. En D. G. Pugh y A. N. Baird (Eds.), *Sheep and goat medicine* (2.<sup>a</sup> ed.) Saunders Elsevier.
- Razali, S. N. Z., Mohamed, W. Z., Arshad, M. M., Aziz, A. R., Daud, N. H. A., Mokhtar, S. N., Woldegiorgis, E. A., y Sithambaram, S. (2019). Effect of varying dietary energy to protein ratio in creep feed on feed intake, growth performance and nutrient digestibility of pre-weaning Boer goats. *Journal of Tropical Resources and Sustainable Science (JTRSS)*, 7(2), 88-97.
- Salinas-González, H., Valle, E. D. M., de Santiago, M. D. L. A., Veliz, F. G., Maldonado, J. A. J., Velez, L. I. M., Torres, D. H., Isidro, L.M.R., y Figueroa, U. V. (2016). Análisis descriptivo de unidades caprinas en el suroeste de la región lagunera, Coahuila, México. *Interciencia*, 41(11), 763-768.
- Santa Cruz, R., Barbieri, I., Olmos, V. M., Montossi, F., y Viñoles, C. (2022). Effect of temporary weaning and creep feeding on calf growth and the reproductive efficiency of their Hereford dams. *Animal bioscience*, 35(10), 1524-1534. <https://doi.org/10.5713/ab.21.0384>
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2024. Población ganadera. Recuperado el 3 de junio, 2025 de <https://www.gob.mx/agricultura/dgsiap/documentos/poblacion-ganadera-136762>
- Silva-Jarquín, J. C., Andrade-Montemayor, H. M., Vera-Ávila, H. R., Durán-Aguilar, M., Román-Ponce, S. I., Landi, V., Martínez-Martínez, A., Delgado Bermejo, J. V., y BioGoat, C. (2019). Diversidad y estructura genética de una población de cabras criollas negras de tres municipios del estado de Querétaro, México. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 10(4), 801-818.
- Smith, M. C., y Sherman, D. M. (2022). *Goat Medicine*. 3 ed. John Wiley & Sons.
- Stazionati, M. F., y Keilty, H. E. (2023). Efecto del creep feeding sobre el peso de corderos lactantes y sus madres. *Rev. Med. Vet.* 104(3).
- Steffen, K. D., Gortari-Castillo, L., Cordiviola, C. Á., Moré G., y Arias, R. O. (2023). Variabilidad en el crecimiento de cabritos Saanen bajo crianza artificial en la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 34(6). <https://doi.org/10.15381/rivep.v34i6.25240>



- Teixeira, I. A. M. A., Härter, C. J., Vargas, J. A. C., Souza, A. P., y Fernandes, M. H. M. R. (2024). Review: Update of nutritional requirements of goats for growth and pregnancy in hot environments. *Animal*, 18, 101219. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2024.101219>
- Trenti-Very, L. C., González-Jácome, A., Landín López, A. L., Mariaca Méndez, R., Jiménez-Ferrer, G., y Nahed Toral, J. (2021). Caprinocultura, ambiente y economía campesina: Un análisis de los sistemas familiares ganaderos en el semidesierto potosino. *Revista de El Colegio de San Luis*, 11(22). <https://doi.org/10.21696/rcsl112220211313>
- Trotta, R. J., Harmon, D. L., Matthews, J. C., y Swanson, K. C. (2021). Nutritional and Physiological Constraints Contributing to Limitations in Small Intestinal Starch Digestion and Glucose Absorption in Ruminants. *Ruminants*, 2(1), 1–26. <https://doi.org/10.3390/ruminants2010001>
- Trotta, R. J., y Swanson, K. C. (2021). Prenatal and Postnatal Nutrition Influence Pancreatic and Intestinal Carbohydrase Activities of Ruminants. *Animals*, 11(1), 171–171. <https://doi.org/10.3390/ani11010171>
- Turkmen, N. (2017). The Nutritional Value and Health Benefits of Goat Milk Components. *Nutrients in Dairy and Their Implications on Health and Disease*, 441-449. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-809762-5.00035-8>
- Underwood, W. J., Blauwikel, R., Delano, M. L., Gillesby, R., Mischler, S. A., y Schoell, A. (2015). *Biology and Diseases of Ruminants (Sheep, Goats, and Cattle)*. Elsevier EBooks, 623-694. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-409527-4.00015-8>
- Van Soest, P. J. (1994). *Nutritional ecology of the ruminant*. Ed. 2. Cornell University Press.
- Van Saunt, R. J. (2025). Nutritional Requirements of Goats. Recuperado 26 de octubre 2025. <https://www.merckvetmanual.com/management-and-nutrition/nutrition-goats/nutritional-requirements-of-goats>
- Vázquez-Rocha, L., Vázquez-Armijo J.F., Estrada-Drouaillet B., Martínez-González, J. C., López-Villalobos N., y López-Aguirre, D. (2024). Caracterización del sistema caprino de producción extensiva en el Altiplano de Tamaulipas, México.

- Ecosistemas Y Recursos Agropecuarios, 11(2).  
<https://doi.org/10.19136/era.a11n2.4061>
- Vélez, E. J., y Unniappan, S. (2021). A Comparative Update on the Neuroendocrine Regulation of Growth Hormone in Vertebrates. *Frontiers in Endocrinology*, 11, 614981–614981. <https://doi.org/10.3389/fendo.2020.614981>
- Vickery, H. M., Neal, R. A., Stergiadis, S., y Meagher, R. K. (2023). Gradually weaning goat kids may improve weight gains while reducing weaning stress and increasing creep feed intakes. *Frontiers in Veterinary Science*, 10. <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1200849>
- Viñoles, C., y Álvarez, J. P. (2017). Creep feeding: tecnología para aumentar el peso al destete. Serie Técnica N° 238. INIA. Recuperado 05 de junio 2025 en <https://www.inia.uy>
- Webb, E. C., Casey, N. H., L. y Simela. (2011). Growth, development and growth manipulation in goats. CABI, 196-208. <https://doi.org/10.1079/9781845938499.0196>
- Yáñez-Ruiz, D. R., Abecia, L., y Newbold, C. J. (2015). Manipulating rumen microbiome and fermentation through interventions during early life: A review. *Frontiers in Microbiology*, (6), 1133. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.01133>
- Zamuner, F., Leury, B. J., y DiGiacomo, K. (2023). Review: Feeding strategies for rearing replacement dairy goats - from birth to kidding. *Animal: an international journal of animal bioscience*, 17(6), 100853. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2023.100853>
- Zhang, K., Zhang, T., Guo, M., Cuoji, A., Xu, Y., Zhao, Y., Yang, Y., Brugger, D., Wang, X., Suo, L., Wu, Y., y Chen, Y. (2024). Early-life milk replacer feeding mediates lipid metabolism disorders induced by colonic microbiota and bile acid profiles to reduce body weight in goat model. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 15(1). <https://doi.org/10.1186/s40104-024-01072-x>
- Zhang Y, Choi SH, Nogoy KM, y Liang S. (2021). Review: The development of the gastrointestinal tract microbiota and intervention in neonatal ruminants. *Animal*. 15(8):100316. doi: 10.1016/j.animal.2021.100316.

- Zhuang, Y., Lv, X., Cui, K., Chai, J., y Zhang, N. (2023). Early Solid Diet Supplementation Influences the Proteomics of Rumen Epithelium in Goat Kids. *Biology*. 12(5). <https://doi.org/10.3390/biology12050684>
- Zobel, G., Freeman, H., Watson, T., Cameron, C., y Sutherland, M. (2019). Effect of different milk-removal strategies at weaning on feed intake and behavior of goat kids. *Journal of Veterinary Behavior*. 35, 62-68. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2019.10.004>