

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



**Efecto de un precursor gluconeogénico sobre la tasa ovulatoria y tamaño del
cuerpo lúteo en ovejas Dorper**

Por:

Juan José Analco Jijón

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Torreón, Coahuila, México
Mayo 2026

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS

**Efecto de un precursor gluconeogénico sobre la tasa ovulatoria y tamaño del
cuerpo lúteo en ovejas Dorper**

Por:

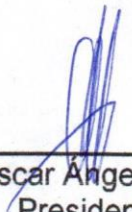
Juan José Analco Jijón

TESIS

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

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

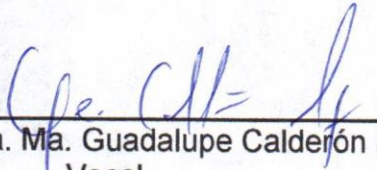
Aprobada por:



Dr. Oscar Ángel García
Presidente



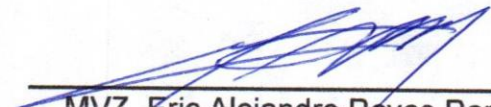
Dr. Fernando Arellano Rodríguez
Vocal



Dra. Ma. Guadalupe Calderón Leyva
Vocal



Dr. Edgar Díaz Rojas
Vocal Suplente



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

Torreón, Coahuila, México
Mayo 2026



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS

**Efecto de un precursor gluconeogénico sobre la tasa ovulatoria y tamaño del
cuerpo lúteo en ovejas Dorper**

Por:

Juan José Analco Jijón

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

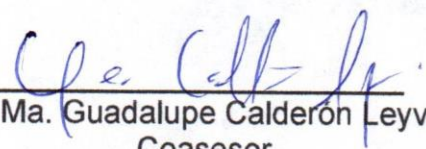
Aprobada por el Comité de Asesoría:



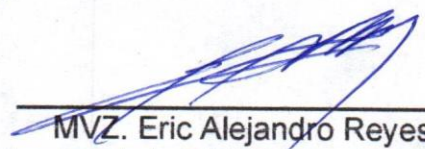
Dr. Oscar Ángel García
Asesor Principal



Dr. Fernando Arellano Rodríguez
Coasesor



Dra. Ma. Guadalupe Calderón Leyva
Coasesor



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

Torreón, Coahuila, México
Mayo 2026



AGRADECIMIENTOS

A dios por darme salud y fortaleza a lo largo de mi vida, por acompañarme encada uno de los proyectos que he emprendido y permitirme alcanzar esta meta.

A el Dr. Oscar Ángel García, mi asesor de tesis por la oportunidad de permitirme trabajar en este proyecto, así como por su orientación, apoyo y las facilidades brindadas para concluir satisfactoriamente este trabajo.

A mis compañeros de licenciatura por su amistad, apoyo y colaboración durante esta etapa académica.

A mi familia por su cariño, consejos y valores inculcados, por el esfuerzo y trabajo diario que realizan para salir adelante, y por brindarme su apoyo incondicional en cada una de mis decisiones.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	i
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	ii
INDICE DE CUADROS Y FIGURAS.....	iii
RESUMEN.....	iv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1 Situación de la ovinocultura	3
2.2 Principales sistemas de producción que predominan en México	5
2.3 Tendencia de la ovinocultura respecto al consumo de carne	6
2.4 Alimentación en ovinos.....	7
2.4.1 Interacción nutrición-reproducción	9
2.4.2 Suplementación en ovinos	10
2.5 Uso de precursores de energía en pequeños rumiantes	13
2.6 Propionato de sodio.....	15
2.7 Glicerol.....	16
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
3.1 Localización del área de estudio y manejo de los animales	19
3.2 Tratamiento de los animales	20
3.3 Variables evaluadas	21
3.3.1 Peso y condición corporal	21
3.3.3 Porcentaje de ovulación.....	21
3.4.1 Análisis estadístico	21
IV. RESULTADOS	23
V. DISCUSIÓN.	24
VI. CONCLUSIÓN.....	26
VII. LITERATURA CITADA	27

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro 1 Respuesta reproductiva de ovejas Dorper complementadas con 100 mL de Lipofeed® (Tratado) durante los primeros 4 días al inicio del y ovejas sin complementar (Control) durante la época reproductiva (Abril y Mayo).	23
--	----

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar el uso de un precursor gluconeogénico sobre la tasa ovulatoria y tamaño del cuerpo lúteo en ovejas Dorper. Se utilizaron 16 hembras ovinas de la raza Dorper (de 2 a 4 años de edad), con pesos vivos homogéneos (PV; 46.4 ± 2.2 kg) y una condición corporal (CC; 3 ± 0.1 unidades). Las ovejas fueron asignadas aleatoriamente a dos grupos: grupo 1 (Tratado; n=8) recibió 100 mL de un precursor energético (Lipofeed®) que contiene propionato de sodio y 4% g/kg de propilenglicol (127.3 y 101.8 (MCal/Kg de EM y EN), por otro lado el grupo 2 (Control; n=8) no recibió suplementación. El porcentaje de hembras en celo promedio (36%; $P > 0.05$) no mostró diferencia para ambos grupos. El PV promedio (49.0 ± 0.5) y en el ICC ($2.8.0 \pm 0.1$) los dos grupos mostraron resultados similares ($P > 0.05$). La proporción total de hembras en estro (79%; $P > 0.05$), el número de CL (1.6 ± 0.2 ; $P > 0.05$) no mostraron diferencia para ambos grupos. Los resultados demuestran que el tratamiento con un precursor gluconeogenico no tuvo efecto sobre la tasa ovulatoria, el peso vivo, condición corporal ni el tamaño del cuerpo lúteo. En conclusión, la suplementación con precursor de energía no mejoró la respuesta reproductiva en ovejas durante la época reproductiva.

Palabras clave: Propionato de sodio, Peso vivo, Ovejas

I. INTRODUCCIÓN

En los sistemas de producción ovina, la eficiencia reproductiva representa un factor clave que determina la rentabilidad y sostenibilidad de las explotaciones pecuarias. Entre los parámetros reproductivos de mayor importancia destaca la tasa ovulatoria, debido a su relación directa con la prolificidad y el número de corderos nacidos por hembra.

Múltiples investigaciones han demostrado que el estado nutricional de las ovejas tiene un impacto significativamente sobre la actividad ovárica, especialmente durante la etapa previa al empadre, cuando el aporte energético puede modificar la secreción hormonal y la función reproductiva (González et al., 2018).

En los rumiantes, la glucosa cumple una función esencial en los procesos reproductivos, ya que participa en la regulación metabólica y endocrina asociada con el desarrollo folicular y la ovulación. Debido a que las ovejas dependen principalmente de la gluconeogénesis hepática para cubrir sus requerimientos energéticos, el uso de precursores gluconeogénicos ha sido considerado una estrategia nutricional capaz de mejorar la disponibilidad de energía y favorecer la respuesta reproductiva (Hernández y Rodríguez, 2016).

Los precursores gluconeogénicos, como el propilenglicol y el glicerol, incrementan la producción de glucosa y propionato, promoviendo cambios metabólicos que estimulan la liberación de insulina y factores relacionados con la actividad ovárica. Estas modificaciones pueden incrementar la tasa ovulatoria y mejorar la eficiencia

reproductiva de las ovejas, particularmente en programas de sincronización y manejo reproductivo intensivo (Martínez et al., 2019).

Así mismo, la suplementación energética estratégica antes de la monta, conocida como “flushing”, ha sido ampliamente utilizada para aumentar la ovulación mediante mejoras en el balance energético de las hembras. En este contexto, los precursores gluconeogénicos representan una alternativa nutricional de interés debido a su rápida disponibilidad metabólica y su posible efecto positivo sobre la dinámica folicular y la fertilidad (Pérez et al., 2017).

Por lo tanto el estudio del uso de precursores gluconeogénicos sobre la tasa ovulatoria en ovejas resulta relevante para el desarrollo de estrategias nutricionales orientadas a incrementar la productividad y optimizar los sistemas de producción ovina.

En este sentido, nosotros nos planteamos la siguiente hipótesis, el uso del precursor gluconeogénico (Lipofeed®) mejorará la tasa ovulatoria y tamaño del cuerpo lúteo en ovejas Dorper. Debido a lo antes expuesto, el propósito del presente trabajo fue analizar el efecto de un precursor gluconeogénico sobre la tasa ovulatoria y tamaño del cuerpo lúteo en ovejas Dorper.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Panorama actual del sector ovino

La explotación ovina en el país se desarrolla principalmente bajo sistemas tradicionales de pastoreo, caracterizados por un bajo nivel tecnológico y reducida productividad. Esta actividad presenta diferencias según la región del país. En el norte predomina la producción de ovinos de lana y razas de carne destinadas a carne mediante sistemas más tecnificados. En la región centro, la producción se desarrolla a base de ganado f1, principalmente de razas enfocadas a la producción de carne, y se lleva a cabo en zonas marginadas, utilizando pastizales y terrenos de cultivo con residuos de cosecha. Por su parte en el sur y sureste predominan las condiciones tropicales, donde sobresalen razas de pelo como Pelibuey y Black Belly; sin embargo, en años recientes se han incorporado razas especializadas para carne como Dorper y Katahdin (Hernández, 2017).

Según el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, se calcula que, a nivel mundial en 2014, se tenía un inventario de aproximadamente 1209 millones de ovinos, distribuidos en los 5 continentes (SIAP, 2023).

En México la ovinocultura es una opción económica para combatir la pobreza y escases de recursos en el medio rural, debido a los ingresos que genera y al número de productores que participan en esta actividad. El inventario nacional asciende a 8.7 millones de ovinos distribuidos en aproximadamente en 50,000 unidades de producción de las cuales el 34 % de los productores dependen directamente de esta especie para su sustento. En el país, los sistemas tradicionales de pastoreo son los

principales proveedores de ovinos destinados a consumo local caracterizándose por presentar diversos niveles tecnológicos, capacidades productivas y formas de aprovechamientos de recursos (Díaz *et al.*, 2018).

En México la mayor producción ovina se concentra principalmente en la región centro del país, donde se considera una actividad de gran importancia para las unidades de producción familiar y para pequeños productores pecuarios. Esto se debe a que los ovinos son animales de fácil manejo, requieren una menor inversión en comparación a otras especies pecuarias y poseen una alta capacidad para adaptarse a diferentes condiciones ambientales y sistemas de alimentación. Además, destacan por su habilidad para aprovechar forrajes de baja calidad, residuos agrícolas y recursos disponibles en agostaderos, lo que los convierte en una alternativa viable para las zonas rurales y marginadas. La ovinocultura también ha sido promovida por diferentes programas gubernamentales, considerando que es una base importante de sustento económico y laboral para los hogares del medio rural contribuyendo al fortalecimiento de la economía local y al aprovechamiento de la mano de obra familiar. En muchas comunidades, esta actividad se desarrolla como un sistema de producción de traspatio o semi extensivo, en el que los animales son alimentados principalmente mediante pastoreo y complementados con residuos de cosecha o suplementos alimenticios de bajo costo (Calderón *et al.*, 2022).

La ovinocultura en gran parte del país está distribuida de forma dispersa y suele manejarse mediante métodos tradicionales. La gran mayoría de ovinos se crían y producen generalmente en pastoreo ya que este es el modelo de uso aplicado a lo

largo del tiempo en diversas regiones, orientado principalmente a reducir considerablemente los costos de producción (Núñez *et al.*, 2007).

Las principales entidades productoras de ovinos están ubicadas en la zona central del país como son: Estado de México, Hidalgo, Veracruz, San Luis potosí y Puebla y en la mayoría de estas entidades encontramos que el sistema que mas se utiliza es el extensivo, debido a la mayor presencia de zonas rurales y áreas para pastoreo. Ya que en este sistema de producción el objetivo que se pretende es ahorrar y incrementar el capital de la unidad productiva (Vásquez *et al.*, 2018).

La ovinocultura en México se realiza principalmente bajo un sistema extensivo, también conocido como sistema de producción tradicional, el cual se caracteriza por el manejo de los animales en condiciones de libre pastoreo. En este tipo de sistemas, la alimentación de los ovinos depende en gran medida del aprovechamiento de recursos naturales disponibles, como en el pastoreo a lo largo de caminos rurales, así como en áreas de vegetación natural. Por otra parte, aunque en menor proporción, también se han implementado sistemas de alimentación mixtos, los cuales combinan el pastoreo con el suministro de forrajes cultivados. Este tipo de manejo permite complementar la dieta del ganado y mejorar en cierta medida, su nutrición y desempeño productivo (Bobadilla *et al.*, 2021).

2.2 Principales sistemas de producción que predominan en México

En México, los sistemas pastoriles tradicionales constituyen la principal fuente de abastecimiento de carne ovina para los mercados locales, y estos se caracterizan por

presentar distintos niveles de tecnificación, capacidad productiva y más formas de aprovechar los recursos. Dentro de estos sistemas, la producción de ovinos se considera una alternativa económicamente rentable, debido al buen precio de venta del cordero y a la elevada demanda existente en el mercado nacional, la cual no siempre se cubre con la producción interna, por lo que es complementada mediante importaciones (Díaz, 2018).

El ovino es un pequeño rumiante que, a lo largo de los años, ha contribuido significativamente al productor agropecuario ya que constituye una fuente relevante de alimento y sustento financiero (Rodríguez, 2023). La producción pecuaria de traspatio es una actividad bastante común que trata de la crianza y cuidado de animales, todo esto realizado en pequeños espacios de terrenos cerca de las viviendas denominados comúnmente como solares que se encuentran por lo regular en la parte trasera de las viviendas (Bobadilla *et al.*, 2022).

2.3 Tendencia de la ovinocultura respecto al consumo de carne

El consumo de carne de oveja en México es del 1% del total de la ingesta cárnica nacional, la medida por persona ronda el medio kilogramo anual. En el país la mayor parte del bien se destina a la elaboración de “barbacoa”, un platillo tradicional del consumo ocasional. Entre 2017 y 2021 la trayectoria del consumo fue decreciente, pero en 2022 se registró un cambio de tendencia a incrementar el 2.6%. En el referido periodo el volumen de producción en cada año ha remontado el del previo, ponderando

una tasa de incremento anual promedio de 1.8% y determinando una caída del 27.2% en las importaciones (Come carné 2023).

El incremento continuo en la demanda de alimentos de origen animal representa un gran desafío y al mismo tiempo impulsa el desarrollo de nuevos ingredientes y aditivos orientados a aumentar la disponibilidad de alimentos dentro de la industria pecuaria para abastecer la sociedad (Rodríguez, 2023).

2.4 Alimentación en ovinos

Los ovinos son una especie de herbívoro rumiante que se caracteriza por su forma de alimentarse la cual se basa solo en consumo de pastos y arbustos nativos de la zona, por el contrario de sus parientes las cabras estos no realizan la actividad conocida como ramoneo, las ovejas son mejor conocidas por pasar en grupo la mayor parte del día alimentándose.

Los rumiantes son animales que se distinguen por su habilidad para consumir y aprovechar pastos y forrajes, ya que debido a la fisiología de su sistema digestivo estos animales tienen la capacidad de degradar carbohidratos estructurales, los cuales son poco digestibles para las especies no rumiantes. A partir de esta característica fundamental la fisiología digestiva de los rumiantes presenta particularidades específicas, ya que la descomposición del alimento ocurre mediante procesos de fermentación, más que por la acción de enzimas digestivas. Dichos procesos fermentativos son llevados a cabo por diversos microorganismos que habitan en los compartimentos estomacales de los rumiantes (Gutiérrez, 2015).

En la alimentación de los ovinos la calidad del alimento no solo tiene efecto sobre el aumento de peso, sino que también cambia el consumo de materia seca y el comportamiento de los animales en la pastoreo, debido a que cuando se encuentran consumiendo un forraje de mejor calidad se encuentra eficiencia en la alimentación, principalmente el tiempo de pastoreo y descanso a diferencia de cuando tenemos una pradera con pastos pobres y de mala calidad (Cabrera, 2007).

En la nutrición animal, por lo general siempre se consideran cuatro aspectos fundamentales al formular una dieta, los cuales nos ayudaran a realizar de manera correcta una ración, al conocerlos podremos saber cuáles son sus requerimientos, cual es el contenido nutricional de cada ingrediente y cuál es la cantidad que consume un animal en base a su peso (Mejía, 2002).

Hablando sobre el tema del manejo nutricional en ovinos, en diversos estudios que se han realizado se ha observado que la acción de las señales metabólicas promueve el desarrollo de los folículos ováricos, lo cual como resultado aumenta la tasa ovulatoria y la tasa de concepción, siendo esta una buena alternativa para eficientar hacer rentable la producción de ovinos en el país (Hernández, 2024).

El desempeño reproductivo de los animales puede mejorarse mediante el uso de aditivos en la alimentación o a través de diferentes estrategias nutricionales. Se ha señalado que la tasa máxima de crecimiento animal esta determinada por su potencial genético, factores fisiológicos y nutricionales. Desde el punto de vista nutricional, la energía es un componente clave para los rumiantes, ya que esta suele ser el principal

criterio al momento de elegir un ingrediente debido a que la energía es la principal base de todos los procesos fisiológicos (Bugarin *et al.*, 2021).

2.4.1 Interacción nutrición-reproducción

La alimentación es de los puntos más importantes que tienen efecto sobre la actividad reproductiva debido a que casi todos los procesos reproductivos son desencadenados por señales emitidas por procesos metabólicos en base a esto se ha propuesto que ciertos factores nutricionales participan en la regulación de procesos reproductivos entre ellos el inicio de ciclos estrales, el desarrollo folicular, la calidad del ovocito y el temprano desarrollo embrionario, es por eso que existen diversas investigaciones que han demostrado la importancia de la alimentación en la reproducción (Meza *et al.*, 2006).

La deficiencia de energía o la mala alimentación en los mamíferos domésticos puede afectar la producción y liberación de hormonas, las cuales son encargadas de regular todos los eventos que se dan en la reproducción, es por eso que la energía es muy importante y cuando encontramos problemas debido a la restricción de energía en la dieta, podemos tener como consecuencia retraso en el inicio de la pubertad, alteraciones en los ciclos estrales de las hembras sexualmente activas, prolongación de días abiertos y prolongar el anestro en animales con ciclo reproductivo estacional, todo esto a consecuencia del déficit de energía en la alimentación (Rosales *et al.*, 2006).

2.4.2 Suplementación en ovinos

La producción de ovinos en nuestro país se sustenta principalmente en el uso del campo natural, durante los últimos años distintos factores han generado importantes desafíos para el sector impulsando la necesidad de intensificar los sistemas productivos y aumentar la productividad, especialmente en áreas o regiones menos favorables. En este contexto productivo, se empezó a trabajar en alternativas de suplementación sobre campo natural poniendo especial atención en las dos etapas más críticas para la producción de pasturas naturales (Piaggio, 2014).

La nutrición desempeña un papel fundamental dentro del conjunto de factores que tienen efecto sobre la regulación del calendario reproductivo anual de las hembras. Un adecuado estado nutricional permite mantener un equilibrio fisiológico y hormonal que favorece el correcto funcionamiento de la actividad reproductiva. En este sentido la condición corporal de las hembras se relaciona directamente con su desempeño reproductivo, ya que aquellas que presentan una mejor reserva energética y un estado corporal más favorable tienden a manifestar una mayor cantidad de ciclos estrales, por el contrario las hembras con una condición corporal deficiente suelen presentar alteraciones en su actividad reproductiva, como ciclos menos frecuentes o irregulares debido a que el organismo prioriza las funciones vitales antes que la reproducción cuando los recursos nutricionales son limitados. De esta manera, una correcta alimentación y un buen manejo nutricional resultan esenciales para optimizar la eficiencia reproductiva y mejorar los índices productivos del sistema. (De Santiago 2009).

La suplementación energético-proteica constituye una herramienta importante para complementar la nutrición animal y obtener así mejores índices productivos. Atraves del aporte adicional de energía y proteína es posible cubrir las necesidades nutricionales de los animales en las etapas de mayor demanda fisiológica, como el crecimiento, la gestación, la lactancia o la reproducción. Además, este tipo de suplementación contribuye a mejorar el estado corporal, así como eficientar los recursos forrajeros y aumentar la eficiencia productiva del sistema (Martínez, 2022).

El empleo de suplementos alimenticios en la producción ganadera ha contribuido a mejorar la eficiencia en el aprovechamiento de los nutrientes por parte de los animales, con el objetivo de cubrir adecuadamente sus requerimientos nutricionales y aumentar la producción de alimentos destinados al consumo humano. Estos aditivos contribuyen a optimizar los procesos digestivos, favorecer el aprovechamiento del alimento y mejorar el rendimiento productivo de sistemas ganaderos.

En el caso de los rumiantes, existen diversas alternativas de potenciadores alimenticios que se utilizan para alcanzar estos fines, entre ellas se incluyen suplementos, promotores de crecimiento, enzimas, probióticos etc. De esta manera el uso de herramientas nutricionales se ha vuelto un punto importante para lograr sistemas pecuarios más eficientes, sostenibles y competitivos (Valverde *et al.*, 2023).

Las hembras con anovulación estacional y escasas de reservas de energía corporal suelen presentar una respuesta de celo reducida frente al estímulo del macho, lo que afecta negativamente su desempeño reproductivo. Debido a ello la suplementación alimenticia se considera una herramienta eficaz para ayudar en la actividad

reproductiva en los sistemas de producción ovina. En este caso, el uso de estrategias de alimentación suplementaria basadas en aporte adicional de proteína o energía mejor conocida como “flushing” durante el periodo cercano al empadre puede generar efectos positivos sobre la reproducción ya que este manejo favorece una mejor condición corporal y estimula la actividad ovárica incrementando la manifestación de celo y mejorando las probabilidades de concepción. Por esta razón el “flushing” se ha vuelto una actividad muy comúnmente utilizada en los sistemas ovinos generalmente en aquellos donde las limitaciones nutricionales condicionan el desempeño reproductivo de las hembras (De Santiago, 2011).

Existen diferentes estrategias para incrementar la tasa mellicera en los sistemas de producción pecuaria, una de ellas corresponde al enfoque genético, considerado de gran impacto ya que permite incorporar biotipos con mayor prolificidad o introducir genes asociados con una mayor capacidad reproductiva. Esta alternativa busca mejorar de manera permanente el potencial reproductivo de los animales mediante la selección y el mejoramiento genético.

Por otro lado, también se encuentra el enfoque nutricional basado en el cuidado adecuado de la alimentación para incrementar la prolificidad sin necesidad de modificar fenotípicamente y genotípicamente los animales, a través de una nutrición estratégica es posible estimular la actividad reproductiva y mejorar la eficiencia de los procesos fisiológicos relacionados con la ovulación y la concepción. En este sentido, la tasa ovulatoria puede incrementarse mediante cambios en la alimentación durante un periodo previo al servicio, esta práctica mejor conocida como flushing consiste en suministrar una alimentación de mayor valor energético durante varias semanas antes

del empadre, con el objetivo de mejorar la condición corporal de las hembras y estimular una mayor liberación de óvulos aumentando así las probabilidades de gestaciones múltiples y mejorando los índices reproductivos del hato (Banchero y Quintans, 2008).

2.5 Uso de precursores de energía en pequeños rumiantes

La producción animal enfrenta el desafío de generar suficientes alimentos para cubrir la creciente demanda de la población. Para lograrlo se busca acelerar los procesos de engorda mediante dietas que cumplan con lo requerido por los animales de acuerdo a su etapa, por esta razón se utilizan dietas con alto contenido de granos ya que aportan energía en forma de almidón. En el rumen este compuesto es fermentado por bacterias amilolíticas y transformado en ácidos grasos volátiles principalmente ácido propiónico. Sin embargo, debido a las variaciones en el precio de los granos han impulsado la búsqueda de alternativas que permitan reducir su inclusión en la alimentación entre estas opciones se encuentran los aditivos gluconeogénicos como el glicerol, el propilenglicol y los propionatos. Estos compuestos se convierten en ácido propiónico y son absorbidos, posteriormente transportados al hígado para transformarse en glucosa aportando hasta el 70% de la energía requerida para el metabolismo celular (Acho, 2019).

Los suplementos energizantes disponibles en el mercado, planteados como alternativas a los precursores de energía tradicionales, constituyen opciones que destacan por su efecto positivo en el incremento de la producción, el bienestar animal

y la sostenibilidad ambiental, deben ser evaluadas cuidadosamente antes de considerar su aplicación comercial en la industria pecuaria. (Valverde *et al.*, 2023).

El glicerol, el propilenglicol y la melaza son compuestos comúnmente empleados como aditivos energéticos en la alimentación de rumiantes. En especial el glicerol y el propilenglicol destacan por sus propiedades glucogénicas y anticetogénicas. Por otra parte, el propionato representa uno de los principales sustratos utilizados en la gluconeogénesis de los rumiantes, ya que pueden aportar entre el 32 y el 73% de los requerimientos de glucosa. No obstante, diversos estudios han señalado que su uso puede provocar una reducción en la ingesta diaria de alimento (Lee, 2011).

La complementación con PCa en la producción animal está determinada por características y el estado fisiológico de los animales. Debido a su potencial gluconeogenico el PCa contribuye a mitigar los efectos asociados al balance energético negativo y la cetosis que se presentan en el periparto periodo en el cual los requerimientos para la síntesis de la leche no son cubiertos completamente por la dieta. Así mismo su utilización se ha relacionado con mejoras en la conversión alimenticia y con el adecuado desarrollo de los órganos internos y el tracto gastrointestinal. Diversos autores señalan que el PCa puede sustituir parcialmente la energía proporcionada por los granos en dietas destinadas a corderos de engorda. En rumiantes, el PCa puede hidrolizarse en el rumen en AP, posteriormente este es absorbido a través del epitelio ruminal y actúa como precursor principal para la síntesis hepática de glucosa pudiendo aportar hasta el 95% de este carbohidrato (Santiago *et al.*, 2022).

La adición de Lipofeed® en la ración aumenta la disponibilidad de estos sustratos, debido a que este producto se elabora a base de propionato. Este aspecto resulta relevante ya que el propionato constituye el sustrato de mayor aprovechamiento (25-50%), gracias a su elevada capacidad para ser metabolizado y convertido en glucosa (De la Guardia, 2018).

2.6 Propionato de sodio

El propionato funciona como un estimulante de la secreción de insulina, hormona que participa en la regulación de la saciedad. En rumiantes aproximadamente el 25% de la glucosa se deriva del almidón mientras que la gluconeogénesis representa la principal vía metabólica para la producción de este carbohidrato. No obstante, aproximadamente el 70% de la glucosa producida en el hígado se origina a partir del propionato de calcio. En la actualidad el PCa se emplea ampliamente en la industria pecuaria (CFNP, 2002).

El ácido propiónico se produce de manera natural en el organismo de los animales como parte de diversos procesos metabólicos. De igual forma el propionato puede encontrarse en cantidades significativas en la dieta ya que se genera de forma natural a partir de distintos componentes alimenticios. Así mismo este compuesto también se origina durante el metabolismo de los ácidos grasos de cadena impar lo que contribuye a su presencia en diferentes rutas metabólicas dentro del organismo (Gerhartz, 1985).

El propionato de sodio se ha planteado como una opción nutricional para rumiantes debido a su papel como precursor de glucosa, ya que el propionato constituye la

principal fuente para la síntesis de glucosa en estos animales. Su incorporación en la dieta puede ayudar a mantener el aporte de energía metabólica en sistemas donde se disminuye el uso de granos, permitiendo sostener el desempeño productivo sin depender exclusivamente de ingredientes que sean ricos en almidón. En este contexto, la formación de glucosa a partir del propionato representa un proceso fundamental del metabolismo energético de rumiantes, lo que refuerza su utilización como una alternativa parcial al empleo de granos en la alimentación (Bergman, 1990).

2.7 Glicerol

El glicerol es considerado un importante precursor de energía en la alimentación animal, especialmente en rumiantes debido a sus propiedades gluconeogénicas y a su capacidad para incrementar la disponibilidad energética del organismo. Este compuesto es obtenido secundariamente en la producción de biodisel, lo que ha incrementado el interés por su utilización como ingrediente alternativo en dietas para animales en producción. Diversos estudios han señalado que el glicerol puede sustituir parcialmente fuentes energéticas convencionales como el maíz, gracias a su elevado valor genético y eficiencia metabólica (Silva et al., 2014).

En los rumiantes el glicerol se fermenta en el rumen de una manera muy rápida y produce principalmente ácido propiónico y ácido butírico. El propionato generado es utilizado posteriormente en el hígado para la síntesis de glucosa mediante el proceso de gluconeogénesis, contribuyendo al balance energético del animal. Además, parte del glicerol puede absorberse directamente a través de la pared ruminal y

transformarse en glucosa, favoreciendo el metabolismo energético y disminuyendo problemas relacionados con las deficiencias de energía (Cabrera, 2019).

HIPÓTESIS

El uso de un precursor gluconeogénico mejorará la tasa ovulatoria y tamaño del cuerpo lúteo en ovejas Dorper.

OBJETIVO

Evaluar el efecto de un precursor gluconeogénico sobre la tasa ovulatoria y tamaño del cuerpo lúteo en ovejas Dorper.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

General

Todos los procedimientos y el manejo de las unidades experimentales empleados en este estudio se realizaron en estricto cumplimiento de las normas internacionales sobre el uso ético, el cuidado y el bienestar de los animales en investigación (FASS, 2010) y nivel nacional (NAM, 2002).

3.1 Localización del área de estudio y manejo de los animales

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la posta ovino-caprina de la UAAAN, UL. El lugar de estudio se localiza a una altitud 1120 msnm, con una precipitación anual de 230 mm promedio y con temperatura máxima de 41 °C en mayo y junio, y mínima de -1 °C en diciembre y enero (CONAGUA, 2023). La investigación se desarrolló durante los meses de abril y mayo del año 2024, periodo correspondiente a la temporada reproductiva de las ovejas.

En el periodo que duro el experimento, las ovejas recibieron alimentación dos veces al día en horarios de (8:00 AM y 18:00 PM) con pacas de alfalfa henificada que contienen un (22% PC) y 1.5 Mcal de energía metabolizable (EM)/ kg de materia seca (MS) con el objetivo de cubrir sus requerimientos nutricionales según lo establecido por la (NRC, 2007). Las hembras fueron alojadas en corrales de 9 x 5 m, equipados con áreas de sobra, bebederos automáticos y manejadas bajo un sistema de producción intensivo.

3.2 Verificación del estatus de anestro y aplicación del tratamiento

Todas las ovejas fueron sometidas a una revisión ecográfica por vía transrectal practicada por un técnico con experiencia, utilizando un ultrasonido Chison ECO2, Chison de México en tiempo real con un transductor lineal de 2.5 a 11.0 MHz. Durante la exploración, las hembras se encontraban en una trampa de metal especial para el manejo adecuado. Al transductor se le colocó una capa de gel hipoalergénico como medio de resolución. Una vez identificados con claridad los cuernos uterinos, el transductor se giró 90° en sentido horario y 180° en sentido antihorario sobre el tracto reproductivo hasta localizar ambos ovarios de manera precisa para evaluar su estado funcional. Las hembras que presentaron cuerpo lúteo fueron excluidas del estudio, considerando solamente a los animales que se encontraban únicamente en fase folicular.

3.2 Tratamiento de los animales

Se utilizaron 16 hembras ovinas Dorper (de entre 2 y 4 años de edad), similares en cuanto a peso vivo (PV; PV; 46.4 ± 2.2 kg) y condición física (CC; 3 ± 0.1 unidades) según escala de Russel et al; (1993).

Las ovejas fueron asignadas aleatoriamente y separadas en 2 grupos: el grupo 1 (Tratado; n=8) fue suplementado con 100 ML de (Lipofeed®) un precursor de energía que contenía propionato de sodio 11.2%. y 1-2 propilenglicol 4%, mientras el grupo 2 (Control; n=8) no recibió ninguna complementación. El tratamiento se administró vía oral durante los primeros 4 días previos al empadre.

3.3 Variables evaluadas

3.3.1 Peso y condición corporal

El peso vivo (PV) y la condición corporal (CC) se registraron al inicio del experimento y posteriormente cada 7 días durante el periodo experimental. La CC se evaluó utilizando una escala de 1 al 5, donde 1 corresponde a animales muy delgados y 5 a animales muy obesos (Walken-Brown *et al*; 1993). Para la medición del PV se empleó una báscula digital (Torrey®, Modelo EQM 400-800) con capacidad de hasta 400 kg.

3.3.2 Cantidad de cuerpos lúteos

La tasa ovulatoria se estableció mediante el conteo de los cuerpos lúteos presentes en las superficies de ambos ovarios realizado al día 13 posterior a la monta directa del macho, utilizando ecografía transrectal (Chison, Eco3). Además, se midió (cm) el diámetro de cada cuerpo lúteo, el cual consistió en medir el alto y el ancho de CL al igual que el ovario.

3.3.3 Porcentaje de ovulación

El porcentaje de ovulación se calculó a partir del número de hembras que presentaron al menos un cuerpo lúteo, en relación con el total de hembras que conformaban cada grupo.

3.4.1 Análisis estadístico

Los datos se analizaron mediante un análisis de varianza (ANOVA) utilizando el procedimiento del Modelo Lineal General. Las medidas de los parámetros de peso

vivo, condición corporal, número y tamaño de cuerpos lúteos fueron comparadas mediante una prueba de T. por otra parte el porcentaje de ovulación se evaluó mediante una prueba de Chi-cuadrada. Todos los análisis se realizaron con el paquete estadístico SAS (SAS Institute Inc. Cary. NC. USA, V9.1). Las diferencias se consideraron significativas cuando el valor de P fue ≤ 0.05 .

IV. RESULTADOS

Los resultados referentes a la tasa ovulatoria se presentan en el cuadro 1. Donde no se observaron diferencias entre ambos grupos (1.6 ± 0.2 ; $P > 0.05$). El tamaño del cuerpo lúteo fue similar en ambos grupos (5.3 ± 0.1), no mostrando diferencia estadística ($P > 0.05$).

Por otro lado, el porcentaje de ovulación fue del 95% para ambos grupos sin evidenciarse diferencias estadísticas entre ellos ($P > 0.05$).

Cuadro 1 Respuesta reproductiva de ovejas Dorper suplementadas con 100 mL de propionato de sodio (grupo Tratado) durante los primeros 4 días al inicio del y ovejas sin suplementar (grupo Control) durante la época reproductiva (Abril y Mayo).

Variables	Tratado (n=8)	Control (n=8)
Peso vivo (Kg)	48.7	49.3
Condición corporal (1-5, unidades)	3.0	2.7
Hembras en celo (%)	87(7/8) ^a	71(5/7) ^a
Ovulación (%)	87(7/8) ^a	71(5/7) ^a
Tasa ovulatoria (%)	1.6 ± 0.2^a	1.6 ± 0.2^a
Tamaño del cuerpo lúteo (mm)	5.2 ± 0.2^a	5.4 ± 0.4^a

^{ab}Superíndices desiguales entre columnas indican diferencia estadística significativa ($P \leq 0.05$).

La respuesta reproductiva de las hembras se presenta en el cuadro 1. El porcentaje de hembras en estro fue de (87%) en el grupo tratado, el cual fue mayor en comparación con el grupo control (71%) sin observarse diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$).

V. DISCUSIÓN.

Los resultados que se obtuvieron en este estudio evidenciaron que la suplementación con un precursor gluconeogenico (Lipofeed®) administrado a ovejas previo al empadre no generó cambios significativos en la tasa ovulatoria ni en el tamaño de los cuerpos lúteos. Asimismo, los resultados que se obtuvieron en este trabajo concuerdan con los reportados por Ruiz et al; (2014), quienes evaluaron un precursor energético en ovejas Pelibuey con la finalidad de mejorar los parámetros reproductivos. Sin embargo, los autores no observaron resultados favorables en aspectos relacionados con la reproducción ya que la suplementación aplicada no produjo mejoras significativas en la respuesta reproductiva de los animales por lo tanto estos hallazgos sugieren que el uso de precursores energéticos por sí solo podría no ser suficiente para estimular cambios importantes en la actividad ovárica o en la eficiencia reproductiva, debido a que existen diversos factores fisiológicos nutricionales y de manejo que también influyen directamente sobre el desempeño reproductivo de las ovejas. Estos resultados sugieren que la inclusión de este tipo de suplemento energético no fue suficiente para estimular una mayor actividad ovárica ni obtener una mejor respuesta reproductiva de las hembras que fueron evaluadas durante el periodo experimental. Aunque los precursores gluconeogénicos suelen utilizarse con el objetivo de incrementar la disponibilidad energética y favorecer los procesos reproductivos, en este caso no se obtuvieron efectos positivos en cuanto a los parámetros estudiados.

De igual manera los hallazgos coinciden con lo reportado por De Gaona y Alvarado (2025), quienes señalaron que la administración de Lipofeed tampoco produjo un efecto significativo sobre la tasa ovulatoria en cabras. La similitud entre ambos

estudios podría indicar que este suplemento no tiene una influencia directa sobre la actividad folicular ni sobre los mecanismos fisiológicos encargados de llevar a cabo la ovulación en estas especies. Así mismo es posible que factores como la condición corporal, el manejo alimenticio e incluso la dosis administrada hayan influido en la ausencia de una respuesta reproductiva.

Por otro lado, Aguilar et al., (2016) realizaron un trabajo en el que evaluaron la administración de un precursor energético durante los primeros 4 días al inicio del empadre con el objetivo de mejorar la respuesta reproductiva de las ovejas. Esta estrategia se basó en la práctica conocida como flushing, la cual consiste en incrementar el aporte energético antes del apareamiento para estimular la actividad ovárica y favorecer los parámetros reproductivos. Para ello los autores utilizaron un precursor gluconeogénico con la intención de aumentar la disponibilidad energética y mejorar la función ovárica.

Sin embargo, los resultados obtenidos no fueron satisfactorios, ya que de igual manera no se observaron diferencias significativas en el grupo suplementado con el precursor energético en comparación del grupo testigo. Debido a ello creemos que para obtener una respuesta reproductiva más favorable habría sido necesario prolongar la duración del tratamiento por lo menos entre 3 y 4 semanas previas al empadre de los animales. Esto podría indicar que el tiempo de suplementación tiene un papel importante sobre la respuesta fisiológica y reproductiva de las ovejas ante el uso de precursores gluconeogénicos.

VI. CONCLUSIÓN.

La suplementación con propionato de sodio puede contribuir de manera positiva al incremento de la ganancia de peso y a mejorar la condición corporal en las ovejas dorper, debido a su función como precursor gluconeogenico que favorece el aporte de energía en el organismo. No obstante, en este caso no se obtuvimos resultados significativos en la respuesta reproductiva, esta falta de efecto reproductivo podría estar relacionada con el tiempo de suministro, el cual posiblemente no fue suficientemente prolongado para generar cambios metabólicos más profundos que impactaran directamente en la fertilidad o en la eficiencia reproductiva. En este sentido se sugiere que la duración del tratamiento con este precursor podría ser un factor determinante, ya que un periodo más extenso de suplementación podía haber permitido una mejor adaptación metabólica y en consecuencia un efecto positivo en la respuesta reproductiva de las ovejas durante la etapa de reproducción.

VII. LITERATURA CITADA

- Acho-Martínez, Y. C. (2019). Efecto de sales propiónicas de dietas de ovino y conejo sobre la respuesta productiva y calidad de carne.
- Hernández-Marín, J. A. (2017). Contribución de la ovinocultura al sector pecuario en México. *Agro productividad*, 10(3).
- Banchero, G., & Quintans, G. (2008). Flushing corto” una herramienta para aumentar el porcentaje de mellizos en ovejas de baja a moderada prolificidad. *Revista INIA*, 14, 8-12.
- Bobadilla-Soto, E. E., Ochoa-Ambriz, F., & Perea-Peña, M. (2021). Dinámica de la producción y consumo de carne ovina en México 1970 a 2019. *Agronomía Mesoamericana*, 32(3), 963-982.
- Bobadilla-Soto, E. E., Ochoa-Ambriz, F., & Perea-Peña, M. (2022). El sistema de producción maíz-ovinos de traspatio en los pueblos Mazahuas del Estado de México. *Terra Latinoamericana*, 40.
- Bugarín-Prado, J., Lemus-Flores, C., Grageola-Núñez, F., Valdivia-Bernal, R., & Bonilla-Cárdenas, J. (2021). Efecto de suplementación con harina de aguacate en dietas de corderos sobre crecimiento y el rendimiento de la canal. *Abanico veterinario*, 11.
- Calderón-Cabrera, J., Santoyo-Cortés, V. H., Martínez-González, E. G., & Palacio-Muñoz, V. H. (2022). Modelos de negocio para la producción de ovinos en el nororiente y centro del Estado de México. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 13(1), 145-162. DOI: <https://doi.org/10.22319/rmcp.v13i1.5816>
- De La Guardia, V. M. (2018). Validación del suministro de un precursor de glucosa en aspectos productivos y prevalencia de enfermedades de vacas lecheras en transición (Doctoral dissertation, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano).
- De Santiago-Miramontes, M. A., Luna-Orozco, J. R., Meza-Herrera, C. A., Rivas-Muñoz, R., Carrillo, E., Véliz-Deras, F. G., & Mellado, M. (2011). The effect of flushing and stimulus of estrogenized does on reproductive performance of anovulatory-range goats. *Tropical Animal Health and Production*, 43, 1595-1600. DOI: [10.1007/s11250-011-9849-6](https://doi.org/10.1007/s11250-011-9849-6)
- Díaz-Sánchez, C. C., Jaramillo-Villanueva, J. L., Bustamante-González, Á., Vargas-López, S., Delgado-Alvarado, A., Hernández-Mendo, O., & Casiano-Ventura, M.

- Á. (2018). Evaluación de la rentabilidad y competitividad de los sistemas de producción de ovinos en la región de Libres, Puebla. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 9(2), 263-277. DOI: <http://dx.doi.org/10.22319/rmcp.v9i2.4495>
- Gutiérrez-Borroto O. (2015). La fisiología digestiva del rumiante, objeto de investigación en el Instituto de Ciencia Animal durante cincuenta años. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola.*, 49(2), 179-188. ISSN: 0034-7485.
- Núñez, A. C., Mencio, P. R., Rentería, I. D., Solís, A. S., & Ortega, M. L. (2007). Influencia de la suplementación sobre la ganancia de peso y calidad de la canal en borregos Dorper/Katahdin. *Revista Científica UDO Agrícola*, 7(1), 245-251.
- Lee-Rangel, H. A. (2011). Utilización de propionato de calcio en borregos.
- Mejía Haro, J. (2002). Consumo Voluntario de Forraje por Rumiantes en Pastoreo. *Acta Universitaria.*, 12(3), 56-63. ISSN: 0188-6266.
- Martínez-Mireles E. J. (2022). Productive behavior of MEVEZUG lambs in native grasslands during the rainy season, in Tierra Caliente Guerrero, Mexico (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Guerrero, México). DOI: 10.37885/200901311
- Meza, H. C. A., Lorenzo, R. A., Chavez, P. J. G., Salinas, G. H. 2006. Efecto de la suplementación con aminoácidos excitadores sobre la actividad ovárica total y concentraciones séricas de hormona luteinizante e insulina en cabras. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, 5(1), 75-81.
- Santiago, E. D. J. F., Garduño, R. G., Peralta, M. C., Pedroza, S. I. M., de la Fuente, J. I. A., Villegas, S. C., ... & Gama, R. B. (2022). Productividad y características de la canal de ovinos suplementados con propionato de calcio. *Revista MVZ Córdoba*, 27, 3.
- Vázquez-Martínez, I., Jaramillo-Villanueva, J. L., Bustamante-González, Á., Vargas-López, S., Calderón-Sánchez, F., Torres-Hernández, G., & Pittroff, W. (2018). Estructura y tipología de las unidades de producción ovinas en el centro de México. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 15(1), 85-97.
- Hernández-Marín JA, Ángel-Sahagún CA, Rojas-García AR, Cigarroa-Vázquez FA, Maki-Díaz G, Cadena- Villegas S (2024) Respuesta de un reconstituyente metabólico y glutamato monosódico en la tasa de gestación en ovejas. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* Núm. Esp. IV: e4090. DOI: <https://doi.org/10.19136/era.a11nIV.4090>

- Valverde, L. A. R., Santiago, M. A. G., Pérez, J. N. S., Millán, J. R., Gámez, G. M., Robles, J. C., ... & Ramos, H. D. (2023). Sustitución de grano de maíz por precursores gluconeogénicos en desempeño productivo de ovinos en adaptación. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 31(Suplemento), 269-273.
- Aguilar, U., Hernández Cerón, J., Domínguez, Y., & Gutiérrez, C. G. (2016). Tasa de ovulación, prolificidad y tasa de gestación en cabras tratadas con glicerol por vía oral. *Veterinaria México OA*, 3(1), 0-0.
- Cabrera-Cruz, M. A. (2019). *Metabolismo del glicerol en rumiantes*. *Agroproductividad*, 12(4), 81-85. <https://doi.org/10.32854/agrop.v0i0.306>
- Silva, V. O., Lopes, E., Andrade, E. F., Sousa, R. V., Zangeronimo, M. G., & Pereira, L. J. (2014). *Use of biodiesel co-products (glycerol) as alternative sources of energy in animal nutrition: A systematic review*. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 46(1), 111-120. <https://doi.org/10.4067/S0301-732X2014000100015>
- González, M., López, S., & Ramírez, J. (2018). Nutrición y respuesta reproductiva en ovejas de pelo. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 9(2), 215–228.
- Hernández, A., & Rodríguez, P. (2016). Metabolismo energético y reproducción en ovinos. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 17(5), 1–12.
- Martínez, L., Gómez, C., & Torres, R. (2019). Uso de propilenglicol como estrategia nutricional en ovejas reproductoras. *Archivos de Zootecnia*, 68(263), 345–352.
- Pérez, D., Sánchez, H., & Morales, F. (2017). Efecto del flushing sobre parámetros reproductivos en ovejas. *Revista Científica Agropecuaria*, 21(1), 33–40.
- Bergman, E. N. (1990). Energy contributions of volatile fatty acids from the gastrointestinal tract in various species. *Physiological Reviews*, 70(2), 567–590.