

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL



Efecto del butirato de calcio y *Saccharomyces cerevisiae* sobre el desarrollo ruminal de cabritos lactantes.

POR:

EDWIN ALFARO LÓPEZ.

TESIS

Presentada Como Requisito Parcial Para Obtener El Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Junio de 2025

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL

Efecto del butirato de calcio y *Saccharomyces cerevisiae* sobre el desarrollo ruminal de cabritos lactantes.

POR:

EDWIN ALFARO LÓPEZ.


TESIS


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


INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA


COMITÉ ASESOR


Dr. Alejandro Garcia Salas
Director


Dr. Joel Ventura Ríos
Co-director


M.C. Pedro Carrillo López
Asesor


Dr. Francisco Alonso Rodriguez Huerta
Asesor


MC, Pedro Carrillo López
Coordinador de la División de Ciencia Animal.



Buena, Saltillo, Coahuila, México

Junio de 2025

AGRADECIMIENTOS

A Dios, gracias por estar siempre conmigo, por guiarme y protegerme. Agradezco por la vida, la salud y mi familia. Le doy gracias por cada bendición a lo largo de mi vida, por cumplir esta meta y poder compartirlas con mis seres queridos.

A mis Padres, Alonzo Alfaro Figueroa y Floridalma López Velasco, gracias, Papá y Mamá, por ser mis pilares en mi vida. Su amor, apoyo y sacrificio me han enseñado a ser fuerte y a seguir adelante, de inicio a fin este logro es suyo. Con todo mi amor y agradecimiento.

A mi hermano, por tu apoyo incondicional y gran amor que sin medida me has demostrado, sin duda tu ejemplo de disciplina, dedicación y compromiso siempre estuvo y estará presente para mí. Gracias **Ricky**.

A mi ALMA MATER, por abrirme las puertas de esta gran comunidad buitre y convertirse en mi segunda casa, por brindarme el conocimiento y las herramientas para formarme como profesional. Gracias por la oportunidad de aprender y crecer en este entorno.

Al Dr. Alejandro García Salas, por haber puesto su confianza en mí y compartir sus conocimientos conmigo, gracias por su tiempo, sus enseñanzas y por todo el apoyo. Me llevo todas las experiencias y herramientas que usted me brindó durante estos años.

A los Drs. Joel Ventura Ríos, Francisco Alonso Rodríguez Huerta y al M.C. Pedro Carrillo López, por ser parte del jurado examinador, evaluar el trabajo presentado y brindarme su tiempo.

Al Ingeniero Raúl Gándara Huitrón, gracias Ing. por todo el apoyo durante mi estancia universitaria, sin duda encontré en usted a un amigo y guía, gracias por confiar en mí y compartir buenos momentos. Gracias My friend.

A mis amigos, Brisa, Marlene, Héctor, Ronaldo, David y Jorge, gracias por brindarme su amistad durante todo este tiempo y compartir días buenos y malos, me llevo todas las experiencias que pasamos juntos para llegar a este importante momento. Los recordare siempre con mucho cariño a todos.

A Laura y Alan, gracias por bríndame su amistad durante muchos años de mi vida, por pasar buenos y malos momentos, por guiarme, aconsejarme y siempre contar con su apoyo.

DEDICATORIA

A Dios, de quien provienen todas las bendiciones en mi vida y me ha concedido terminar esta etapa de mi vida.

A mis Padres, Alonzo Alfaro Figueroa, Florida Alma Velasco López, quienes fueron mi inspiración y guía durante toda mi vida y hoy juntos celebramos este logro. Los amo.

A mi hermano, quien siempre me ha respaldado en todo momento y nunca me ha dejado solo, este logro es nuestro y de nuestra familia. Gracias **Ricky**.

A mis abuelos, Edilia Velasco, Consuelo Figueroa, María Velasco, Javier Figueroa (+), por el gran amor que me demostraron siempre y ser pilares de mi vida.

DECLARATORIA DE NO PLAGIO

Saltillo, Coahuila, México, junio de 2025.

DECLARO QUE:

El trabajo de investigación titulado **“Efecto del butirato de calcio y *Saccharomyces cerevisiae* sobre el desarrollo ruminal de cabritos lactantes”** es una producción personal, donde no se ha copiado, replicado utilizado ideas, citas integrales e ilustraciones diversas, obtenidas de cualquier tesis, obra intelectual, artículo, memoria, (en versión digital o impresa), sin mencionar de forma clara y exacta su origen o autor.

En este sentido, lo anterior puede ser confirmado por el lector, estando consiente de que en caso de comprobarse plagio en el texto o que no se respetaron los derechos del autor; esto será objeto de sanciones del Comité Editorial y/o legales a las que haya lugar; quedando, por tanto, anulado el presente documento académico sin derecho a la aprobación del mismo, ni a un nuevo envío.

Atentamente

Edwin Alfaro López

RESUMEN

El objetivo fue evaluar el efecto del butirato de calcio y *S. cerevisiae* en la dieta líquida de cabritos durante la lactancia sobre el desarrollo ruminal y la ganancia de peso post-destete. La investigación fue desarrollada en las instalaciones caprinas de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro ubicada en Saltillo, Coahuila, México. Se evaluaron 16 cabritos de uno a cinco días de edad. Se evaluó la el crecimiento de las papilas ruminales, donde se midió el largo y ancho de las mismas y su efecto postdestete. El Tratamiento 1 (n=4); Se les ofreció solamente leche líquida; Tratamiento 2 (n=4); Se les ofreció levadura (*S. cerevisiae*) disuelta en la leche líquida; T3 (n=4); Se les ofreció butirato de calcio disuelto en leche líquida y T4 (n=4); Se les ofreció levadura más butirato disueltos en leche líquida. El peso vivo final y peso vivo acumulado fue superior y diferente ($p<0.05$) para el tratamiento 4. El largo y ancho de las papilas ruminales ventrales y dorsales fue superior y diferente ($p<0.05$) para el tratamiento 4. Se concluye que la adición de *S. cerevisiae* y butirato de calcio mejora la GDPV y favorece el desarrollo de papilas ruminales durante el pre-destete de cabritos, mejorando su comportamiento productivo post-destete.

Palabras clave: Butirato de Calcio, *Saccharomyces cerevisiae*, papilas ruminales, ganancia de peso vivo, cabritos.

ABSTRACT

The objective was to evaluate the effect of calcium butyrate and *S. cerevisiae* in the liquid diet of goat kids during the pre-weaning period. The research was carried out at the goat facilities of the Antonio Narro Autonomous Agrarian University located in Saltillo, Coahuila, Mexico. Sixteen goat kids from one to five days of age were evaluated. The daily live weight gain (LWG), final live weight and accumulated live weight during lactation were evaluated, and the length and width of ruminal papillae and their post-weaning effect were measured. Treatment 1 (n = 4) included only liquid milk; Treatment 2 (n = 4) included yeast (*S. cerevisiae*) dissolved in liquid milk; T3 (n = 4) included calcium butyrate dissolved in liquid milk; and T4 (n = 4) included yeast and butyrate dissolved in liquid milk. Final live weight and cumulative live weight were higher and different ($p < 0.05$) for treatment 4. The length and width of the ventral and dorsal ruminal papillae were higher and different ($p < 0.05$) for treatment 4. It is concluded that the addition of *S. cerevisiae* and calcium butyrate improves the GDPV and favors the development of ruminal papillae during the pre-weaning period of kids, improving their post-weaning performance.

Keywords: Calcium butyrate, *Saccharomyces cerevisiae*, ruminal papillae, live weight gain, kids.

INDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL.....	I
ÍNDICE DE FIGURAS.....	III
ÍNDICE DE CUADROS.....	IV
ÍNDICE DE GRAFICAS.....	IV
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivo general.....	2
1.2. Objetivos específicos	2
1.3. Hipótesis.....	2
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	2
2.1 Clasificación zoológica	2
2.2 La industria caprina en México.....	3
2.3 Los caprinos en el centro y norte de México y su impacto económico.....	4
2.4 Razas caprinas en México.....	5
2.5 Descripción de los sistemas de producción caprina	6
2.6 Requerimientos nutricionales de los cabritos	7
2.7 Fisiología digestiva de los rumiantes.....	8
2.8 Fisiología digestiva durante el periodo de transición de lactante a rumiante	10
2.9 Metodología del desarrollo ruminal.....	11
2.10 Los aditivos.....	12

2.11	Butirato	12
2.12	Levadura	13
2.13	Calostro.....	14
2.14	Lactancia artificial.....	15
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
3.1	Localización	15
3.2	Grupos experimentales.....	15
3.3	Manejo del rebaño.....	17
3.4	Diseño experimental y análisis estadístico.....	19
4.	RESULTADOS.....	19
5.	DISCUSIÓN.....	22
6.	CONCLUSIONES	26
7.	LITERATURA CITADA	27

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Rumen de cabrito sacrificado.....	9
Figura 2.- Retículo de cabrito.....	9
Figura 3.- Omaso de cabrito.....	10
Figura 4.- Abomaso de cabrito.....	10
Figura 5.- Butirato de calcio utilizado en la investigación.	13
Figura 6.- Levadura utilizada en la investigación.	14
Figura 7.- Análisis de las papilas ruminales en laboratorio.	18
Figura 8.- Papilas ruminales vistas desde el microscopio de T1=testigo.....	20
Figura 9.- Papilas ruminales vistas desde el microscopio de T2=levadura.....	20
Figura 10.- Papilas ruminales vistas desde el microscopio de T3= butirato de calcio.....	21
Figura 11.- Papilas ruminales vistas desde el microscopio de T4=levadura + butirato.....	21
Figura 12.- Comparación de los 4 tratamientos y su efecto en el rumen, T1=testigo, T2=levadura, T3=butirato de calcio, T4=levadura + butirato de calcio.....	25

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.- Ancho y largo de las papilas ruminales de cabrito con 50 días de edad, alimentados con butirato de calcio y levadura durante su lactancia.....19

Cuadro 2.- Ganancia de peso pos-destete durante un pastoreo de 12 días.....21

ÍNDICE DE GRAFICAS

Gráfica 1.- Producción caprina en México en toneladas (SIAP 2023).....4

1. INTRODUCCIÓN

La industria caprina en México es un sector importante de la actividad pecuaria. Se tiene una extensión territorial amplia y diversificada, que va de un clima húmedo a uno desértico, condiciones que ayudan para el desarrollo de la ganadería caprina. Es importante mencionar que, el caprino ha formado parte de la economía rural y cultura desde su introducción con la llegada de los españoles y su amplia diversidad con ellos (Herrera, 2023).

En la actualidad los productos cárnicos y lácteos derivados de los caprinos son productos comunes gracias al avance genético que ha permitido lograr un aumento en la producción y calidad de caprinos, estos avances representan el sostén en muchas comunidades, debido a que mucha de la producción caprina se desarrolla principalmente en zonas rurales donde existen grandes extensiones de tierra, las cuales no son aptas para otra especie ganadera ni para la agricultura. En el Norte de nuestro país es común ver a personas en lugares con alto margen de pobreza con rebaños de cabras, esto se debe a la gran rusticidad que los animales poseen (Rebollar *et al.*, 2012).

En el caso del cabrito se tiene un mercado más rustico, su venta a los restaurantes se da por lote y no tienen precios definidos, estos se rigen por oferta y demanda; otro de los aspectos a considerar es la edad al sacrificio ya que pesa en el precio de venta, estos no deben de superar los tres meses de edad. La región del semi-desierto Chihuahuense, conformada por Nuevo León, Coahuila, Zacatecas y San Luis Potosí consumen en conjunto 86% del cabrito producido en México y de igual forma representa la principal región de producción (Lopez, 2016).

1.1. Objetivo general

- Evaluar el efecto del butirato de calcio (SAN-BUTICAL 80 ®) y *Saccharomyces cerevisiae* (Sinergis ®) en cabritos durante la lactancia y el impacto en el desarrollo ruminal.

1.2. Objetivos específicos

- Evaluar el desarrollo de las papilas ruminales.
- Evaluar el impacto de ganancia de peso post-destete.

1.3. Hipótesis

El uso de aditivos durante la lactancia presentara un mejor desarrollo de las papilas ruminales y con ello un rendimiento productivo positivo post-destete.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Clasificación zoológica

El origen y la clasificación zoológica actual de la cabra doméstica es la siguiente:

Reino: Animal

Filo: *Chordata*

Clase: *Mammalia*

Orden: *Ruminantia*

Familia: *Bovidae*

Subfamilia: *Caprinae*

Género: *Capra*

Especie: *Hircus*

Por todo lo anterior, a la cabra doméstica se le conoce por el nombre científico de ***Capra hircus*** (Alvares y Medellín, 2005).

2.2. La industria caprina en México

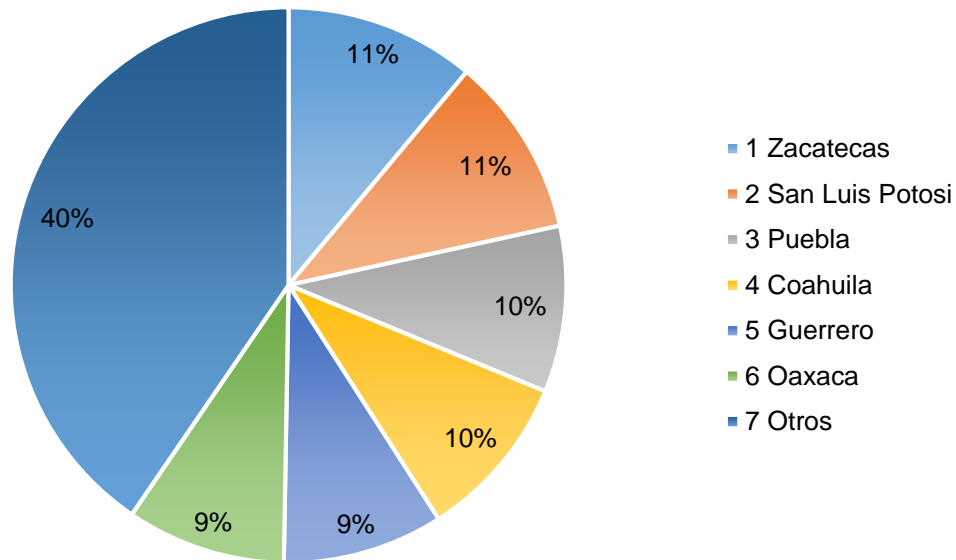
La caprina cultura mexicana se ha consolidado como una gran actividad estratégica en las zonas áridas y semiáridas del país por su buena capacidad de generar ingresos en comunidades rurales con recursos limitados. De acuerdo con el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2023), durante 2023 se produjeron 80, 658.892 toneladas de carne en canal, lo que represento incrementos de 0.53%, respectivamente, en comparación con el año anterior. Estos volúmenes confirman que el hato caprino contribuye de forma muy sustancial a la seguridad alimentaria al proveer proteína de origen animal en donde otras especies productivas como lo son el bovino o el porcino son menos eficientes.

El Consejo Mexicano de la Carne reporto que el consumo nacional de carne caprina fue muy bajo con respecto al de la carne de bovino y porcino (COMECARNE, 2023). La producción caprina requiere enfocarse en programas de mejoramiento genético, extender el mercado comercial a los diferentes productos y garantizar una oferta constante y de calidad para alcanzar mejores resultados de producción y hacer de esta industria una de las más rentables del país.

2.3. Los caprinos en el centro y norte de México y su impacto económico

Los estados con mayor población y producción caprina en nuestro país se representan en la siguiente gráfica:

Produccion caprina de Mexico en toneladas.



Grafica 1.-Producción caprina de México en toneladas (SIAP 2023).

Del total de la producción caprina en México de 80, 658.892 toneladas 40, 223.952 toneladas la producen únicamente seis estados de la República Mexicana entre los que se encuentran Zacatecas, San Luis Potosí, Puebla, Coahuila, Guerrero, Oaxaca, (SIAP, 2023) concentrando una mayor producción al norte del país. Del total de producción de México, el consumo per cápita anual de la carne caprina es de 0.4 kg, de los cuales el 2.1% es carne importada. Es muy importante mencionar que hay un alto sacrificio y consumo por parte de criador por lo que algunas estadísticas difieren en la producción y el consumo (Aréchiga *et al.*, 2008).

2.4. Razas caprinas en México

En el mundo existen razas adaptadas a diferentes regiones y se clasifican de igual forma según sus múltiples propósitos (Leche, carne, piel, pelo). En nuestro país son principalmente seis razas las que se encuentran en mayor número y de las que se tienen registro, estas seis razas están especializadas en leche como la Saanen, en carne y leche como la Nubia.

- **Toggenburg:** De origen suizo, son excelentes cabras lecheras con una producción de lactancia de 600 a 700 kg de leche por año es una raza compacta y muy utilizada en climas fríos, aunque adaptable a climas con mayo temperatura.
- **Alpino Francesa:** Tiene su origen en los Alpes de Suiza y Austria, es una raza muy adaptable a los diferentes climas con una buena producción láctea, en México su producción media de lactancia es de 500 kg de leche en 206 días.
- **Saanen:** De origen suizo, excelente productora de leche, en nuestro país la producción de leche promedio es de 533 kg en 268 días, es una raza prolífica con un promedio de 1.9 crías por parto.
- **Boer:** Es de origen africano de talla grande, es de las razas especializadas en carne en nuestro país, por su origen es un animal adaptado a climas secos y calurosos.

- **Nubia:** Su origen es a través de una cruce de cabras orientales de Egipto, de características lecheras, su producción láctea en nuestro país es de 375 kg en 224 días de lactación.
- **Criollas:** Es la raza más predominante en nuestro país, son mezclas de diferentes razas adaptadas según su entorno y utilizadas en su mayoría en carne para abasto (Mena, 2009).

2.5. Descripción de los sistemas de producción caprina

Sistemas Intensivo: Este sistema puede tener variaciones según la zona de explotación en la que se desarrolle, puede ser de manera estabulada donde los animales son alimentados a base de dietas balanceadas especializadas según su explotación productiva, tiene un alto costo de producción y altos retornos de inversión , de igual forma puede ser de forma pastoril los terrenos donde se desarrolla la actividad ganadera son mejorados con forraje de más alta calidad y los animales son altamente suplementados (Iñiguez Rojas, 2013).

Sistema semi-intensivo: Este tipo de sistemas están distribuidos a lo largo de las diferentes regiones climáticas del país, desde los climas semiáridos a los climas templados, este sistema mezcla los sistemas intensivos y los extensivos ya que son alimentados con praderas nativas además del uso de residuos de cosechas en algunas zonas y son suplementados en partes críticas del año según las necesidades (Arechiga *et al.*, 2008).

Sistema extensivo: Es definido como el sistema en donde los animales obtienen su alimento de grandes extensiones de pastura, en México a estas áreas se les conoce como agostaderos, este tipo de sistema es comúnmente utilizado en las zonas áridas y semiáridas de México, tiene un costo mínimo para el productor ya que todo el alimento que consumen las cabras la obtienen de arbusto o forraje que encuentra en las áreas de pastura (Iñiguez Rojas, 2013).

2.6. Requerimientos nutricionales de los cabritos

Los cabritos atraviesan diferentes fases durante todo su desarrollo en donde su crecimiento acelerado llega a requerir grandes cantidades de energía, proteína y minerales. La revisión más reciente de los requerimientos nutricionales para los caprinos establece que, un cabrito de 5 a 10 kg necesita entre 0.48 y 0.52 Mcal de Energía Metabolizable (EM) por kilogramo de peso metabólico y una dieta con 16 a 18 % de proteína cruda (Teixeira *et al.*, 2024). Estos valores fueron obtenidos de experimentos de sacrificio comparativo que consideran la eficiencia de utilización de la energía en condiciones de calor.

En sistemas tradicionales, la transición del cabrito de no rumiante a rumiante se da a través del consumo de forraje y en algunas ocasiones son suplementados con concentrados según las necesidades del cabrito. El manual práctico de nutrición caprina publicado por la Illinois State Veterinary Medical Association recomienda aportar calcio y fósforo en una relación 2:1, así como garantizar la disponibilidad de agua fresca equivalente a cuatro veces la materia seca ingerida (ISVMA, 2021). Además, la inclusión de aditivos como ionóforos y prebióticos puede mejorar la eficiencia alimenticia y promover el desarrollo temprano de las papilas ruminales, reduciendo el riesgo de trastornos digestivos.

El diseño de raciones balanceadas en base a las tablas actualizadas y su constante monitoreo al peso vivo de manera continua permite tener un aporte energético y proteico adecuado para alcanzar ganancias superiores a los 100 gramos al día, una muy buena ganancia de peso diaria que es una de los principales objetivos en las explotaciones ganaderas para una mejor comercialización.

2.7. Fisiología digestiva de los rumiantes

Los animales rumiantes se caracterizan por tener un estomago dividido en 4 compartimentos (rumen, retículo, omaso y abomaso) gracias a esto tienen la capacidad de alimentarse de pastos y forrajes, ya que pueden degradar los hidratos de carbono estructurales, como celulosa y hemicelulosa, la degradación de estos alimentos se da de en mayor parte de manera fermentativa y no por la acción enzimática, esta fermentación se da gracias a los diferentes tipos de microorganismos presentes en el rumen aunque esta digestión requiere del desarrollo adaptativo del rumiante mediante el pronto desarrollo de las papilas ruminales y la colonización de los microorganismos. Cuando un cabrito nace tiene la capacidad de digerir la leche de la cabra únicamente por métodos enzimáticos y no de manera fermentativa, la leche consumida en esta etapa pasa directamente al abomaso esto gracias a la gotera esofágica (Relling y Mattioli, 2003).

Rumen: Es el compartimento con mayor volumen dentro de los rumiantes, en el existen principalmente dos tipos de microorganismos que son las bacterias y los protozoos, estos microorganismos tienen acción en el proceso de formación de AGV'S además en esta parte del aparato digestivo se realiza la fermentación en condiciones de temperatura constante que es de 39 °C (Demagnet, 2024).



Figura 1. Rumen de cabrito sacrificado.

Retículo: Es la parte superior del proventrículo, a esta parte llegan muchos componentes del alimento, no solamente sólidos sino algún cuerpo extraño que no puede ser transportado al rumen por el tamaño de los pliegues del retículo.



Figura 2.-Retículo de cabrito.

Omaso: Es el tercer compartimento del estómago del rumiante y tiene una alta capacidad para la absorción de líquidos y minerales, en esta parte se separa el material sólido, se lleva a cabo la trituración de la materia seca que es consumida. Aunque el omaso es relativamente grande solo contiene el 4% del peso del alimento digerido en todo el tracto digestivo del rumiante.



Figura 3.-Omaso de cabrito.

Abomaso: Es la cuarta parte del estómago del rumiante, conocido como el estómago verdadero es el equivalente al estómago de los animales no rumiantes, en esta parte se secreta ácido clorhídrico resultando en un pH de 2 a 3 provocando la muerte de los microorganismos (Demanet, 2024).



Figura 4.-Abomaso de cabrito.

2.8. Fisiología digestiva durante el periodo de transición de lactante a rumiante

El desarrollo de un animal de lactante a rumiante implica una serie de pasos adaptativos en su funcionamiento y morfología en su aparato digestivo además de cambios metabólicos.

Nos dice que el desarrollo de las papilas ruminales depende en cambio de la concentración de Ácidos Grasos Volátiles (AGV's), como una adaptación de la superficie para aumentar la absorción de nutrientes, desde un punto de vista metabólico es la principal fuente energética (Relling y Mattioli, 2003).

2.9. Metodología del desarrollo ruminal

El revestimiento interno del rumen está constituido por un epitelio laminado que en el presenta numerosas papilas, al nacimiento de los cabritos, estas papilas ruminales son particularmente pequeñas menores a 1 mm de altura, el desarrollo de las papilas es estimulada por lo productos finales de la fermentación esto se obtiene a través de la dieta, de esta manera los animales recién nacidos son suplementados con concentrados para una transición más rápida (Correa Alarcón, 2006.)

- **La edad:** Con el paso de los días el estómago con sus cuatro compartimentos tiene un crecimiento en el volumen que ocupa dentro del sistema digestivo.
- **La dieta:** El crecimiento del volumen de los compartimentos del estómago está implicado sobre la dieta que el animal consume, es un factor fundamental y determinante en el crecimiento se obtiene del consumo de los alimentos sólidos que dan oportunidad a la formación de AGV's (Elizondo-Salazar, 2012).

2.10. Los aditivos

Son ingredientes, sustancias, microorganismos y preparados, es un producto agregado a la formulación intencionalmente a los piensos o al agua consumida por los animales teniendo diferentes funciones según su categoría, son administrados en su mayoría para mejorar la efectividad de los nutrientes en los alimentos (McDonald, 2002).

Dentro de las funciones que estas desempeñan se encuentran las siguientes:

- Influir positivamente en las características del alimento o agua.
- Influir positivamente de las características de los productos a consumir.
- Satisfacer necesidades nutrimentales
- Actuar en los microorganismos gastrointestinales.

Todo lo anterior garantizando la seguridad alimentaria del producto a consumir sea carne, leche o algún subproducto, además de cuidar la sanidad y bienestar animal en la adición de estos productos (García Hernández, 2015).

2.11. Butirato

Los ácidos orgánicos son claves para mejorar el rendimiento productivo en las dietas de animales de engorda, el butirato es uno de los principales productos finales junto con el acetato y propionato de la fermentación bacteriana de los carbohidratos en el estómago, aunque en el caso del butirato es el menos abundante pero su comportamiento es aún más dinámico, puede ser suplementado en la dieta con sales de butirato (Górka *et al.*, 2018).

Se considera una de las fuentes más importantes de energía para las células epiteliales ruminales, estimulador y regulador de la función y el crecimiento de las papilas ruminales. Como uno de los miembros más importantes de los AGV's, el butirato es un promotor del desarrollo ruminal al incrementar la absorción de los AGV's y la circulación de energía. El modo de acción del butirato en el aumento de células intestinales está asociada a un incremento en la disponibilidad de sustrato energético (Vallejos, 2015).

Investigaciones sobre el tema de la utilización del butirato a edades tempranas indican efectos potenciales y muy beneficioso en el desarrollo del rumen, indicando así su uso como un promotor del crecimiento (Zhuang *et al.*, 2020).



Figura 5.-Butirato de calcio utilizado en la investigación.

2.12. Levadura

Las levaduras son consideradas hongos, constituidos principalmente por macromoléculas que incluyen proteínas, glicoproteínas, polisacáridos, aminoácidos, lípidos y ácidos nucleicos, han sido utilizadas desde la antigüedad para distintas actividades, las cepas de las levaduras son diferentes y específicas para su utilización, desde la elaboración de cervezas y pan, hasta su uso en animales. El alto valor proteico de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* (40-45%)

utilizada en esta investigación despierta el interés en su uso como un agregado en la alimentación animal para mejorar la salud ruminal (Suárez-Machín, 2017).

El uso de *S. cerevisiae* en la dieta temprana de los animales es una alternativa importante a considerar para una eficiencia productiva, la utilización de levadura es una buena opción para el desarrollo y la salud intestinal de los animales (Fernández *et al.*, 2019).



Figura 6.-Levadura utilizada en la investigación.

2.13. Calostro

El calostro es la primera secreción láctea de los mamíferos después del parto, esta secreción láctea es rica en proteínas como la timosina, lactoferrina y otros, además de ser la principal fuente de anticuerpos como la inmunoglobulina, generando una inmunidad pasiva en los recién nacidos mientras su sistema inmunológico se desarrolla completamente (Joyce, 2001).

La administración o toma del calostro se debe de dar dentro de las primeras dos a cuatro horas de vida ya que es el punto donde los animales recién nacidos tienen una mayor absorción de nutrientes y debe de provenir de vacas completamente sanas (Casas y Canto, 2015).

2.14. Lactancia artificial

La alimentación del cabrito en el periodo de lactante está limitada por factores como el fin de producción del sistema y por el medio en el que se encuentra, esta técnica es comúnmente utilizada en sistemas intensivos y semi-intensivos (Moreno *et al.*, 1986).

Este tipo de lactancia pretende lograr una serie de objetivos de manejo y planeación para mejorar el rendimiento de las explotaciones ganaderas, dentro de estos objetivos podemos encontrar:

- Aprovechamiento máximo de la producción láctea.
- Periodo de lactancia más cortos.
- Alimentaciones estandarizadas de los cabritos.
- Mejorar la calidad del alimento consumido. (González y Gómez García, 2014).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización

El desarrollo de la presente investigación se llevó a cabo en las instalaciones de la unidad caprina en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) ubicada en Saltillo, Coahuila México, la ciudad se encuentra a 1600 msnm y sus coordenadas son: 25° 25' 17" de latitud y 101° 00' 00" de longitud (Anuario Estadístico y Geográfico de Coahuila de Zaragoza, 2017).

3.2. Grupos experimentales

Para la investigación fueron utilizados un total de 16 cabritos, los cuales nacieron a partir del 20 al 26 de enero de 2024 divididos en cuatro grupos.

Tratamiento 1 (T1): Grupo testigo, desarrollo su lactancia sin ningún tipo de aditivo, formado por tres cabritos dos machos y dos hembras.

Tratamiento 2 (T2): Formado por cuatro cabritos, tres machos y una hembra, se adicionaron 10 gramos de levadura *S. cerevisiae*, de la casa comercial Aleris Animal Nutrition (Sinergis ®) disueltos en 500 ml de leche, ofreciendo a los animales a través de una sonda gástrica 60 ml de esta preparación para cada cabrito, teniendo un consumo de 1.2 gramos de levadura diaria.

Tratamiento 3 (T3): Formado por cuatro cabritos, tres machos y una hembra se le añadió a su lactancia 10 gramos de butirato de calcio (SAN-BUTICAL 80 ®) disueltos en 500 ml de leche, ofreciendo a los animales a través de una sonda gástrica 60 ml de esta preparación para cada cabrito, teniendo un consumo de 1.2 gramos de levadura diaria.

Tratamiento 4 (T4): Formado por cuatro cabritos, dos machos y dos hembras, recibieron 10 gramos de *S. cerevisiae*, (Sinergis ®) y 10 gramos de butirato de calcio (SAN-BUTICAL 80 ®) disueltos en 500 ml de leche, ofreciendo a los animales a través de una sonda gástrica 60 ml de esta preparación para cada cabrito, teniendo un consumo de 2.4 gramos de aditivo diariamente.

Todos los animales de cada tratamiento fueron sometidos a las mismas condiciones ambientales que la ubicación nos proporcionó sin interferir en su desarrollo más que la aplicación de los tratamientos correspondientes.

3.3. Manejo del rebaño

La aplicación de los tratamientos se desarrolló por las mañanas en un horario de 06:00 horas todos los días sin ninguna interrupción, la leche que se utilizaba para diluir los aditivos provenía de la ordeña diaria de las cabras, con la que se preparaban cada uno de los tratamientos se le toma siempre la temperatura a la leche que oscilaba entre 36 a 37 °C. Se agregaban a 500 ml de leche 10 g de cada aditivo levadura *S. cerevisiae* y butirato de calcio para los tratamientos T2 y T3, para el T4 tratamiento se adiciono 10 g de cada aditivo utilizado *S. cerevisiae*, (Sinergis ®) y butirato de calcio (SAN-BUTICAL ®).

Se le ofrecía a cada cabrito 60 ml de estas preparaciones, 1.2 gramos por porción consumida respectivamente en caso de T2 y T3 y para T4 un consumo de 2.4 en partes iguales de cada aditivo, para asegurar un consumo total y eficiente de la porción los primeros días se les suministro a través de una sonda gástrica hasta llegar a un consumo voluntario mediante una jeringa.

Este manejo se realizó durante 50 días continuos donde los tratamientos fueron ofrecidos y consumidos por cada cabrito sin ningún tipo de interrupción, durante este periodo de tiempo se realizaron siete pesajes uno por semana.

Al termino de estos 50 días de tratamiento, fueron sacrificados cuatro cabritos, uno por cada tratamiento en una selección aleatoria, de los animales sacrificados se conservaron a -20 °C los aparatos digestivos completos con mayor y amplio interés en el rumen de cada animal, se realizaron seis mediciones de las papilas ruminales y se tomaron dos muestras de 1 cm² para evaluar el crecimiento de las papilas ventrales y dorsales.

Las muestras fueron analizadas con un microscopio modelo: Zeigen Es y un calibrador vernier eléctrico digital TSWV77336 con precisión de 0.01 mm.

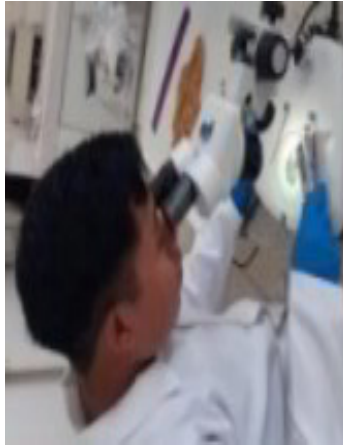


Figura 7.-Análisis de las papilas ruminales en laboratorio.

El resto de los animales fueron sometidos a libre pastoreo para obtener resultados que indiquen el desarrollo de los tratamientos y la evolución de cada animal, el pastoreo se realizó en praderas que contenían los siguientes forrajes: alfalfa (*Medicago sativa L.*), pasto ovilla (*Dactylis glomerata*), rye grass (*Lolium multiflorum*), guaje (*Leucaena leucocephala*), trébol blanco (*Trifolium repens*) y trébol rojo (*Trifolium pratense*). El pastoreo duro 12 días continuos en los que los cabritos tuvieron acceso libre a las praderas, se les tomo el peso al momento del destete, el segundo pesaje se realizó a los cuatro días en pastoreo, el tercer pesaje a los ocho días y el ultimo pesaje a los 12 días de pastoreo, esto para evaluar el desempeño de los tratamientos aplicados en los cabritos y comparar los datos de campo y laboratorio.

3.4. Diseño experimental y análisis estadístico

El experimento se desarrolló mediante un diseño experimental completamente al azar. Para el análisis de las variables se realizó mediante el programa Infostat con un análisis de varianza, tomando como covariable el peso inicial y realizando la comparación de medidas con la prueba de tukey ($p < 0.05$).

$$Y_{ij} = \mu + a_i + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ij} = Valor de la variable de estudio

μ = Media general de la población estudiada

a_i = Efecto del i-esimo tratamiento

E_{ijk} = Error estándar de la media

4. RESULTADOS

Cuadro 1. Ancho y largo de las papilas ruminales en cabritos de 50 días de edad, alimentados con butirato de calcio y levadura durante su lactancia.

Tratamiento	T1	T2	T3	T4	EEM	P-valor
Largo de papilas ventrales (mm)	1.16d	2.71b	2.43c	3.15a	0.05	0.0001
Largo de papilas dorsales (mm)	0.78d	1.55b	1.26c	1.89a	0.05	0.0001

Ancho de las papilas ventrales (mm)	0.87c	0.97b	0.90ab	1.13a	0.02	0.0001
-------------------------------------	-------	-------	--------	-------	------	--------

Ancho de las papilas dorsales (mm)	0.59b	0.86a	1.00a	0.90a	0.05	0.0001
------------------------------------	-------	-------	-------	-------	------	--------

T1= Testigo; T2= Levadura; T3= Butirato de calcio; T4= Levadura + Butirato de calcio.

Literales diferentes dentro de la misma fila indican diferencias estadísticas (P<0.05).

Los resultados de estas muestras nos indican un mejor desarrollo de las papilas en el T4 con papilas más largas y anchas en la parte ventral y dorsal del rumen en comparación a la muestra testigo (T1) quien muestra papilas prácticamente sin desarrollar (largo y ancho) en ambas partes de la muestra tanto dorsal y ventral, los tratamientos T2 (*S. cerevisiae*) y T3 (butirato de calcio) de igual manera muestran un mejor desarrollo en comparación a el testigo T1 pero menor a el T4.

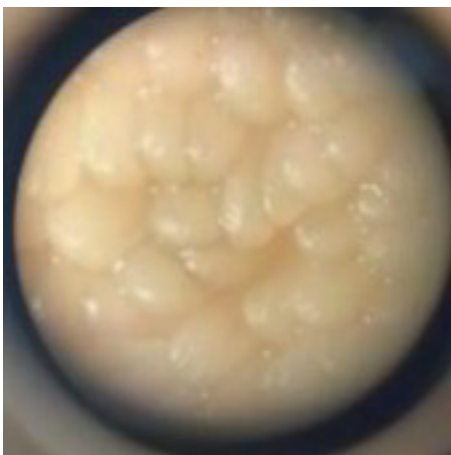


Ilustración 8.-Papilas ruminales vistas desde el microscopio del T1 Testigo.



Ilustración 9.-Papilas ruminales vistas desde el microscopio de T2=Levadura.



Ilustración 10.-Papilas ruminales vistas desde el microscopio de T3=Butirato de calcio.



Ilustración 11.-Papilas ruminales vistas desde el microscopio de T4=Levadura + butirato de calcio.

Cuadro 2. Ganancia de peso post-destete durante un pastoreo de 12 días.

Tratamientos	T1	T2	T3	T4	EEM	P-valor
Peso inicial, kg	14.43	12.23	13.27	14.43	0.58	
Peso vivo final, kg	15.17b	13.97b	15.13ab	16.67a	0.40	0.0123
Peso Vivo Acumulado, kg	0.73b	1.73b	1.87ab	2.23a	0.52	0.0346
GDPV, kg	0.05	0.11	0.12	0.14	0.03	0.278

T1= Testigo; T2= Levadura; T3= Butirato de calcio; T4= Levadura + Butirato de calcio.

Literales diferentes dentro de la misma fila indican diferencias estadísticas (P<0.05).

Los resultados que se obtuvieron son comparables con la tabla número uno debido a su similitud en los resultados de cada uno de los tratamientos, en este caso fueron observados y analizados en su respuesta al estrés del destete y su pérdida o ganancia de peso según sea el caso, todos los resultados son los promedios de las ganancias de peso.

Todos los cabritos fueron destetados al mismo tiempo y estuvieron la misma cantidad de tiempo en pastoreo en igualdad de condiciones, los resultados obtenidos durante este periodo de tiempo en los tratamientos, nos indican que la mejor respuesta a el pastoreo se dio en el T4 quienes mostraron una ganancia de peso considerable, seguido de T3, T2 quienes no sobresalen dentro de la ganancia de peso pero muestra buena adaptabilidad y con un resultado menor a los anteriores están los animales testigos de la investigación T1 que muestran una pérdida de peso al someterse al pastoreo.

5. DISCUSIÓN

En la presente investigación se logró observar que el desarrollo de las papilas ruminales evaluadas nos indica que suministrar butirato de calcio y *S. cerevisiae* en la lactancia no solamente mejora su desarrollo mientras es amamantado, de igual forma disminuye el impacto del peso al destete y durante el pastoreo se pudo observar mejores ganancias diarias de peso en los cabritos que se sometieron a los tratamientos además de que la pérdida de peso por el estrés al destete es mucho menor en los cabritos amamantados con los aditivos (T2,T3, y T4) que en el T1. Estos resultados son comparables a los reportados por Marrero (2006), en su investigación sobre la población microbiana ruminal, indicó que la levadura (*S. cerevisiae*) ejerce un efecto estimulador sobre las poblaciones microbianas ruminales. Concluyó, además, que los productos del metabolismo de la levadura son los responsables de una mayor estimulación de las poblaciones bacterianas celulolíticas.

Los aditivos proporcionados presentaron resultados favorables durante la dieta líquida y su inicio en el consumo de alimento sólido, por parte del T2, (*S. cerevisiae*) aporta una muy abundante cantidad de proteínas y aminoácidos lo que promueve que los microorganismos del rumen puedan iniciar procesos de fermentación y con

eso un desarrollo en gran medida de las papilas ruminales. El efecto que tiene *S. cerevisiae*, en la alimentación de los rumiantes ha sido reportado por Suárez y Machín (2017), donde ellos incluyeron de 5 a 15 gramos de levadura a la alimentación de terneras y llegaron a la conclusión que, se incrementó la producción de AGV's. Así mismo, puede de igual forma incrementar las ganancias de peso vivo, lo cual fue confirmado en nuestros resultados obtenidos en campo de la presente investigación.

En el T3, el butirato de calcio es un componente que ayuda a la formación de ácidos grasos volátiles, con ello el proceso de fermentación ruminal. La utilización de butirato calcio es ampliamente utilizada para mejorar el desarrollo del rumen, principalmente para estimular el crecimiento de las papilas. La longitud y el tamaño de las papilas del rumen se modifican, estas modificaciones dependen de las concentraciones de AGV's que el mismo rumen produzca, principalmente el ácido butírico. Los animales con una buena alimentación y producción de AGV's presentan papilas largas y robustas para promover la absorción de los nutrientes. Pokhrel y Jiang (2024) concluyen en su investigación que los ácidos grasos volátiles (AGV's), en especial el ácido butírico, son importantes estimuladores del desarrollo papilar, ya que aumentan la densidad de las papilas en el rumen.

El modo de acción del butirato en el aumento celular del intestino esta regularmente asociado a un aumento de los sustratos energéticos. Hasta el 90 % del butirato se absorbe directamente en el rumen, la mayor parte del butirato se metaboliza a cuerpos cetónicos por el epitelio ruminal, como resultado el butirato se considera una fuente importante de energía para las células epiteliales ruminales, lo que incrementa la eficiencia de absorción y digestibilidad de nutrientes (Górka *et al.* 2018).

Investigaciones recientes mencionan que el butirato estimula el consumo de alimento sólido en animales jóvenes, lo que ayuda a ascender el metabolismo de los ácidos grasos y aminoácidos en el epitelio ruminal para mejorar su desarrollo (Abdelsattar *et al.*, 2022). Estas investigaciones reafirman los resultados obtenidos por nuestra propia investigación, el butirato genera un crecimiento papilar precoz en comparación a los animales que en su dieta no recibieron ningún aditivo suplementario de los utilizados en este estudio.

Górka y colaboradores. (2018) afirman que la suplementación dietética con butirato en la dieta líquida se considera un medio para promover el desarrollo del tracto gastrointestinal de los terneros, por lo que recomiendan la adición de este compuesto para un uso práctico y un mejor desempeño productivo.

En consecuencia, el T4, al tener una combinación de ambos tratamientos utilizados tiene a su favor la cantidad de proteínas y aminoácidos proporcionados además de agregarle uno de los ácidos grasos más importantes que se forman dentro del rumen esto fue muy beneficioso a los cabritos que consumieron esta preparación y obtuvieron un mejor desarrollo respaldado por la investigación realizada.

Todos los tratamientos a los que se suministraron los cabritos presentaron resultados positivos durante el periodo de lactancia, esto observado en los pesos y su desarrollo ruminal en laboratorio teniendo el mismo manejo de todo el rebaño en todo momento, sus resultados se pueden considerar por el consumo de cada tratamiento y así su diferencia en las ganancias de peso.

El efecto de los tratamientos fue reflejado de igual forma en pastoreo donde los animales que obtuvieron mejores ganancias de peso fueron los cabritos que en su lactancia estuvieron suplementados, Castillo *et al.* (2013) confirma en su

investigación que los pesos de los cabritos post-destete se ven afectados por los niveles de suplementación suministrados a lo largo de su periodo de lactancia, siendo más pesados los cabritos que reciben dicha suplementación, resultados similares obtenidos en nuestra propia investigación. Chagra *et al.*, (2000) concluye que la suplementación durante la lactancia aumenta las ganancias de peso diarias cuando los cabritos son sometidos a una alimentación de dieta sólida, el mismo autor Chagra *et al.*, (2007) confirmo que hay una mayor ganancia en kilogramos de los cabritos que son suplementados con levaduras.



Ilustración 12.- Comparación de los 4 tratamientos y su efecto en el rumen T1=testigo, T2=levadura, T3=butirato, T4=levadura + butirato.

6. CONCLUSIONES

Se concluye que el uso de butirato de calcio (SAN-BUTICAL 80 ®) y *Saccharomyces cerevisiae* (Sinergis ®) favorece el desarrollo de papilas ruminales aumentando su tamaño durante el periodo de lactancia, permitiendo un mejor desempeño de los cabritos post-destete.

7. LITERATURA CITADA

- Abdelsattar**, M. M., Vargas-Bello-Pérez, E., Zhuang, Y., Fu, Y., y Zhang, N. (2022). Impact of dietary supplementation of β -hydroxybutyric acid on performance, nutrient digestibility, organ development and serum stress indicators in early-weaned goat kids. *Animal Nutrition*. 9:16–22. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2021.11.003>
- Álvarez-Romero**, J. y R. A. Medellín. (2005). *Capra hircus* (doméstica). Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto U020. México. D.F.
- Aréchiga**, C., Aguilera, J., Rincón, R., Méndez de Lara, S., Bañuelos, V., y Meza-Herrera, C. (2008). Situación actual y perspectivas de la producción caprina ante el reto de la globalización. *Agroecosistemas Tropicales y Subtropicales*, 9 (1),1-14.[fecha de Consulta 11 de mayo de 2025]. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93911227001>
- Castillo-Rodríguez**, Sonia; Rivera-Sandoval, Jorge; Gonzalez-Reyna, Arnoldo y Martinez-Gonzalez, Juan. Comportamiento predestete de cabritos cruzados en Guanajuato, México. *Rev.MVZ Cordoba* [online]. 2013, vol.18, suppl.1, pp.3607-3611.
- Castro** Flores, P y Elizondo Salazar, J.A. (2012). Efecto del consumo de dieta líquida y alimento balanceado sobre el crecimiento y desarrollo ruminal en terneras de lechería. *Agronomía Costarricense*. 36(2): 81-90.
- Casas** Mariela y Canto Francisco (2015). La importancia del calostro en el bovino. Crianza artificial de terneros. INIA. www.produccion-animal.com.ar

CMC. Consejo Mexicano de la Carne. (2023). Compendio estadístico 2023.
<https://comecarne.org/compendio-estadistico-2023>

Correa Alarcón, F. (2006.). Estudio del desarrollo de los estómagos de los rumiantes. Universidad de Granma Cuba. www.produccion-animal.com.ar

Demanet Flippi Rolando (2024). Anatomía del Sistema Digestivo de los Rumiantes. Facultad de ciencias Agropecuarias y Medio Ambiente, Universidad de la frontera, Argentina.

Delgado Fernández, R., Barreto Argilagos, G. y Rodríguez Torrens, H. (2019). Empleo de *Saccharomyces cerevisiae* como tecnología para incrementar la ganancia de peso de terneros. *Avances*, 21(1),117-128.[fecha de Consulta 12 de mayo de 2025]. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=637869112009>

García Hernández, Y., y García Curbelo, Y. (2015). Uso de aditivos en la alimentación animal: 50 años de experiencia en el Instituto de Ciencia Animal. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 49 (2),173-177. [fecha de Consulta 9 de mayo de 2025]. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193039698006>

González, S. y Gómez García, Y. (2014). Lactancia artificial, claves del éxito. SEOC. Recuperado de Sitio Argentino de Producción animal.

Górka, P., Kowalski, Z. M., Zabielski, R., y Guilloteau, P. (2018). Invited review: Use of butyrate to promote gastrointestinal tract development in calves. *J. Dairy Sci.* 101(6): 4785–4800. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14086>

Herrera, M. E. (2023). Cabras, razas sus características, tipos de infraestructura y tipos de crianza en Zacatecas. *Repositorio UAAAN*, 6-7.

- Illinois** State Veterinary Medical Association. (2021). Backyard goat nutrition. <https://www.isvma.org/wpcontent/uploads/2021/09/BackyardGoatNutrition.pdf>
- INEGI**. Anuario estadístico y geográfico de Coahuila de Zaragoza 2017. (2017). www.inegi.org.mx
- Iñiguez** Rojas, Luis. (2013). La producción de rumiantes menores en las zonas áridas de Latinoamérica. Embrapa.
- Joyce** Lazzarro. (2001.). Calostro; suplementación y suplementos del calostro. Saanendoah Dairy Goats. www.produccion-animal.com.ar
- Lopez**, A. I. (2016). Evaluacion de la canal de cabritos raza alpino frances alimentados parcialmente con suero de queseria y leche entera de cabra. UNAM-Dirección General de Bibliotecas, 8-9.
- Marrero**, Y., Galindo, J., Aldama, A. I., Moreira, O., y Cueto, M. (2006). Efecto in vitro de *Saccharomyces cerevisiae* en la población microbiana ruminal e indicadores fermentativos. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 40 (3), 329-337. [fecha de Consulta 10 de mayo de 2025]. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193017723012>
- McDonald**, R. E. (2002). Nutrición Animal 6a ed. En R. E. P McDonald, Nutrición Animal 6a ed (págs. 520-534). Acribia S.A.
- Mena**, J. M. (reimp, 2009). Ganado Caprino. En J. M. Mena, Ganado Caprino (págs. 21-29 p). Trillas.
- Miyasaka**, A. S. (reimp 2007). Nutrición Animal. En A. S. Miyasaka, Nutrición Animal (pág. 228). Trillas, S.a. de C.V.

- P., Chagra, D., Leguiza, V. Tomas.** (2000). Efecto de la suplementacion invernal postparto en cabras criollas biotipo regional sobre el crecimiento de los cabritos lechales - Effect of winter post-partus supplementation of regional criolla type goats on grow in suckling kids.. 10.13140/RG.2.2.19751.60322.
- P., Chagra, D., Leguiza, Vera, Tomas., Comerci, Mauro., Colomer, Jorge.** (2007). Suplementación post-parto en cabras criollas biotipo regional alimentadas en pastizal natural. incidencia en el crecimiento y consumo de leche de los cabritos. *Agronomía costarricense*.
- Pokhrel, B., y Jiang, H.** (2024). Postnatal Growth and Development of the Rumen: Integrating Physiological and Molecular Insights. In *Biology* (Vol. 13, Issue 4). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/biology13040269>
- Rebollar-Rebollar, Samuel, Hernández-Martínez, Juvencio, Rojo-Rubio, Rolando, y Guzmán-Soria, Eugenio.** (2012). Gastos e ingresos en la actividad caprina extensiva en México. *Agronomía Mesoamericana* , 23 (1), 159-165. Recuperado el 02 de junio de 2025, de http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-13212012000100017&lng=en&tling=es..
- Relling, A. E., y Mattioli, G. A.** (2003). Fisiología digestiva y metabólica de los ruminantes. Department of Animal Sciences..
- SIAP** (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). (2024). Indicadores de producción pecuaria: leche y carne caprina 2023. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. <https://www.gob.mx/siap>
- SIAP** (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). (2023). Dirección General de Información Agroalimentaria. Obtenido de <http://www.gob.mx/agricultura/gssiap>

Suárez-Machín, C., y Guevara-Rodríguez, C. A. (2017). Levadura *Saccharomyces cerevisiae* en la alimentación de rumiantes. Revisión bibliográfica. ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar, 51(2),21-30.[fecha de Consulta 14 de mayo de 2025]. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223154251004>

Teixeira, I. A. M. A., Härter, C. J., Castillo Vargas, J. A., & Souza, A. P. (2024). Review: update of nutritional requirements of goats for growth and pregnancy in hot environments. *Animal, 18*(S2), 101219. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2024.101219>

Vallejos P., D., Carcelén C., F., Jiménez A., R., Perales C., R., Santillán A., G., Ara G., M., Quevedo, W., & Carzola, F. (2015). Efecto de la Suplementación de Butirato de Sodio en la Dieta de Cuyes (*Cavia porcellus*) de Engorde sobre el Desarrollo de las Vellosidades Intestinales y Criptas de Lieberkühn. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, RIVEP, 26(3),395-403.[fecha de Consulta 11 de mayo de 2025]. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=371843271005>

Zhuang, Y., Liu, G., Jiang, C., Abdelsattar, M. M., Fu, Y., Li, Y., Zhang, N., & Chai, J. (2020.). Dietary β -hydroxybutyrate sodium alters rumen microbiome and nutrient metabolism in the rumen epithelium of young goats. In Journal of Integrative Agriculture (Vol. 1).