

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



Porcentaje de ovulación y tasa embrionaria de ovejas Dorper tratadas con un precursor gluconeogénico

Por:

Sofia Ramírez Loya

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Torreón, Coahuila, México
Junio 2026

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS

Porcentaje de ovulación y tasa embrionaria de ovejas Dorper tratadas con un precursor gluconeogénico

Por:

Sofia Ramírez Loya

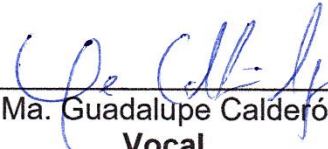
TESIS

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

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

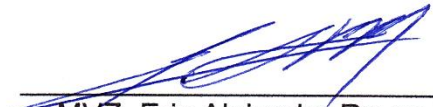
Aprobada por:


Dr. Oscar Angel García
Presidente


Dra. Ma. Guadalupe Calderón Leyva
Vocal


Dra. Viridiana Contreras Villarreal
Vocal


Dr. Edgar Díaz Rojas
Vocal Suplente


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

Torreón, Coahuila, México
Junio 2026



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS

Porcentaje de ovulación y tasa embrionaria de ovejas Dorper tratadas con un precursor gluconeogénico

Por:

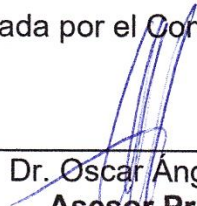
Sofia Ramírez Loya

TESIS

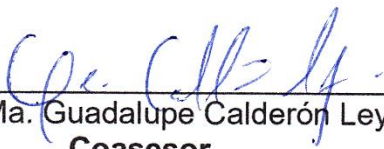
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

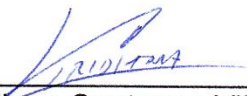
Aprobada por el Comité de Asesoría:



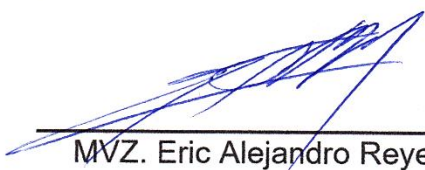
Dr. Oscar Angel García
Asesor Principal



Dra. Ma. Guadalupe Calderón Leyva
Coasesor



Dra. Viridiana Contreras Villarreal
Coasesor



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

Torreón, Coahuila, México
Junio 2026



AGRADECIMIENTOS

A mi asesor, Dr. Oscar Ángel Gracia, por su paciencia, conocimiento y por darme la oportunidad de realizar esta investigación, brindándome todas las herramientas y facilidades, para concluir con éxito esta última etapa de mi carrera universitaria.

A la UAAAN, a universidad que me acompañó en mi desarrollo tanto profesional como personal, abriéndome las puertas a la mejor etapa de mi vida. Gracias a ella obtuve amistades, experiencias y conocimientos que siempre llevaré conmigo en el corazón.

A mi familia, sin ustedes nada de esto sería posible, cada sacrificio, consejo y enseñanzas recibidas, fueron piezas clave para poder alcanzar esta meta, gracias por siempre acompañarme y, nunca dejarme sola.

A mi novio, Por acompañarme en cada momento, por su apoyo incondicional, comprensión y motivación constante durante todo este proceso, su amor y confianza en mí, fueron fundamental para lograr este objetivo.

A mis amigos y compañeros, gracias por acompañarme en este largo camino, por compartir aprendizajes, risas y aportar un granito de arena, para culminar con éxito esta etapa profesional.

A cada una de las personas que estuvieron aquí, a las que ya no están y de las que nunca dejaron de creer en mí.

DEDICATORIA

A mis padres, Elizabeth Loya Torres y Dagoberto Ramírez Quintana gracias por su apoyo incondicional, por todo el amor y sacrificios que realizaron durante cada etapa de este camino, porque nunca dejaron de creer en mí, incluso cuando yo no lo hacía, y a pesar de la distancia que nos separó, nunca me dejaron sola, y siempre me impulsaron a luchar por mis sueños. Las palabras no son suficientes para expresarles lo agradecida y afortunada que soy por tenerlos. Este logro es de ustedes, gracias por dejarme volar.

A mi hermana, Estefanía Ramírez Loya, mi compañera de vida, a quien admiro, respeto y amo demasiado, gracias por ser mi refugio en los días difíciles y mi primera alegría en cada logro, la distancia nunca fue impedimento para sentir tu compañía en cada paso de este camino, sin tus consejos y amor, este sueño no hubiera sido posible. Eres y siempre serás parte fundamental de mi vida y de mis triunfos.

A mis amigos, esas valiosas amistades que la Narro me regaló y que llenaron de alegría mi vida universitaria. Gracias por siempre sacar lo mejor de mí y por compartir experiencias inolvidables en lugares que jamás imaginé descubrir. Los llevaré conmigo como uno de los tesoros más grandes de esta etapa.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	i
ÍNDICE DE CONTENIDO	iii
INDICE DE CUADROS Y FIGURAS	v
RESUMEN	vi
I. INTRODUCCIÓN	1
HIPÓTESIS	3
OBJETIVO	3
II. REVISION DE LITERATURA	4
2.1 Análisis situacional de la ovinocultura	4
2.2 Deficiencia de los sistemas de producción	6
2.3 Alimentación en pequeños rumiantes	8
2.4 Ciclo reproductivo de Ovinos	9
2.4.1 Fotoperiodo	11
2.5 Manipulación del ciclo estral	12
2.5.1 Métodos de sincronización del estro en ovinos	12
2.6 Relación nutrición-reproducción en ovinos	15
2.6.1 Flushing	16
2.6.2 Uso de precursor gluconeogénico en la reproducción	16
3.1 Localización del área de estudio	18
3.2 Animales experimentales y manejo	18
3.3 Confirmación del estatus de anestro	19
3.2 Tratamiento de los animales	19
3.6 Variables evaluadas	20
3.6.1 Porcentaje ovulatorio	20
3.6.2 Tamaño de cuerpo lúteo y ovario	20
IV. RESULTADOS	22
V. DISCUSIÓN.	23

VII. LITERATURA CITADA	26
------------------------------	----

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Figura 1 Distribución mundial del ganado ovino en 2014 (FAOS TAT, 2015). 4

Figura 2 Patrones hormonales durante el ciclo estral en la oveja (Tabares y Grajales, 2021). 10

Cuadro 1 Respuesta reproductiva de ovejas multíparas de raza Dorper tratadas con un precursor de glucosa (Lipofeed®), y solución salina (control) a 25° LN, febrero-marzo 2025. 22

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue analizar el impacto de un precursor gluconeogénico (1-2 propanodiol al 4%, propionato de sodio al 11.2%) sobre los indicadores reproductivos como lo son, porcentaje ovulación, tamaño de cuerpo lúteo, tamaño del ovario, tasa embrionaria, tamaño del embrión, y por último pérdida embrionaria de ovejas Dorper sincronizadas al estro. Se trabajó con 19 ovejas multíparas, seleccionadas por presentar características homogéneas en peso vivo ($44.8 \pm 3,2$ kg) y condición corporal (2.7 ± 0.3 unidades). Los animales fueron distribuidos bajo un diseño completamente aleatorizado en dos grupos: 1) grupo tratado (GT; $n=10$), al cual se administró una dosis oral de 50 mg del precursor (1-2 propanodiol al 4%, propionato de sodio al 11.2%); y 2) grupo control (GC; $n=9$), que recibió 10ml de solución salina. Ambos tratamientos se aplicaron por vía oral durante los 7 días previos a la sincronización del estro, utilizando un protocolo a base de prostaglandina $F_{2\alpha}$ (75 mg) más gonadotropina sérica (200 UI), vía intramuscular. El porcentaje general de ovulación (68%; $P>0.05$) y la tasa embrionaria (1.9 ± 0.4) no mostraron diferencia significativa entre ambos tratamientos. Por lo que, los hallazgos obtenidos en este estudio indican que la suplementación realizada durante un periodo breve de 7 días, no produjo cambios relevantes en los parámetros ovulatorios y embrionarios de ovejas Dorper sometidas a sincronización del estro. En conclusión, el uso de este precursor no estimuló el crecimiento del CL, tamaño del ovario y del embrión, como tampoco repercutió en el porcentaje de tasa embrionaria y de ovulación.

Palabras clave: Embrión, Energía, Suplemento, Ovulación

I. INTRODUCCIÓN

La alimentación en pequeños rumiantes constituye un factor de gran relevancia, ya que incide de manera directa en sus procesos reproductivos (Ja y Scaramuzzi, 2019). El estado nutricional cumple una función esencial en la regulación de la actividad ovárica, la cual está controlada tanto por el eje hipotálamo-hipófisis-gónadas como por acciones directas sobre el ovario. En consecuencia, para optimizar el desempeño reproductivo resulta fundamental comprender de qué manera la nutrición incluye en la liberación de GnRH, en la producción de gonadotropinas y en la síntesis de hormonas sexuales esteroideas (Chaves *et al.*, 2024). Una adecuada suplementación en la alimentación, colabora a que las hembras tengan una mejor condición corporal, y como resultado, una mayor capacidad reproductiva. No obstante, en muchos rebaños esta práctica no se lleva a cabo, ya sea porque los productores no conocen sus beneficios o porque no cuentan con los recursos económicos necesarios (Rodríguez-Magadán *et al.*, 2021).

En las últimas décadas se han buscado nuevas alternativas respecto al manejo nutricional que permitan disminuir las pérdidas e incrementar la energía retenida en productos que sean fáciles de utilizar, en este sentido, se han utilizado precursores de energía, que se han implementado para reemplazar parcialmente los granos de la ración, como es el glicerol (Mohammed *et al.*, 2021). Dentro de los suplementos energéticos, la glicerina sobresale por su fácil acceso, su rápida degradación en el rumen, la liberación de glucosa y los efectos positivos comprobados sobre la función ovárica, incluso cuando se administra por periodos cortos (Miguel *et al.*, 2025). La

glucosa desempeña un papel clave en la regulación de la reproducción, ya que interviene en la liberación de GnRH. Asimismo, los péptidos relacionados con la insulina parecen participar en el control del metabolismo energético a nivel cerebral y, además, influyen en el tamaño y la función de los ovarios, así como en la calidad folicular (Quintana *et al.*, 2023).

De esta manera, al haber mayor disposición de energía habrá mayores pulsaciones de LH, la cual mantiene y permite el desarrollo folicular induciendo la dominancia de uno o más folículos hasta la ovulación propiciando en consecuencia la formación de un cuerpo lúteo de vida media óptima (Escorcía *et al.*, 2025). En ovejas se han utilizado tratamientos cortos con glicerol y propilenglicol para aumentar la tasa de ovulación antes de la exposición a los machos (Aguilar *et al.*, 2016). Estudios demuestran que el propilenglicol ocasiona un incremento de los niveles plasmáticos de glucosa e insulina, además aumenta la secreción de mecanismos de señalización para el folículo, factores de crecimiento etc., que regulan la función reproductiva; por lo tanto, proveer este aditivo energético mejora la función ovárica y ovocitaria (Mohammed *et al.*, 2021). En este sentido se planteó que la complementación de un precursor gluconeogénico mejorara el porcentaje de ovulación y tasa embrionaria de ovejas Dorper, previamente sincronizadas al estro, en un sistema intensivo.

HIPÓTESIS

La complementación de un precursor gluconeogénico mejorará el porcentaje de ovulación y tasa embrionaria en ovejas Dorper, previamente sincronizadas al estro bajo un sistema intensivo.

OBJETIVO

Evaluar el porcentaje de ovulación y tasa embrionaria de ovejas Dorper tratadas con un precursor gluconeogénico y sincronizadas al estro, bajo un sistema intensivo

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Análisis situacional de la ovinocultura

En la ovinocultura los sistemas van desde el pastoreo extensivo de bajos insumos hasta explotaciones muy intensivas orientadas a carne o leche. Cumpliendo funciones productivas, sociales y ambientales, con un papel socioeconómico significativo a nivel mundial (López *et al.*, 2026). En el año 2014 se contabilizaron aproximadamente 1,209 millones de ovinos a nivel mundial. De este total, la distribución fue la siguiente: Asia concentró cerca de 549 millones, África alrededor de 340 millones, Europa unos 130 millones, Oceanía 102 millones y América aproximadamente 87 millones (Hernández-Marín *et al.*, 2017).

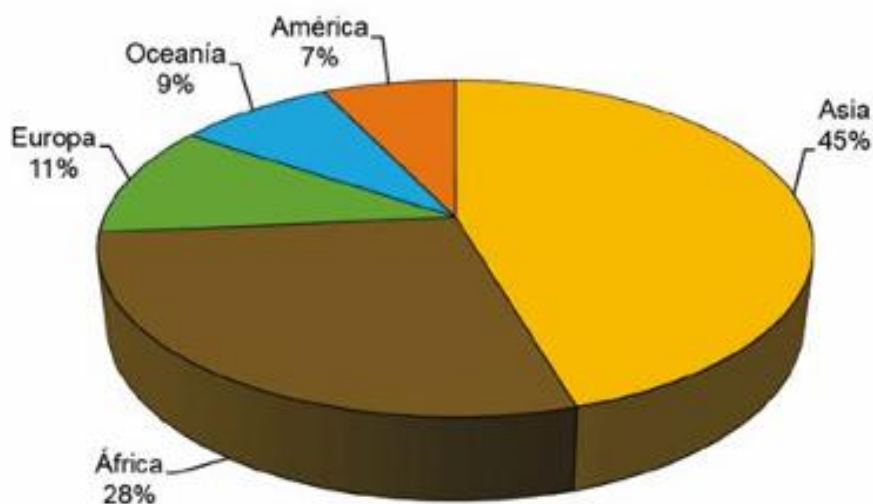


Figura 1 Distribución mundial del ganado ovino en 2014 (FAOS TAT, 2015).

Alrededor del 60% se concentra en regiones templadas, ubicadas entre los 35° y 55° de latitud norte y entre los 30° y 45° de latitud sur donde predominan las zonas de pastoreo favorables. El 40% restante se localiza en áreas tropicales semiáridas, comprendidas entre los 5° y 35° de latitud norte. (Morris, 2017).

En México, la crianza de ovejas no solo contribuye a la producción de carne, lana y leche, sino que también es un pilar económico y cultural para diversas regiones del país. Su ganado está compuesto mayoritariamente por razas criollas, pero también se crían algunas razas puras como lo son: Suffolk, Hampshire, Rambouillet y Corriedale, entre razas específicamente destinadas a la producción de lana se encuentra el Debouillet, Merino australiano y Lincoln, destacando la raza 100% mexicana, el borrego Pelifolk (SADER, 2024).

En México la ovinocultura se caracteriza y distingue por regiones, en el norte su producción se basa en ovinos de lana y en razas para carne con sistemas tecnificados; en la región del centro, produce ganado cruzado, generalmente Suffolk o Hampshire, y razas de pelo; en la región del sur y sureste, al ser climas tropicales, destacan las razas de pelo, tales son la Pelibuey y Black Belly, aunque también han incorporado razas productoras de carne como Dorper y Katahdin (Hernández *et al.*, 2017). Estudios recientes, señalan que México está posicionado en el lugar 71° del ranking mundial de producción de carne ovina con un inventario de 3,318,262 cabezas, obteniendo principalmente, carne, despojos, piel, grasa (Andrade *et al.*, 2025).

SADER (2024), reportó los principales estados productores son: el Estado de México con una producción de 9,447 toneladas, Hidalgo con 6,853 toneladas y Veracruz 6,030 toneladas. Aunque la ovinocultura forma parte del subsector pecuario, su relevancia va más allá de ser únicamente una fuente de ingresos para los productores rurales. Se trata de una práctica con profundas raíces tradicionales que aportan de manera significativa tanto a la alimentación como a la cultura mexicana.

2.2 Deficiencia de los sistemas de producción

La ovinocultura combina sistemas muy diversos como lo son extensivos, semi-intensivos e intensivos y cumple funciones productivas, sociales y ambientales. Principalmente en México, la producción de ovinos es una de las principales alternativas económicas para las familias rurales, gracias a la cantidad de ingreso que generan, y al número de productores involucrados en esta actividad (Díaz, 2018). El sector ovino enfrenta desafíos importantes, uno de ellos es el incrementar su productividad y la competitividad, como también adaptar practicas sostenibles que garanticen su rentabilidad a corto y largo plazo (Castillo *et al.*, 2025). De manera tradicional, los sistemas de producción de ovios y caprinos, se basan en el pastoreo, donde los recursos forrajeros de mayor calidad son asignados prioritariamente al ganado bovino y, en segundo término, al ganado ovino (Simões *et al.*, 2021). Hoy en día los sistemas tradicionales de pastoreo extensivo, que utilizan principalmente razas rústicas, coexisten, en mayor o menor medida, con sistemas de manejo que han sido mejorados. La sostenibilidad de los rebaños de ovejas y cabras de alta producción depende principalmente de factores económicos, ambientales y sociales que deben ser gestionados adecuadamente mediante un manejo eficiente (Ruiz Morales *et al.*, 2019).

Principalmente los sistemas de traspatio, subsisten con rebaños muy pequeños, mano de obra y tierras escasas, ya que generalmente es un proceso simple encaminado al autoconsumo, con instalaciones rusticas, reproducción no planificada, suplementación deficiente y control sanitario rudimentario (Peña, 2018). De igual manera, la baja

adaptación tecnológica y desarrollo limitado, especialmente en sistemas pastoriles tradicionales, aumentan estos riesgos (Vélez *et al.*, 2016).

Los sistemas de producción intensivos y semi-intensivos requieren una alta inversión para sustentar la producción en un entorno controlado. La integración entre la nutrición, la reproducción y la sanidad del rebaño es clave para un sistema de producción eficiente. Ya que la intensificación de la producción, plantea precisamente nuevos desafíos para prevenir enfermedades tanto infecciosas como parasitarias y para mejorar el bienestar animal, relacionadas con factores de estrés ambiental y también con la alta densidad animal (Simões *et al.*, 2021).

Castillo *et al.*, (2025), reportó que en el Estado de México solo el 20% vacuna y el 28% suplementa con minerales, el peso a mortalidad es de 15.8% y prolificidad baja de 1.2 corderos por parto. En México hay regiones con la capacidad para desarrollar sistemas de manejo que resulten amigables con el ambiente y con satisfactorios niveles de producción, haciendo el uso correcto de los recursos naturales disponibles.

Sin embargo, las exigencias del mercado en calidad y homogeneidad cada vez son mayores, en los subproductos ovinos (Candelaria *et al.*, 2015).

En ese contexto, aparte de las deficiencias sociales y ambientales, de igual forma existen limitaciones tanto económicas como en el mercado. Por lo que los sistemas de producción tradicionales, compiten con grandes productores internacionales, al ser mercado oligopsonio y la ausencia de políticas de protección reducen la competitividad y la capacidad de sustituir importaciones (Díaz *et al.*, 2018).

2.3 Alimentación en pequeños rumiantes

Los ovinos al ser rumiantes, son criados principalmente en pastoreo, ya que se caracterizan por su habilidad para alimentarse de forrajes y pastos de bajo valor nutritivo y difícil digestión, ya que solo aprovechan una parte de los carbohidratos estructurales, esto por acción enzimática de los microorganismos que viven en sus divertículos estomacales (Velázquez *et al.*, 2017). Por ello, los rumiantes poseen la capacidad de degradar los hidratos de carbono estructurales, como lo son la celulosa, hemicelulosa y pectina, presente en forrajes y pasto, convirtiéndolos en material digerible para el animal (Relling y Mattioli, 2003). Permitiéndole acceder a la energía contenida en los vegetales fibrosos (Romero y Bravo, 2012).

La fisiología digestiva de los ovinos, adquiere particularidades, debido a que la degradación del alimento, se lleva a cabo en mayor medida, por digestión fermentativa, teniendo lugar por diferentes tipos de microorganismos (Gutiérrez, 2015). De acuerdo a lo anterior, el fundamento de la nutrición en los rumiantes consiste en proporcionar alimento a los microorganismos presentes en el rumen, ya que al hacerlo se asegura la adecuada alimentación del propio animal, para que esto se lleve a cabo, debe haber un medio ruminal sano y favorable para ello (Relling y Mattioli, 2003), asegurando que las ovejas recibirán la suficiente energía y proteínas necesarias en sus distintos estados fisiológicos. Creando una interdependencia entre los microorganismos y el animal (Romero y Bravo, 2012).

En general, el nutriente más limitante en la alimentación de ovejas y cabras hembras, es la energía, por lo que los pastos, henos, ensilados o derivados de buena calidad

suelen satisfacer las necesidades energéticas de manera más económica. Satisfacer la gran demanda energética que el animal requiere en su etapa de crecimiento rápido, el desarrollo fetal o la lactación, también puede hacer necesaria la complementación con granos (Church *et al.*, 2002). Tomando en cuenta que los pastos, forrajes y derivados deberían ser la alimentación principal que se use para satisfacer las necesidades energéticas de ovejas y cabras.

2.4 Ciclo reproductivo de Ovinos

El ciclo estral se define como el periodo de tiempo comprendido entre una manifestación de estro y el comienzo de la siguiente. Durante este periodo se producen diversas variaciones hormonales que tienen como propósito generar las condiciones óptimas para la fecundación. Aproximadamente entre el 60 y el 75% de las ovejas adultas presentan ciclos estrales considerados normales, cuya duración oscila entre el 14 y 19% (Tabares y Grajales, 2021).

Los eventos endocrinos presentes durante el ciclo son regulados por el hipotálamo (mediante la secreción de GnRH), la hipófisis (secreción de LH y FSH), el folículo (secreta estrógenos e inhibina), el cuerpo lúteo (secreta progesterona y oxitocina) y el útero (productor de prostaglandina F_{2α}) (Atuesta y Gonella-Díaz, 2011).

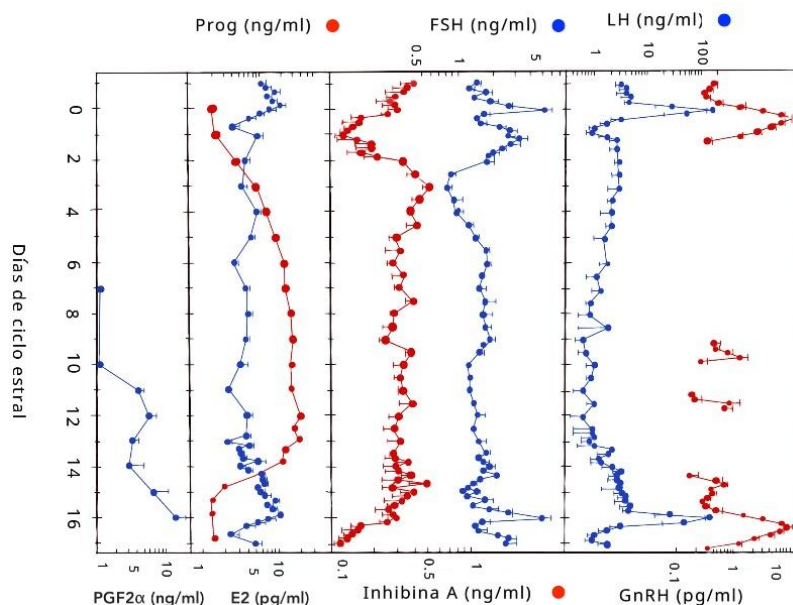


Figura 2 Patrones hormonales durante el ciclo estral en la oveja (Tabares y Grajales, 2021).

Por lo tanto, el ciclo estral se divide en dos fases principales: la folicular, con una duración aproximada de 2 a 3 días, y la lútea, que se extiende entre 12 y 14 días. Durante la fase folicular (proestro y estro) ocurre la receptividad hacia el macho y la ovulación; en este periodo se completa la maduración del ovocito, se produce la ovulación y el ovocito es liberado hacia el oviducto para su posible fecundación. Por otra parte, la fase lútea (metaestro y diestro) corresponde al momento en que se forma el cuerpo lúteo (CL) y finaliza con su luteólisis (Tabares y Grajales, 2021). El ciclo estral de las ovejas Dorper no difiere significativamente del observado en otras razas; sin embargo, esta especie se caracteriza por su elevada actividad reproductiva y por presentar menor dependencia de la estacionalidad.

Por ello los ovinos atraviesan cada año estas dos fases fisiológicas claramente diferenciadas. La primera corresponde al anestro estacional, asociado a los días largos, en el cual se interrumpen los ciclos estrales regulares, la receptividad sexual y

la ovulación; en los machos, se detiene la espermatogénesis y disminuye la libido. La segunda fase, denominada época reproductiva y vinculada a los días cortos, se caracteriza por la presencia de ciclicidad estral, manifestación de conducta de estro y ovulación en las hembras; mientras que en los machos se reactivan la espermatogénesis y el comportamiento sexual (Arroyo, 2011). El fotoperiodo constituye el principal factor ambiental encargado de regular estos procesos.

2.4.1 Fotoperiodo

La fisiología reproductiva está regulada principalmente por la luz percibida en la retina, la cual transmite la señal a la glándula pineal. Esta, en respuesta, secreta melatonina en mayor cantidad durante la noche y en menor durante el día. La duración de esta secreción, junto con el estradiol, controla la liberación pulsátil de GnRH y, en consecuencia, la de LH, determinando la presencia o ausencia de ovulación, según la estación (Karsch *et al.*, 1984). La melatonina no ejerce una acción directa sobre las neuronas responsables de la producción de GnRH; en este proceso intervienen además los sistemas dopaminérgicos, serotoninérgicos y los relacionados con aminoácidos excitatorios (Malpoux *et al.*, 1999). En las ovejas, la reproducción sigue un patrón estacional que se manifiesta en dos fases: un periodo de anestro, que en regiones del norte ocurre durante la primavera y el verano, y una etapa reproductiva que se desarrolla en otoño e invierno (Ramírez *et al.*, 2021). No obstante, tanto la fecha de comienzo como la duración de dicha temporada pueden variar debido a la interacción del fotoperiodo con factores como la raza, el lugar de origen, el estado nutricional y de lactancia, las relaciones sociales y el momento del parto (Brunet *et al.*, 2011).

2.5 Manipulación del ciclo estral

La inducción y sincronización del estro constituye una práctica ampliamente utilizada en el manejo reproductivo de los pequeños rumiantes a nivel mundial (Atuesta y Gonella-Díaza, 2011). Los métodos de sincronización del estro empleados en la gestión reproductiva, tanto en temporada reproductiva como fuera de ella, permiten optimizar la rentabilidad, mejorar la calidad genética del rebaño y facilitar la práctica de la inseminación artificial (Takci *et al.*, 2023). Asimismo, resultan útiles para la programación de crías en función en la demanda del mercado, y disponibilidad de alimento, además de favorecer la implementación eficiente de programas de inseminación artificial y transferencia de embriones (Waqas y Tibary, 2025). Algunos de estos métodos incluyen la aplicación de hormonas externas que alteran la secuencia fisiológica de eventos propios del ciclo sexual (Robinson *et al.*, 1970). Otros en cambio, prescinden del uso de hormonas y se basan únicamente en estrategias “naturales”, como el manejo de la iluminación o la presencia de un macho (Abecia *et al.*, 2012).

2.5.1 Métodos de sincronización del estro en ovinos

La elección de tratamiento más adecuado depende en gran medida de la estacionalidad y del estado fisiológico de la hembra. Durante la época reproductiva, es posible emplear prostaglandinas, ya que en los ovarios debe existir un cuerpo lúteo funcional. En cambio, fuera de la temporada de cría se recomienda aplicar terapias basadas en progesterona, complementadas con gonadotropina coriónica equina (eCG), hormonas liberadoras y otros compuestos (Skliaro *et al.*, 2021).

- **Progestágenos y sus análogos.** La progesterona (P_4) y sus derivados sintéticos, conocidos como progestágenos, se utilizan para regular el ciclo reproductivo en ovejas, imitando la función de un cuerpo lúteo activo y provocando la ovulación al suspender su aplicación (Robinson, 1965). Los progestágenos regulan la liberación de LH mediante un mecanismo de retroalimentación negativa, lo que provoca cambios en la actividad hipotalámica de la GnRH (Waqas y Tibary, 20205). La administración de progesterona (P_4) o de sus análogos sintéticos, denominados progestágenos, se realiza comúnmente mediante dispositivos o esponjas intravaginales (Boland et al., 1978). La fuente de esta hormona puede provenir de progesterona natural impregnada en elastómeros de silicona, como los dispositivos CIDR, así como de esponjas o implantes, los cuales permiten una liberación controlada y sostenida (Waqas y Tibary, 2025), que se mantienen durante un periodo similar a la duración de la fase lútea, para superar la vida media de un posible cuerpo lúteo existente en el ovario. En este contexto, la sincronización del estro mediante progestágenos administrados con esponjas o dispositivos intravaginales contribuyen la práctica más común en estos protocolos (Marques et al., 2010).
- **Prostaglandinas y análogos.** Una alternativa para regular la reproducción en ovejas y cabras consistió en inducir la luteólisis, lo que implica la eliminación del cuerpo lúteo y la posterior activación de una fase folicular que culmina en la ovulación (Abecia et al., 2012). El principal agente responsable de la luteólisis en los rumiantes es la $PGF_{2\alpha}$ (McCracken et al., 1972). Los análogos de $PGF_{2\alpha}$

más empleados y ampliamente reconocidos son el dinoprost y el cloprostenol (Fierro *et al.*, 2013; González-Bulnes *et al.*, 2005). En los protocolos hormonales, los análogos de la PGF2 α pueden emplearse ya sea de manera aislada o junto con otras hormonas como lo son la P₄ o la GnRH (Titi, 2010; Zonturlu *et al.*, 2009). La respuesta del cuerpo lúteo a la PGF2 α ocurre entre los días 3 y 14 del ciclo estral (Greyling y Van Der Westhuysen, 1979).

- **Efecto macho.** El método natural más empleado para inducir la actividad reproductiva en ovejas y cabras es la exposición de hembras en anestro a machos sexualmente activos (Boeta *et al.*, 2023). En ovejas y cabras, la inducción del celo, ocurre como resultado de un incremento en la frecuencia de liberación de GnRH (Skliarov *et al.*, 2021). Como también provoca un incremento rápido en la concentración de LH en las ovejas (Chesworth y Tait, 1974). De este modo induciendo la ovulación en hembras cíclicas y acíclicas (Waqas y Tibary, 20205). Entre 48 y 72 h después de la exposición, se produce la ovulación; en aproximadamente la mitad de los casos se forma un CL de corta duración (3-4 días), mientras que en el resto se desarrolla una duración normal (Boeta *et al.*, 2023). El efecto macho depende de la madurez, actividad y condición corporal del carnero, y en las hembras involucra estímulos olfativos, táctiles y visuales, destacando una feromona presente en la lana del macho (Skliarov *et al.*, 2021).

2.6 Relación nutrición-reproducción en ovinos

La nutrición adecuada, sin llegar a la sobrealimentación, favorece la capacidad reproductiva de las ovejas al incrementar los ciclos estrales, la tasa de ovulación y el porcentaje de partos (Joshi, 2022). Las reservas corporales y el nivel nutricional son esenciales para lograr eficiencia reproductiva y fertilidad en ovinos y caprinos (Chaves, 2024). El potencial reproductivo se optimiza mediante condiciones corporales moduladas por la dieta, que actúan como factores determinantes (Al-Sabbagh, 2009). Los nutrientes como lípidos, glucosa, aminoácidos y minerales influyen en el eje hipotálamo-hipófisis y en las gónadas (Flores-Santiago *et al.*, 2021). En rumiantes, la glucosa de la dieta se transforma principalmente en ácidos grasos volátiles (propiónico, acético y butírico), aunque una fracción puede absorberse en el intestino delgado (Dupont y Scaramuzzi, 2016). Las variaciones en la composición corporal reducen la pulsación de LH, regulada por hormonas metabólicas como leptina, insulina e IGF-1, necesarias para activar la GnRH (Cox *et al.*, 2019). La LH estimula la producción de esteroides en células ováricas, fundamentales para la ovulación y el mantenimiento del cuerpo lúteo (Díaz *et al.*, 2019). El hipotálamo decodifica señales metabólicas (como insulina y leptina) que modulan la liberación de GnRH por la kisspeptina (Gonzales-Maldonado *et al.*, 2023). Tanto la energía como las proteínas aumentan la tasa de ovulación; en el caso de las proteínas, este efecto se asocia con mayores niveles de FSH y androstenediona, mientras que la LH permanece estable. Aunque los nutrientes específicos para la ovulación son mínimos, la dieta habitual de la hembra determina la cantidad de óvulos producidos (Joshi, 2022).

2.6.1 Flushing

El flushing consiste en aumentar temporalmente la calidad y cantidad del alimento para lograr un balance energético positivo, favoreciendo el retorno al estro, elevar la ovulación y mejorar el desarrollo de las crías (Gonzales *et al.*, 2021). Los efectos hormonales de esta práctica incrementan la tasa de ovulación y, por ende, la prolificidad, además de favorecer la implantación embrionaria, lo que mejora la supervivencia y reduce los abortos tempranos (Ignacio y González, 2007). El flushing es una estrategia nutricional de corto plazo que modifica el metabolismo reproductivo sin alterar significativamente el peso o la grasa corporal, permitiendo restablecer la ovulación en hembras con baja condición corporal debido a restricciones alimenticias o lactancia, asociadas con una menor liberación de LH (Martínez *et al.*, 2015).

2.6.2 Uso de precursor gluconeogénico en la reproducción

En la producción pecuaria, los aditivos alimenticios mejoran el aprovechamiento de nutrientes en los animales, cubriendo sus necesidades y contribuyendo a la generación de alimentos para consumo humano; en los rumiantes, se emplean diversas alternativas de potenciadores de la dieta con este propósito (Rodríguez Valverde *et al.*, 2023). el uso de precursores glucogénicos tiene la intención de elevar la glucosa en sangre y cubrir en teoría los requerimientos energéticos de rumiantes en esas condiciones (Mathews y Van Holde, 2016). En los últimos años se han empleado precursores de glucosa, como el propilenglicol y el propionato de calcio, para tratar alteraciones metabólicas en el ganado lechero, especialmente en situaciones donde las exigencias energéticas superan el aporte proporcionado por la dieta (Flores-

Santiago *et al.*, 2021) En ovejas se han implementado tratamientos cortos con glicerol y propilenglicol para aumentar la tasa de ovulación (Rodríguez-Iglesias *et al.*, 1996). El glicerol administrado por vía oral actúa como sustrato en la fermentación ruminal, donde puede transformarse en propionato. También puede ser absorbido directamente a través de la mucosa del rumen en su forma original, para luego convertirse en glucosa dentro del hígado (Aguila *et al.*, 2016). El propilenglicol, también llamado 1,2-propanodiol, es un compuesto de tres carbonos ($C_3H_8O_2$) derivado del propileno. Se utiliza comúnmente como solución oral en vacas lecheras durante el posparto para incrementar la proporción molar de propionato en el rumen, lo que contribuye al tratamiento de la cetosis. Este efecto se atribuye, probablemente, a su capacidad de disminuir las concentraciones de ácidos grasos no esterificados (Chung *et al.*, 2008). El propilenglicol se ha utilizado por sus posibles efectos como suplemento energético y sus propiedades antioxidantes como también en el desarrollo y reproducción. Los tratamientos con precursores pueden elevar los niveles de glucosa en plasma y, al mismo tiempo, reducir la actividad de la lipólisis (Herdt y Emery, 1992). El propilenglicol y el propionato de calcio son precursores administrados oralmente que se han empleado para corregir alteraciones metabólicas en ovejas, gracias a sus efectos glucogénicos y anti cetogénicos. Funcionan como sustratos en la gluconeogénesis hepática, generando un incremento rápido y sostenido de la glucosa en la sangre (Silva *et al.*, 2025). El propionato de calcio constituye una fuente energética eficaz para prevenir desórdenes metabólicos. Su consumo incrementa la concentración de propionato en el rumen, el cual es el principal precursor requerido para la síntesis de glucosa en el hígado (Aiello *et al.*, 1989).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

General

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

3.1 Localización del área de estudio

El experimento se llevó a cabo entre el 18 de febrero y el 18 de abril de 2025 en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna, específicamente en las instalaciones de la posta ovino-caprina, bajo un sistema intensivo. Esta unidad se ubica en la región semidesértica del norte de México, a una altitud aproximada de 1130 msnm, en las coordenadas 25° LN y 103° LO. La humedad relativa en la zona varía entre 26% y 61%, mientras que el fotoperiodo oscila desde 13 horas con 41 minutos en el solsticio de verano (junio) hasta 10 horas con 19 minutos en el solsticio de invierno (diciembre). La temperatura promedio fluctúa entre 6 °C en invierno y 37 °C en verano (CONAGUA, 2023).

3.2 Animales experimentales y manejo

En el experimento se trabajó con 19 ovejas Dorper multíparas, uniformes en cuanto a peso corporal (44.8 ± 3.2 kg) y condición corporal (2.7 ± 0.3 unidades), de acuerdo con

la escala propuesta por Russel et al. (1993). Durante el periodo de evaluación, las hembras recibieron una ración diaria compuesta por pacas de heno de alfalfa y ensilaje de maíz; además, tuvieron acceso libre al agua y permanecieron en corrales con sombra.

3.3 Confirmación del estatus de anestro

Las ovejas fueron evaluadas mediante una ecografía transrectal (CHISON ECO 5) realizada por un único técnico con experiencia, utilizando un transductor de 2.5–11.0 MHz (Corometrics Medical Systems, Inc., Wallingford, CT, EE. UU.). Durante el procedimiento, las hembras permanecieron de pie y se aplicó carboximetilcelulosa al transductor como medio de acoplamiento. Una vez identificados claramente los cuernos uterinos, el transductor se giró 90° en sentido horario y 180° en sentido antihorario a lo largo del aparato reproductor, hasta localizar ambos ovarios y así determinar su estado funcional.

3.2 Tratamiento de los animales

Las ovejas fueron seleccionadas de manera aleatoria y distribuidas en dos grupos experimentales: 1) grupo tratado (GT; n = 10), al cual se administraron 50 mL de un precursor gluconeogénico comercial LIPOFEED® compuesto por 1–2 propanodiol al 4% y propionato de sodio al 11.20%, y 2) grupo control (GC; n = 9), que recibió 10 mL de solución salina. Ambos tratamientos se suministraron por vía oral durante un periodo de 7 días previos al protocolo de sincronización del estro.

3.5 Sincronización del estro

Las ovejas de ambos grupos fueron sincronizadas al estro a través de dos aplicaciones de 75 mg de Cloprostenol, al día -7 y día 0, al momento de la segunda aplicación se les administró 200 UI de Gonadotropina sérica (SERIGAN®, laboratorio ovejero, León España), y posteriormente se determinó la actividad estral (am-pm), por medio de un macho celador provisto de mandil, durante 7 días; considerando en celo a aquellas hembras, que permanecieron inmóviles durante la presencia del macho y finalmente, fueron expuestas a machos sexualmente activos a través de monta dirigida, considerando no mas de 2 servicios por hembra.

3.6 Variables evaluadas

3.6.1 Porcentaje ovulatorio

Se determinó el número de cuerpos lúteos alrededor del día 13 posterior a la monta del macho, y se estimó como el número de ovejas que presentaron al menos un cuerpo lúteo (CL) para determinar el % de ovulación, se sumó y dividió el número de ovejas que presentaron un cuerpo lúteo con respecto al total de ovejas por grupo

3.6.2 Tamaño de cuerpo lúteo y ovario

El tamaño de cuerpo lúteo y ovarios se determinó al día 13 posteriores a la monta, por ecografía transrectal a tiempo rectal, se midió (cm) el diámetro de cada cuerpo lúteo encontrado en la superficie de ambos ovarios, el cual consistió en medir el alto y el ancho del mismo al igual que el ovario.

3.6.3 Tasa embrionaria y tamaño del embrión

La tasa embrionaria se determinó a los 28 días posteriores a la monta del macho y consistió en observar a través de ecografía transrectal (Chison ECO5) de uso veterinario, el número de vesículas embrionarias (tasa embrionaria), y posteriormente se midió (cm) el diámetro de cada vesícula embrionaria, el cual consistió en medir el alto y el ancho.

3.6.4 Pérdida embrionaria

El diagnóstico de preñez se realizó a los 45 días posteriores al tratamiento hormonal mediante la observación del feto vivo, todos los procedimientos se realizaron mediante un ultrasonido (Cheason ECO2) con un transductor de 2,5 MHz – 11.0 MHz (Corometrics Medical Systems, Inc., Wallingford, CT, EE. UU.).

3.7 Análisis estadístico

Los datos se analizaron mediante un ANOVA utilizando el procedimiento de Modelo Lineal General (GLM). Las medias correspondientes a parámetros como el tamaño del cuerpo lúteo, tamaño ovárico, tasa embrionaria y tamaño del embrión se compararon mediante una prueba t. En cambio, para evaluar el porcentaje de ovulación y las pérdidas embrionarias se aplicó la prueba de Chi-cuadrada. Todo el procesamiento estadístico se realizó con el software SAS (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA, versión 9.1). Se consideraron diferencias significativas aquellas con un valor de $P \leq 0.05$.

IV. RESULTADOS

Los resultados para tasa ovulatoria y tasa embrionaria se muestran en el Cuadro 1, no se encontró diferencias en el porcentaje general de ovulación (68%; $P>0.05$) y la tasa embrionaria (1.9 ± 0.4) para ambos tratamientos.

Cuadro 1 Respuesta reproductiva de ovejas multíparas de raza Dorper tratadas con un precursor de glucosa (Lipofeed®), y solución salina (control) a 25° LN, febrero-marzo 2025.

Variables	Lipofeed®(n=10)	Control (n=9)
Ovulación (n, %)	(7/10)70.0 ^a	(6/9)66 ^a
Tamaño CL (mm)	9.0±0.7 ^a	8.7±0.2 ^a
Tamaño del ovario (mm)	12.5±2.3 ^a	13.9±3.2 ^a
Tasa embrionaria (n)	2.0±0.3 ^a	2.0±0.4 ^a
Tamaño embrión (mm)	5.5±2.3 ^a	9.6±3.2 ^a
Perdida embrionaria (n, %)	(3/10) 30.0 ^a	(1/9)11.11 ^a

A, b= los valores con diferentes literales en la misma fila, difieren (p menor a 0.05).

V. DISCUSIÓN.

Los resultados obtenidos en este estudio muestran que la suplementación con precursor gluconeogénico no generó diferencias significativas en el porcentaje de ovulación ni en la tasa embrionaria de las ovejas Dorper sincronizadas al estro. Obteniendo como resultado un porcentaje general de ovulación (68%) y la tasa embrionaria (1.9 ± 0.4). Estos resultados, son contrarios a lo reportado por otros estudios que mencionan que la adición de precursores de glucosa, como lo es el propilenglicol, mejora los niveles de glucosa e insulina, que son importantes señales para activar el eje hipotálamo–hipófisis–gónada, necesarios en la ovulación (Mohammed *et al.*, 2021). En efecto, el precursor de energía (glicerol) aumenta la proliferación y la supervivencia de las células de la granulosa a través de la vía del factor de crecimiento similar a la insulina (IGF-I), para promover el desarrollo folicular (Scaramuzzi *et al.*, 2011). Sin embargo, en nuestros resultados la respuesta reproductiva no se vio afectada por el tratamiento. Diversos autores han señalado que la disponibilidad de glucosa en el microambiente ovárico y uterino es un factor crítico para la viabilidad embrionaria. Una deficiencia energética puede comprometer la calidad de los ovocitos y aumentar la probabilidad de pérdida embrionaria temprana (Robinson *et al.*, 2006; Lozano *et al.*, 2019). La relación entre glucosa e insulina también resulta relevante, ya que la insulina actúa como modulador de la función ovárica y del desarrollo embrionario. Incrementos excesivos o insuficientes en su concentración pueden alterar la implantación y favorecer la reabsorción embrionaria (Meza *et al.*, 2004; González-Padilla *et al.*, 2018). En este caso, la ausencia de diferencias en la tasa embrionaria podría indicar que el metabolismo energético de las

ovejas fue suficiente para sostener la gestación inicial, sin que la suplementación representara un estímulo adicional.

Por lo tanto, la suplementación corta (7 día) del precursor de glucosa no estimuló el crecimiento de los folículos y por consecuencia no tuvimos mayor tasa ovulatoria (Escorcia *et al.*, 2025). Lo anterior, se refleja en el porcentaje de preñez (48%) que no mostro diferencia significativa entre tratamientos. Estos resultados coinciden con lo reportado en estudios previos en ovinos y caprinos, donde los efectos de estos precursores se manifiestan principalmente en el metabolismo energético y en la prevención de trastornos como la cetosis, más que en la mejora directa de parámetros reproductivos (Rodríguez Valverde *et al.*, 2023). La suplementación gluconeogénica no siempre previene la pérdida embrionaria ni incrementa la tasa de ovulación, lo que invita a considerar que su eficacia depende de factores como el estado nutricional previo, la condición corporal y el manejo reproductivo.

VI. CONCLUSIÓN.

El tratamiento a corto plazo (7 días) con un precursor gluconeogénico no mejoró la respuesta al porcentaje de ovulación, como la tasa embrionaria de ovejas Dorper sincronizadas al estro. Se recomienda que en futuras investigaciones se deberían evaluar no solo la tasa de ovulación y embrionaria, sino también parámetros metabólicos como lo son la glucosa, insulina y tasa de fertilidad. Al igual que un mayor número de animales podría ayudar a detectar diferencias más sutiles en parámetros reproductivos.

VII. LITERATURA CITADA

- Abecia, J., Forcada, F. y Gonzalez-Bulnes, A. (2012). Control hormonal de la reproducción en pequeños rumiantes. *Animal reproduction science*, 130 3-4, 173-9. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2012.01.011>
- Aguilar, U., Hernández Cerón, J., Domínguez, Y., y Gutiérrez, C. G. (2016). Tasa de ovulación, prolificidad y tasa de gestación en cabras tratadas con glicerol por vía oral. *Veterinaria México O. A.* 3(1). <https://doi.org/10.21753/vmoa.3.1.360>
- Aiello, R., Armentano, L., Bertics, S., y Murphy, A. (1989). Captación de ácidos grasos volátiles y metabolismo del propionato en hepatocitos de rumiantes. *Journal of Dairy Science*, 72(4). 942-949.
- Andrade Chàcon D. S., Chávez-Pérez, L. M., Espinsa V. (2025). Entre concreto y pasto: Sustentabilidad en una engorda de ovinos en suelo de conservación de la CDMX. BM Editores, Julio 23, 2025. <https://bmeditores.mx/ganaderia/entre-concreto-y-pasto-sustentabilidad-en-una-engorda-de-ovinos-en-suelo-de-conservacion-de-la-cdmx/>
- Arroyo, J. (2011). Estacionalidad reproductiva de la oveja en México. *Agroecosistemas tropicales y subtropicales*. www.scielo.org.mx
- Autesta, J. E., y Gonella-Díaza, Á. M. (2011). Control hormonal del ciclo estral en bovinos y ovinos. *Revista Spei Domus*, 7(14), 15-25. Universidad cooperativa de Colombia.
- BM. Editores. 2024. México ocupa el lugar 31 en producción de carne de ovino. <https://bmeditores.mx/ganaderia/mexico-ocupa-el-lugar-31-en-produccion-de-carne-de-ovino/>
- Boeta, M., Balcázar, A., Cerbón, J. L., Hernández Medrano, J. H., Hernández Cerón, J., Páramo Ramírez, R. M., Porras Almeraya, A. I., Rangel Porta, L., Salgado, B., Valencia, J., y Zarco, L. (2023). *Fisiología reproductiva de los animales domésticos*. Universidad Nacional Autónoma de México. <https://doi.org/10.60730/0671-2>
- Boland, MP, Gordon I, Kelleher DL. (1978). The effect of treatment by prostaglandin analogue (ICI-80, 996) or progestagen (SC-9880) on ovulation and fertilization of cyclic ewes. *J Agric Sci* 91, 727-730.
- Brunet, A., Santiago-Moreno, J., Toledano-Díaz, A., y López-Sebastián, A. (2011). ESTACIONALIDAD REPRODUCTIVA Y SU CONTROL EN OVEJAS Y CABRAS ESPAÑOLAS. *Agroecosistemas Tropicales y Subtropicales*. <https://doi.org/10.56369/tsaes.1350>
- Candelaria-Martínez, B., Flota-Bañuelos, C., y Castillo-Sánchez, L. (2015). Caracterización de los agroecosistemas con producción ovina en el oriente de Yucatán, México. *Agronomía Mesoamericana*, 26, 225-236. <https://doi.org/10.15517/am.v26i2.19278>.
- Castillo-Hernández L., Orozco Jiménez A., Enríquez Leonides S., González-Luna S., y Maldonado-Jáquez J.A 2025. Caracterización de sistemas de producción ovina en el Estado de México, México II. Aspectos productivos y económicos. *Spei Domus*.;21(1): 1-6. <https://doi.org/10.16925/2382-4247.2025.01.04>

- Chaves, A., Silva, F., Valentim, R., y Quintas, H. (2024). Condición corporal en pequeños rumiantes: efectos de la nutrición en el eje hipotálamo-hipófisis-gónadas y la actividad ovárica que controla la reproducción. *Physiologia*. <https://doi.org/10.3390/physiologia4020012>
- Chesworth J. M., y Tait A. (1974). A note on the effect of the presence of rams upon the amount of luteinizing hormone in the blood of ewes. *Anim Prod* 19, 107-110.
- Chung, Y. H., Brown, N. E., y Nagaraja, T. G. (2008). Effects of feeding glycerol on ruminal fermentation, plasma glucose concentration, and feed intake in dairy cows. *Theriogenology*. 70(2). 197–206. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2007.12.001>
- Church, D.C., Pond, W.G., Pond, K.R. (2002). Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Ovejas y Cabras. Editorial LIMUSA, S.A. de C.V. GRUPO Noriega editores, Balderas. (2). 435.
- Cox, J. F.; Navarrete, F.; Carrasco, A.; Dorado, J.; Saravia, F. (2019). Efecto de la administración de bST sobre las concentraciones plasmáticas de IGF-I y la dinámica folicular y la ovulación durante el ciclo interovulatorio de ovejas y cabras. *Theriogenology*, 123, 159–166.
- Díaz, D.; Rosiles, R. J.; Urias-Castro, C. J.; Rodríguez-Gaxiola, M. A.; Gaxiola, S. M. 2019. Montero-Pardo, A. Revisión sistemática y metaanálisis de la eficacia de las prácticas de manejo reproductivo utilizadas para inducir la reanudación de la actividad cíclica ovárica en conejas en anestro. *Prev. Vet. Med.*, 169, 104709
- Díaz-Sánchez, C., Jaramillo-Villanueva, J., Bustamante-González, Á., López, S., Delgado-Alvarado, A., Hernández-Mendo, O., y Casiano-Ventura, M. (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, 263-277. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v9i2.4495>
- Escorcía Ortiz, P., Price, C. A., Guzmán Sánchez, A., y Guerrero-Netro, H. M. (2025). Glycerol Supplementation During Oestrus Synchronisation With Fluorogestone Acetate Affects Follicular Proliferation, Maturation and Apoptosis of Granulosa Cells in Pelibuey Ewes. *Reproduction in Domestic Animals*. 60(5), e70080.
- Fierro, S., Gil, J., Viñoles., Olivera-Muzante, J. (2013). The use of prostaglandins in controlling estrous cycle of the ewe: A review. *Theriogenology*. 79, 399-408.
- Flores-Santiago, E. del J., Sosa-Montes, E., Alejos-de la Fuente, J. I., Germán-Alarcón, C. G., Hernández-Marín, J. A., y Cadena-Villegas, S. (2021). Actividad ovárica y prolificidad de cabras sincronizadas con progestágenos y suplementadas con propionato de calcio: Ovarian activity and prolificity of goats synchronized with progestages and supplemented with calcium propionate. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 8(II). <https://doi.org/10.19136/era.a8nII.2975>
- Gonzales Garzón, A. C., Góngora Orjuela, A., y Sánchez Gallegos, J. (2021). Efecto del flushing sobre el desempeño reproductivo en ovejas de pelo en un centro de apoyo a la investigación y docencia en México. *Revista Sistemas de Producción Agroecológica*. 12(1), 38–52
- Gonzales-Bulnes, A., Veiga-López A., García, P., García-Gracia, R.M., Ariznavarreta, C., Sánchez, M.A., Tresguerres J.A.F., Cocero, M.J., Flores, J.M. (2005). Effects of progestagens and prostaglandin analogues on ovarian function and in sheep. *Theriogenology*. 63, 2523-2534.

- González-Maldonado, J., Tejeda-Sartorius, O., Ramírez-Ramírez, A., y Gallegos-Sánchez, J. (2023). Desempeño reproductivo de ovinos de pelo bajo diferentes condiciones corporales y niveles de alimentación. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. <https://doi.org/10.1590/s1678-3921.pab2023.v58.03092>
- Greyling, J.P.C., Van Der West Huysen, J.M. (1979). The synchronization of oestrus in sheep. 2. Dose effect of prostaglandin in the double injection regime. *S Afr J Anim Sci* 9, 193-195.
- 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.
- Herd, TH y Emery, RS (1992). Terapia de las enfermedades del metabolismo intermedio de los rumiantes. *Veterinary Clinics of North America Food Animal Practice*. 8(1), 91-106.
- Ignacio, G.O.R., y Roberto, G.G (2007). Raciones para ovinos en sus diferentes etapas. biblioteca.inifap.gob.mx
- Ja, D., y Scaramuzzi, R. (2019). Efectos de los nutrientes sobre la tasa de ovulación, la función ovárica y la secreción de hormonas gonadotrópicas y metabólicas en ovejas. *Journal of reproduction and fertility. Supplement*. <https://doi.org/10.1530/bioscioprocs.2.017>
- Joshi, P. (2022). NUTRICIÓN Y REPRODUCCIÓN EN OVEJAS. *FOOD & AGRIBUSINESS MANAGEMENT* . <https://doi.org/10.26480/fabm.02.2022.48.52>
- Karsch, F. J., Bittman, E. L., Foster, D.L., Goodman, R. L., Legan, S. J. y Robinson, J. E. (1984). Base neuroendocrina de la reproducción estacional. *Recent Progress Hormone Research*, 40, 185-232., PMID: 6385166.
- López, R. V. J., Izquierdo, C. A., Dibarrat, A., P. 2026. Una visión reciente de la ovinocultura. BM Editores. Entorno Ganadero. 24-28 <https://bmeditores.mx/ganaderia/revistas/entorno-ganadero-dic-25-ene-26/>
- Malpoux, B., Delgadillo, J.A. y Chemineau, P. (1997). Neuroendocrinología del fotoperiodo en el control de la actividad reproductiva. Colegio de Postgraduados. Seminario Internacional: Tópicos avanzados en Reproducción animal. Campus Montecillo, Texcoco, Edo. de México. pp. 23-41.
- Marques, S.B.D., Sartori, R., Nascimento, S.T.A.S., Máximo, C.D.M., Lemos, O.M.A., y Pereira, N.J. (2010). Estrus synchronization with prostaglandin f2 α compared to progestogen treatment associated with equine chorionic gonadotropin (eCG) in Santa Inês breed ewes reared in Federal District, Brazil. *Ciência Animal Brasileira*.11:417-424. ISSN: 1518-2797. <https://doi.org/10.526/cab.v11i2.4284>
- Martinez, F., McLeod, B., Tattersfield, G., Smaill, B., Quirke, D., Juengel, L. (2015). Successful induction of oestrus, ovulation and pregnancy in adult ewes and ewe lambs out of the breeding season using a GnRH + progesterone oestrus synchronisation protocol. *Animal Reproduction Science*, 155: 2
- McCracken, J.A., Carlson, J.C., Glew, M.E., Goding, J.R., Baird, D.T., Green, K., Samuelsson, B. (1972). Prostaglandin F2 identified as a luteolytic hormone in sheep. *Nat. New Biol*. 238, 129-134
- Miguel, Y., Alves, J., Da Silva, A., Conde, A., Cavalcanti, C., Teixeira, L., De Sena, J., Da Silva Pereira, F., Fernandes, C., Teixeira, D., y Rondina, D. (2025). La liberación de precursores glucogénicos del suministro dietético es un amplificador potencial de los estímulos ováricos de glutamato monosódico en ovejas con baja expresión que

- involucra a mediadores genéticos clave de la vía del glutamato. *Animals: an Open Access Journal from MDPI*. <https://doi.org/10.3390/ani15162345>
- Mohammed, A. A., Al-Hizab, F., Al-Suwaiegh, S., Alshaheen, T., Kassab, A., Hamdon, H., y Senosy, W. (2021). Effects of propylene glycol on ovarian Restoration, reproductive performance, Metabolic status and milk production of Farafra ewes in subtropics. *Fresen. Environ. Bull.* 30(7), 8192-8202.
- Morris, S.T. 2017.
- Peña, M., Cortés, J. y Brito, A. (2018). Rentabilidad del sistema de producción ovina en el Bajo Mixe, Oaxaca, México. *Agrociencia*.107-122.
- Quintana, F., Mendoza, N., Hernández, J., García, H., Peralta, F., Lara, R., Evangelista, C., Roldán, S., y Ronquillo, J. (2023). Comparación de tres nutracéuticos administrados en nutrición dirigida sobre la respuesta reproductiva de ovejas Pelibuey sincronizadas con hormonas exógenas en un protocolo ultracorto. *Journal of Agricultural Sciences Research* (2764-0973). <https://doi.org/10.22533/at.ed.973362327046>
- Ramírez, A., Tiburcio, G., Cruz-Espinoza, F., Herrera-Corredor, A., y Gallegos-Sánchez, J. (2021). Photoperiod and its relationship to sheep reproduction. *Agro Productividad*. <https://doi.org/10.32854/agrop.v14i10.1620>.
- Relling A.E. y Mattioli G.A. (2003). Fisiología digestiva y metabólica de los rumiantes. *Facultad de Ciencias Veterinarias-U.N.L.P.* pp 5-6.
- Robinson, T. J. (1965). Use of progestagen-impregnated sponges inserted intravaginally or subcutaneously for the control of the oestrous cycle in the sheep. *Nature*, 206(4979), 39–41. <https://doi.org/10.1038/206039a0>
- Robinson, T.J., Moore, N.W., Lindsay, D.R., Fletcher, I.C., y Salamon, S., (1970). Fertility following synchronization of oestrus in sheep with intravaginal sponges. 1. Effects of vaginal douche, supplementary steroids, time of insemination, and numbers and dilution of spermatozoa. *Aust. J. Agric. Res.* 21, 767–781.
- Rodríguez Valverde, L. A., Gallegos Santiago, M. A., Sánchez Pérez, J. N., Rodríguez Millán, J., Molina Gámez, G., Robles, J. C., Vásquez Sarabia, F., Félix Bernal, A., y Dávila Ramos, H. (2023). Substitution of corn grain by gluconeogenic precursors in productive performance of sheep in adaptation. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 31(Suplemento), 269–273. <https://doi.org/10.53588/alpa.310546>
- Rodríguez Valverde, L. A., Gallegos Santiago, M. A., Sánchez Pérez, J. N., Rodríguez Millán, J., Molina Gámez, G., Robles, J. C., Vásquez Sarabia, F., Félix Bernal, A., y Dávila Ramos, H. (2023). Substitution of corn grain by gluconeogenic precursors in productive performance of sheep in adaptation. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*. <https://doi.org/10.53588/alpa.310546>
- Rodríguez-Iglesias R. M., Ciccioli N. H., Irazoqui H, y Giglioli C. (1996). Tasa de ovulación en ovejas después de una dosis única oral de glucogénico durante una fase folicular inducida por carnero. *Ciencia de la Reproducción Animal*. 44:211-221
- Romero, O., y Bravo. S. (2012). Fundamentos de la producción ovina en la Region de la Araucanía. Publicación editada en el contexto del proyecto Innova CORFO: “Paquete Tecnológico para el Desarrollo de Competencias Técnicas de la Producción Ovina en la Región de La Araucanía”. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). (56-45) 297100

- Ruiz Morales, F. A., Castel Genís, J. M., Guerrero, Y. M., (2019). Estado actual, desafíos y perspectivas de futuro para la producción lechera caprina en Europa. *Asian Australasian Journal of Animal Sciences*. 32, 1256–1265
- SADER. 2024. Detrás de la Ovinocultura: Una Mirada a la Crianza de Ovejas en México. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/detras-de-la-ovino-cultura-una-mirada-a-la-crianza-de-ovejas-en-mexico>
- Scaramuzzi, R. J., Baird, D. T., Campbell, B. K., Driancourt, M. A., Dupont, J., Fortune, J. E., y Webb, R. (2011). Regulación de la foliculogénesis y determinación de la tasa de ovulación en rumiantes. *Reproducción, Fertilidad y Desarrollo*. 23(3), 444-467.
- Silva, A. E. M., Sotelo Moreno, D. P., de Paula, C., Veríssimo dos Santos, N. P., Souza da Silva, D. H., Assis, G. J. F., Franco, A. M., Detmann, E., y Nascimento, L. (2025). Replacing corn and soybean meal with a combination of wheat bran and urea on performance of grazing suckling beef calves. *Semina: Ciências Agrárias*, 46(2), 459–474. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2025v46n2p549>
- Simões, J., Abecia, J.A., Cannas, A., Delgadillo, J.A., Lacasta, D., Voigtf, K. y Chemineau, P. (2021). Managing sheep and goats for sustainable high yield production. *Animal Reproduction Science* 15, 1751-731. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100293>
- Skliarov, P., Pérez, C., Petrusha, V., Fedorenko, S., y Bilyi, D. (2021). Inducción y sincronización del estro en ovejas y cabras. *Journal of Central European Agriculture*. 39-53. <https://doi.org/10.5513/jcea01/22.1.2939>
- Skliarov, P., Pérez, C., Petrusha, V., Fedorenko, S., y Bilyi, D. (2021). Induction and synchronization of oestrus in sheep and goats. *Journal of Central European Agriculture*, 22, 39-53. <https://doi.org/10.5513/jcea01/22.1.2939>
- Tabarez, A., y Grajales, H. (2021). Reproducción de los animales domésticos. Universidad Nacional Autónoma de México. <https://reproduccionanimalesdomesticos.fmvz.unam.mx/>
- Takci A, Kivrak MB, Murat H, et al: Evaluación reproductiva y económica de la estimulación sexual durante el período anestral en una granja comercial con pérdidas neonatales de corderos. *Arq Bras Med Veterinária E Zootec* 2023;75:687-695. doi: 10.1590/1678-4162-12943
- Titi, H.H., Kridli, R.T., Alnimer, M.A. (2010). Estrus synchronization in sheep and goats using combinations of GnRH, progestagen and prostaglandin F2 α . *Reprod Dom Anim* 45, 594-599.
- Velázquez, B., Mercado, Y., Téllez, A., Ayala, M., Hernández, E., y Álvarez, J. (2017). Nutrición Ovina. F. Trejo, (eds.). Ciencias Biológicas y de la Salud.
- Vélez, A., Espinosa, J., Cruz, L., Rangel, J., Espinoza, I., y Barba, C. (2016). Caracterización de la producción de ovino de carne del estado de Hidalgo, México. *Archivos De Zootecnia*, 65, 425-428. <https://doi.org/10.21071/az.v65i251.708>.
- Waqas, M., y Tibary, A. (2025). Manipulación de la función ovárica en ovejas y cabras. *Clinical Theriogenology*. <https://doi.org/10.58292/ct.v17.11653>
- Waqas, M., y Tibary, A. (2025). Manipulation of ovarian function in sheep and goats. *Clinical Theriogenology*. <https://doi.org/10.58292/ct.v17.11653>
- Zonturlu, A.K., Aral, F., Yavuzer, U. (2009). Effect of different method GnTH-PGF2 α treatment of induced of estrus and pregnancy in breeding season in awasi ewes. *J Anim Vet Adv* 8, 660-663.