

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



Efecto de la suplementación gluconeogénica sobre el crecimiento folicular y tasa ovulatoria de ovejas dorper sincronizadas al estro

Por:

Alan Jacib Vargas Medrano

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

Efecto de la suplementación gluconeogénica sobre el crecimiento folicular y tasa ovulatoria de ovejas dorper sincronizadas al estro

Por:

Alan Jacib Vargas Medrano

TESIS

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

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por:



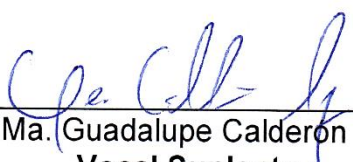
Dr. Oscar Ángel García
Presidente



Dr. Alan Sebastián Alvarado Espino
Vocal



Dr. Fernando Arellano Rodríguez
Vocal



Dra. Ma. Guadalupe Calderón Leyva
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

Efecto de la suplementación gluconeogénica sobre el crecimiento folicular y tasa ovulatoria de ovejas dorper sincronizadas al estro

Por:

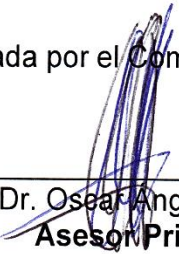
Alan Jacib Vargas Medrano

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por el Comité de Asesoría:



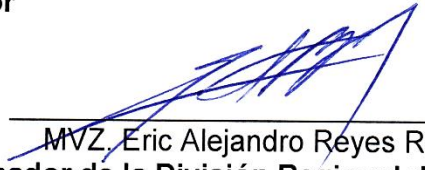
Dr. Oscar Angel García
Asesor Principal



Dr. Alan Sebastián Alvarado Espino
Coasesor



Dr. Fernando Arellano Rodríguez
Coasesor



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

Torreón, Coahuila, México
Junio 2026



AGRADECIMIENTOS

A la UAAAN-UL: Por brindarme las herramientas, conocimientos y oportunidades necesarias para mi formación profesional.

A mi asesor el Dr. Oscar Ángel García: Por su guía, apoyo y dedicación durante el desarrollo de este trabajo. Gracias por compartir su tiempo, experiencia y conocimientos, contribuyendo de manera fundamental en mi formación profesional.

A mis padres y hermanas. Por cada sacrificio que hicieron, cada consejo, cada palabra de aliento y cada enseñanza fueron fundamentales para alcanzar esta meta.

A mi novia: Por su amor, apoyo incondicional, confianza, paciencia, y comprensión. Gracias por acompañarme en cada desafío y ser una fuente constante de motivación.

A mis compañeros: Por compartir conmigo esta etapa llena de aprendizajes, retos y experiencias inolvidables. Gracias por su amistad, apoyo y compañerismo.

A dios: Por la salud y fuerza que me ha dado a lo largo de mi vida, por acompañarme en cada proyecto que he decidido emprender y ayudarme a lograrlo.

A todas las personas: Que formaron parte de este proceso y que, con su ayuda, amistad o enseñanza, hicieron posible la culminación de esta importante etapa.

Mi más sincero agradecimiento.

DEDICATORIA

A mis padres y hermanas

Quiero expresarles mi más profundo agradecimiento por todo el amor, apoyo y esfuerzo que me han brindado a lo largo de mi vida y por ser el ejemplo más grande de esfuerzo y dedicación. Este logro también es suyo, porque detrás de cada paso que di estuvieron ustedes brindándome su apoyo incondicional y su amor infinito. Sabiendo que gran parte de lo que soy se los debo a ustedes.

Con todo mi amor, admiración y eterno agradecimiento

A mi familia

Por estar siempre a mi lado en cada etapa de mi vida, brindándome amor, apoyo y fortaleza para seguir adelante. Gracias por cada consejo, cada sacrificio y cada palabra de motivación que me ayudó a llegar hasta aquí.

Este logro también les pertenece, porque detrás de cada esfuerzo realizado estuvieron ustedes impulsándome a no rendirme y a luchar por mis sueños. Gracias por ser mi inspiración, mi refugio y el motor que me motiva a superarme cada día.

Con mucho cariño y gratitud, les dedico este logro, esperando que sea motivo de orgullo para ustedes, así como ustedes siempre lo han sido para mí.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	i
ÍNDICE	iii
INDICE DE TABLA	iv
RESUMEN	v
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1 Ovinocultura en México	3
2.2 Alimentación en Ovinos	4
2.3 Importancia económica en sistemas de producción de carne	5
2.4 Bases fisiológicas de la reproducción ovina	5
2.5 Factores que influyen en la regulación reproductiva	7
2.6 Sincronización del estro en ovinos	8
2.7 Metabolismo energético	9
2.8 Principales vías de obtención de glucosa en ovinos	10
2.9 Aditivos utilizados para la estimulación reproductiva	10
HIPÓTESIS.....	14
OBJETIVO	14
III. MATERIALES Y MÉTODOS	15
3.1 Localización del área de estudio	15
3.2 Animales experimentales y manejo	15
3.3 Tratamiento de los animales	16
3.4 Confirmación del estatus de anestro	16
3.5 Variables evaluadas	16
3.5.1 Crecimiento folicular	17
3.5.2 Porcentaje de ovulación y número de cuerpos lúteos	17
3.6 Análisis estadístico	17
IV. RESULTADOS	19
V. DISCUSIÓN.....	20

VI.	CONCLUSIÓN	22
VII.	LITERATURA CITADA	23

INDICE DE CUADRO

Cuadro 1	Respuesta reproductiva de ovejas multíparas de raza Dorper tratadas con un precursor de glucosa (Lipofeed®), y solución salina (control) a 25° LN.	19
-----------------	---	----

RESUMEN

El objetivo fue evaluar el efecto de un precursor de glucosa (1-2 propanodiol al 4%, propionato de sodio al 11.20%) sobre los parámetros productivos de ovejas Dorper durante el periodo de 7 días previos a la sincronización. El estudio contó con un grupo experimental de 19 ovejas multíparas con peso y condición corporal similares (PV; 44.8 ± 3.2 kg) y (CC; 2.7 ± 0.3 unidades) respectivamente. La asignación de los animales se realizó mediante un sorteo completamente aleatorio, distribuyéndose en dos grupos de tratamientos distintos. La administración de dichos tratamientos se realizó por vía oral, en un periodo de 7 días previos a la sincronización del estro; el grupo tratado (GT; n= 10), al cual se le suministro una dosis de 50 mL de precursor de glucosa, y el grupo control (GC; n= 9), recibió 10 mL de solución salina. El promedio para folículos pequeños (4.25 ± 0.3), medianos (1.6 ± 0.3) y grandes (0.3 ± 0.1) no presentaron diferencias estadísticas entre ambos grupos, ($P > 0.05$). Al igual que, el porcentaje de ovulaciones (68%; $P > 0.05$) no fue diferente entre tratamientos. Bajo el esquema experimental evaluado, se demostró que la suplementación por 7 días no afectó de manera significativa la dinámica folicular, así como la tasa ovulatoria. En conclusión, el precursor de energía no estimuló el crecimiento folicular, ni el número de cuerpos lúteos en ovejas Dorper sincronizadas al estro.

Palabras clave: Glucosa, Energía, Ovulación, Suplementación

I. INTRODUCCIÓN

La fertilidad en los pequeños rumiantes se encuentra estrechamente ligada a la ingesta calórica y al peso vivo. Debido a esto, un balance nutricional negativo se traduce directamente en una baja eficiencia reproductiva. Componentes de la dieta tales como los aminoácidos, la glucosa, los minerales y los lípidos actúan como mediadores del impacto nutricional sobre la reproducción. Estos nutrientes no solo intervienen a nivel de las gónadas, sino que también ejercen una influencia directa en el eje hipotálamo-adenohipófisis (Senosy *et al.*, 2016).

El suministro de precursores glucogénicos promueve la activación de rutas metabólicas energéticas; mejorando la eficiencia en el aprovechamiento de los componentes de la dieta, estimulando la gluconeogénesis que se lleva a cabo en el hígado principalmente, de esta vía se genera glucosa fuente de energía para llevar a cabo procesos fisiológicos prioritarios como el crecimiento, la producción láctea, el incremento de peso y la reproducción. (Castellanos *et al.*, 2024).

El uso de precursores de glucosa en la dieta del ganado ha sido común desde 1950 reemplazando parcialmente los granos de maíz en la dieta (Tamir *et al.*, 2024) disminuyendo costos de la misma. De igual forma desencadena funciones metabólicas tales como una elevación en las concentraciones plasmáticas de glucosa y la estimulación de la foliculogénesis, además, influye en la calidad de los ovocitos (Sotgiu *et al.*, 2021). Los precursores glucogénicos más frecuentes en el ámbito animal para aumentar la glucosa en sangre y reducir los problemas nutricionales son el propionato de calcio, el propilenglicol, el glicerol y sus combinaciones (Ferraro *et al.*, 2016).

Las dietas adicionadas con glucosa ayudan a diferentes funciones foliculares: primero como promotor de ATP, y segundo como estimulante de la foliculogénesis en condiciones nutricionales favorables para la reproducción (Porcu *et al.*, 2017). Ya que estas dietas adecuadas a la alimentación seleccionada, proveen un medio más favorable para folículos de mejor calidad, además, ayudan a madurar de una mejor manera al ovocito e influyen importantemente en el desarrollo de la meiosis, la formación del pronúcleo y del embrionario antes de la implantación (Uhde *et al.*, 2018).

Dicho esto, nos planteamos que, la administración de un precursor de glucosa durante un corto tiempo, afectaría positivamente sobre el crecimiento folicular y tasa ovulatoria de ovejas Dorper sincronizadas al estro.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Ovinocultura en México

En México, la producción de ovinos se lleva a cabo de diversas formas, dependiendo principalmente su disponibilidad de alimentos y su clima, lo que influye en criar y manejar de diferente manera los rebaños. Los estados con mayor producción a nivel nacional de ovinos son Zacatecas, Estado de México, Hidalgo y Oaxaca (Castillo-Hernández *et al.*, 2025).

En el panorama nacional, México registra un volumen de producción de carne ovina cercano a las 39,852 toneladas por año; por su parte, el consumo anual por habitante se sitúa en torno a los 0.6kg. Debido a que la oferta ovinocultura del país no logra abastecer el mercado interno, es necesario importar cerca de 63,000 toneladas por año, principalmente provenientes de Nueva Zelanda, Australia, Estados Unidos, Chile y Canadá. (Limas-Martinez *et al.*, 2023). Los productores ovinos con limitados recursos económicos y tecnológicos concentran cerca del 80 % del inventario nacional de ovinos. Asimismo, se estima que aproximadamente el 95 % de la población corresponde a animales criollos, mientras que únicamente el 5 % pertenece a razas especializadas (Ávila-González *et al.*, 2022).

Las ovejas Dorper, son provenientes de Sudáfrica, en la década de 1930, obteniéndose por medio de cruces de ovejas Dorset Horn y ovejas persas de cabeza negra, y ahora son reconocidas por su gran calidad de carne (Milne, 2000). Las Dorper se desempeñan por su alta conversión alimenticia, canales de buena conformidad, por su resistencia a diversos climas y por su pelo o lana, lo que conlleva a no tener que

esquilarla manualmente o la obtención de lana de buena calidad según sea el caso (Wang, 2025); como también, por su capacidad de contrarrestar la deshidratación y pérdida de peso rápidamente al momento de volver a un medio óptimo. Por lo que le permite adaptarse a regiones áridas donde se tiene poca disponibilidad de agua (Cloete *et al.*, 2000).

2.2 Alimentación en Ovinos

Chinnathambi *et al.* (2025), mencionan que al aumentar la ingesta de alimento dos o tres semanas previas a la monta, estimula el porcentaje de ovulación y tasa de fertilidad. Para esto se requiere poner a disposición alimentos con concentraciones elevadas de energía como la cebada y el maíz, con disponibilidad de proteína como harina de soja o forrajes leguminosos. Afectando positivamente el desarrollo de los folículos, aumento del porcentaje de pariciones gemelares y mejora la condición corporal.

Los corderos alimentados bajo regímenes de pastoreo ofrecen un perfil de ácidos grasos superior y atributos organolépticos más favorables en cuanto a la palatabilidad de su carne, en comparación con aquellos mantenidos en el establo. No obstante, la carne de los animales en pastoreo suele mostrar valores de coloración, terneza, jugosidad, contenido proteico y marmoleo. Por otra parte, la suplementación con concentrados en corderos en pastoreo contribuye a mejorar tanto el contenido de proteína como el perfil de ácidos grasos en la carne (Ke *et al.*, 2023).

2.3 Importancia económica en sistemas de producción de carne

En las regiones áridas y semiáridas del territorio mexicano, su principal actividad se centra en la engorda de corderos. En el país, el principal canal de comercialización para la ovinocultura es el mercado tradicional de la barbacoa, mercado que mantiene una demanda constante durante todo el año. Debido a ello, es necesario programar empadres en distintas temporadas. No obstante, el carácter estacional de la reproducción en la especie ovina constituye uno de los mayores obstáculos para garantizar una oferta comercial continua (Godínez *et al.*, 2014).

La cría de ovinos representa una opción productiva de gran impacto en México, orientada a disminuir los niveles de vulnerabilidad económica en el sector rural, ya que genera ingresos significativos y cuenta con una amplia participación de productores. El censo ovino nacional registra aproximadamente 8.7 millones de cabezas localizadas en 50,000 unidades productivas, de las cuales el 34 % depende directamente de esta especie para su sustento. La región central del país destaca por su arraigada actividad ganadera en la especie y concentra el 85 % de la demanda nacional de este producto (Díaz-Sánchez *et al.*, 2018).

2.4 Bases fisiológicas de la reproducción ovina

En los ovinos se distinguen anualmente dos fases fisiológicas bien definidas. La primera corresponde al anestro estacional, asociado a los días largos, durante el cual se observa una suspensión de la ciclicidad estral regular, manifestando además una falta de receptividad hacia el macho y la consecuente supresión de la actividad

ovulatoria; en los machos, este periodo se caracteriza por la suspensión de la espermatogénesis y la disminución de la libido. La segunda fase, denominada época reproductiva y vinculada a días más largos, se caracteriza por el restablecimiento de los ciclos estrales en las hembras (Arroyo, 2011).

El fotoperiodo constituye uno de los estímulos ambientales con mayor impacto en la reproducción de los rebaños, ya que influye directamente en la actividad fisiológica reproductiva. Este proceso neuroendocrino es coordinado por la captación lumínica en la retina, cuya señal es transmitida hacia la glándula pineal. Como respuesta, esta estructura sintetiza melatonina siguiendo un patrón circadiano, con un incremento notable en su producción durante las horas de oscuridad y una secreción mínima en el periodo diurno (Ramírez-Ramírez, 2021).

De la Isla. (2010), menciona que, durante los meses de agosto y noviembre, se presenta mayor porcentaje de actividad, mientras que en febrero a mayo dicho porcentaje se ve afectado casi un 50%, sin importar el estado físico de las ovejas.

Córdova-Izquierdo *et al.* (2008), señalan que, la aplicación de la inseminación artificial en ovinos resulta más compleja en comparación con otros animales domésticos, esto debido a que la morfología tortuosa del cérvix restringe de forma considerable la maniobrabilidad y el acceso instrumental, requeridos para realizar el depósito intrauterino del semen. La colocación de la dosis espermática en el fondo del saco vaginal se asocia con porcentajes deficientes de fertilización. El procedimiento más eficaz es la inseminación intrauterina mediante laparoscopia. Como alternativa, la inseminación transcervical ha mostrado cierto éxito en la penetración cervical del 87%;

no obstante, esta viabilidad mecánica del procedimiento no se traduce en un incremento proporcional en las tasas de gestación obtenidas.

2.5 Factores que influyen en la regulación reproductiva

Se ha demostrado que tanto la sobrealimentación como la subalimentación en la hembra repercute directamente en su estado reproductivo, específicamente en el porcentaje de ovulaciones, la calidad de ovocitos, en los embriones de temprana edad y en los recién nacidos (Letelier *et al.*, 2008), por lo que una baja condición corporal significaría alteraciones en la actividad reproductiva, ya que puede provocar retraso o incluso inhibición del estro. Además, se ha observado una disminución en la población de folículos en crecimiento a lo largo de las fases, tanto lútea como folicular del ciclo estral (Herrera, 2010).

En las ovejas, las señales de carácter sexual y social desempeñan un rol fundamental en la regulación del eje hipotalámico-hipofisario-gonadal, tanto en machos como en hembras. Los procesos reproductivos se inician o se ven modulados por la interacción entre factores internos y externos. Dichos elementos se organizan en cuatro dimensiones interrelacionadas: genética, estructural, comunicacional y temporal (Joshi, 2022).

2.6 Sincronización del estro en ovinos

Para llevar a cabo la manipulación del estro en ovejas se puede lograr mediante el uso de hormonales exógenos como gonadotropinas, progesterona, prostaglandinas, melatonina y la exposición de un macho (Kumar, 2024).

Entre las estrategias hormonales de mayor adaptación destacan la administración de gonadotropina coriónica equina (eCG) combinada con el uso de dispositivos intravaginales liberadores de progestágenos sintéticos, específicamente el acetato de medroxiprogesterona (MAP) y el acetato de fluorogestona (FGA) (Verdoljak *et al.*, 2017). Asimismo, suelen complementarse con el uso de análogos de gonadotropinas de origen hipofisario, como la hormona luteinizante (LH) y foliculoestimulante (FSH).

En la actualidad se han diseñado diferentes protocolos de sincronización para aumentar el porcentaje de ovulación. Para obtener una eficaz la leutinización del cuerpo lúteo, un estro y la ovulación se realizan dos aplicaciones de prostaglandina con una separación de 7 días. Esperando en un rango de 24 horas las ovulaciones (Hernández-Rubio *et al.*, 2023).

Cadena-Villegas *et al.* (2018), menciona que, la integración del estímulo del semental ("efecto macho") a un esquema de dos aplicaciones de PGF2 α optimizó tanto la tasa de sincronización como la intensidad del comportamiento de estro, mostrando una clara ventaja frente al tratamiento de doble dosis de prostaglandinas implementado sin interacción social con el macho. En consecuencia, la introducción de machos con hembras previamente aisladas provoca un incremento en el ritmo de secreción pulsátil de LH estimulando la producción de estradiol para favorecer así la luteólisis.

Las esponjas vaginales (FGA o acetato de medroxiprogesterona [MPA]) en combinación con gonadotropinas son muy utilizadas en pequeños rumiantes. Estas esponjas intravaginales se aplican por (5-7 días) o (12-14 días), una vez retiradas muestran celo entre 24 y 48 horas al celo y en la fertilidad (Kumar, 2024).

2.7 Metabolismo energético

Cuando el consumo de energía en la dieta es menor que el gasto energético del organismo, se desencadena una respuesta fisiológica caracterizada por la movilización de reservas grasas mediante la lipólisis del tejido adiposo, con el propósito de satisfacer los requerimientos energéticos. Gran parte del metabolismo de las grasas ocurre en el hígado, mientras que su transporte desde el tejido adiposo se lleva a cabo mediante los ácidos grasos libres (AGL) solubilizados en el torrente circulatorio (Kalyesubula *et al.*, 2019).

El balance energético negativo se caracteriza por hipoinsulinemia, hipoglucemia y reducción de IGF-, afectando el eje hipotálamo-hipofisario por lo que se produce un bloqueo en la secreción pulsátil de GnRH, lo que suprime la ovulación y conduce a la hembra a un estado de anestro. En ovejas es poco comprobable ya que existen pocas pruebas. Sin embargo, en vacas lecheras, es comprobable que el balance energético negativo afecta directamente el desarrollo folicular y la calidad de los ovocitos (Scaramuzzi *et al.*, 2006).

2.8 Principales vías de obtención de glucosa en ovinos

Porcu et al. (2020), menciona que, tras la administración oral de glicerol, una proporción considerable de este compuesto, aproximadamente el 44 %, es absorbida rápidamente a través de la pared ruminal por difusión pasiva. Posteriormente, es transportado por el torrente sanguíneo y utilizado directamente como sustrato para la gluconeogénesis hepática.

El propilenglicol (PG) puede mejorar el estado glucogénico mediante dos mecanismos principales. La primera consiste en su fermentación ruminal, produciendo principalmente ácido propiónico. Posteriormente, este compuesto se transforma en las mitocondrias hepáticas en succinil-CoA, incorporándose después al ciclo de Krebs para contribuir a la síntesis de glucosa. En la segunda vía, el PG es absorbido de forma intacta a través del tracto digestivo y metabolizado en el hígado, donde se convierte inicialmente en lactato. Después, el lactato se convierte en piruvato para dar lugar, en última instancia, al oxalacetato, un intermediario clave para la gluconeogénesis (Alon et al., 2020).

2.9 Aditivos utilizados para la estimulación reproductiva

Frecuentemente el propilenglicol es utilizado en vacas al principio de la lactancia para incrementar los niveles de glucosa, insulina, ácido propiónico y reducir la β -hidroxibutirato, ácidos grasos libres. Además, de disminuir las probabilidades de hígado graso en el periodo de transición (Ferraro et al., 2016).

La glicerina un subproducto del biodiesel, que se ha utilizado en ganado bovino lechero que se encuentra en lactancia, en una proporción del 5 al 15% de materia seca, aumentando el ácido propiónico en el rumen, demostrando ser un aditivo eficaz (Silva *et al.*, 2014).

Las levaduras, son mayormente utilizadas en ganado bovino destinado a la producción de carne ya que estas aumentan el flujo de nitrógeno y la digestión. Manteniendo el pH ruminal posterior al consumo de alimento, esto debido al aumento de nitrógeno amoniacal ruminal, modificando el intercambio de líquidos ruminales (Carrillo-Herrera *et al.*, 2016).

En Australia se emplea la práctica de suministrar grano de lupino a las ovejas durante periodos cortos con el propósito de incrementar la tasa ovulatoria. Esta estrategia, de aplicación sencilla, proporciona al ganado una ración con alta densidad proteica y energética en momentos en que dichos nutrientes son insuficientes o se encuentran en cantidades reducidas en los forrajes secos durante la temporada estival (Banchero *et al.*, 2006).

Hernández-Marín *et al.* (2024) reportan que, la tasa de presentación de estro fue un 27.78 % mayor en las ovejas tratadas con glutamato monosódico en comparación con aquellas que recibieron un reconstituyente metabólico. En consecuencia, se sugiere la incorporación de glutamato monosódico en los programas de sincronización de celo basados en progestágenos y prostaglandinas en la especie ovina.

Meza *et al.* (2006) demostraron que, las cabras tratadas con infusiones de aminoácidos excitadores, específicamente L-glutamina, presentaron un incremento de manera global en la actividad ovárica. Sin embargo, dicha respuesta no se asoció con

la hormona luteinizante, dado que sus niveles séricos permanecieron estadísticamente similares entre los grupos evaluados. En contraste, la concentración de insulina sí se incrementó en las cabras que recibieron dicho tratamiento.

De acuerdo con Córdova-Izquierdo, *et al.* (2008), menciona que, la administración de melatonina exógena permite inducir artificialmente un efecto de días cortos en mamíferos, neutralizando la influencia de los días largos. Específicamente en cabras en anestro sometidas a un régimen de 16 h de luz, la inserción subcutánea de implantes de 18 mg con liberación sostenida por 70 días mantiene el pico de actividad reproductiva.

Vicente-Pérez *et al.* (2011), reportó que en ovejas nulíparas de la raza Katahdin evaluadas durante su ciclo reproductivo natural, la adición de ácidos grasos poliinsaturados n-6 en el periodo de empadre disminuyó el intervalo hasta la aparición del estro, aunque no se tradujo en una mejora global del desempeño reproductivo. Sin embargo, este manejo alimentario mostró ventajas diferidas en el tiempo, reflejados en un mayor crecimiento de los corderos previo al destete y en beneficios para las crías provenientes de partos gemelares.

Sosa-Pérez *et al.* (2014). sugiere que, la administración de somatotropina bovina recombinante (bST), reduce el intervalo hasta la presentación del estro, debido a su participación en la foliculogénesis mediante la estimulación de la producción de insulina y del factor de crecimiento similar a la insulina tipo 1. Este mecanismo potencia la actividad de la FSH, favorece la síntesis de androstenediona y estradiol en el folículo, y promueve la maduración del folículo preovulatorio. Como consecuencia, se alcanzan

mayores concentraciones séricas de estradiol, lo que se traduce en una disminución del tiempo requerido para la manifestación del estro.

HIPÓTESIS

Nos planteamos que, la administración de un precursor de glucosa, durante un corto tiempo, incrementará el desarrollo folicular y la tasa de ovulación de ovejas Dorper sincronizadas al estro.

OBJETIVO

Evaluar el impacto de una suplementación gluconeogénica corta sobre el crecimiento folicular y tasa ovulatoria de ovejas Dorper sincronizadas al estro.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

General

Los procedimientos y el manejo zootécnico implementados en esta investigación se rigieron estrictamente por los comités y directrices internacionales (FASS, 2010) y nacionales (NAM, 2002) para el cuidado, bienestar y uso ético de animales de experimentación.

3.1 Localización del área de estudio

La investigación se llevó a cabo entre los meses de febrero- abril del 2025 en la unidad de producción ovina de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna, bajo un régimen de manejo intensivo. Dicha instalación se ubica geográficamente a 25° 31' 11" N y 103° 25' 57" O, a una elevación de 1120 msnm. De acuerdo con datos de CONAGUA (2015), el clima regional registra una temperatura media de 24 °C, con fluctuaciones extremas entre -1 °C en invierno (diciembre-enero) y 41 °C en verano (mayo-junio) y una precipitación promedio anual de 230 mm.

3.2 Animales experimentales y manejo

Se utilizaron 19 ovejas multíparas de la raza Dorper con características homogéneas de peso vivo (PV; 44.8 ± 3.2 kg) y condición corporal (CC; 2.7 ± 0.3 unidades), esta última determinada según los criterios de Russel *et al.* (1993). El régimen alimenticio durante la fase experimental consistió en una ración diaria única a base de ensilaje de

maíz y heno de alfalfa. además de contar con acceso libre a agua y corrales provistos de sombra.

3.3 Tratamiento de los animales

Se seleccionaron a las hembras de manera aleatoria y distribuidas en dos grupos de tratamiento: 1) grupo tratado (GT; n=10), al cual se administraron 50 mL de un precursor gluconeogénico LIPOFEED® (compuesto por 1-2 propanodiol al 4 % y propionato de sodio al 11.20 %), y 2) grupo control (GC; n=9), al cual se le administraron 10 mL de solución salina fisiológica. En ambos grupos, el suministro se realizó por vía oral diariamente durante la semana previa al inicio del protocolo de sincronización del estro.

3.4 Confirmación del estatus de anestro

Las ovejas fueron sometidas a una evaluación ecográfica realizada por un único operador especializado, empleando un ecógrafo portátil (CHISON ECO 5) con una sonda transrectal de 2.5–11.0 MHz. Las ovejas permanecieron de pie durante el procedimiento, usando carboximetilcelulosa como gel conductor. El rastreo del aparato reproductor consistió en ubicar la bifurcación uterina y girar el transductor 90° a la derecha y 180° a la izquierda para evaluar la actividad folicular y lútea en ambas estructuras ováricas. Se aplicó como criterio de exclusión la detección ecográfica de un cuerpo lúteo (CL).

3.5 Variables evaluadas

3.5.1 Crecimiento folicular

Se evaluó el tamaño folicular (TFOL) y el número de folículos (NFOL) al inicio del experimento (día 0) y al término (día 7). La clasificación del tamaño folicular se realizó conforme a los siguientes criterios: folículos pequeños ≤ 3 mm (FLPQ), folículos medianos de 4-5 mm (FLMD) y folículos grandes > 6 mm (FLGD), de acuerdo con el procedimiento metodológico establecido por Alvarado-Espino *et al.* (2016).

3.5.2 Porcentaje de ovulación y número de cuerpos lúteos

El porcentaje de ovulación (POV) de las hembras se determinó alrededor del día 13 posterior a la monta del macho, y se estableció dividiendo el número de hembras que exhibieron al menos un cuerpo lúteo (CL) entre el total de animales de cada grupo. La tasa ovulatoria (TOV) se cuantificó mediante el conteo directo de los cuerpos lúteos presentes en la superficie de ambos ovarios en la totalidad de las ovejas.

3.6 Análisis estadístico

Los datos continuos se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA) mediante el procedimiento de Modelo Lineal General (GLM). Las medias de peso vivo, condición corporal, así como el número y diámetro de los cuerpos lúteos, se compararon con la

prueba *t*. Por otro lado, la variable categórica de porcentaje de ovulación se evaluó mediante la prueba de Chi-cuadrada. Todos los análisis se ejecutaron en el paquete estadístico SAS (SAS Institute Inc., Cary, NC, EE. UU., v. 9.1), declarando significancia estadística a un nivel de $P \leq 0.05$.

IV. RESULTADOS

El promedio para FLPQ fue de 4.4 ± 0.3 vs 4.1 ± 0.3 para el grupo tratado y control respectivamente ($P > 0.05$), y el promedio para FLMD fue de 1.7 ± 0.3 y 1.5 ± 0.3 para el GT y GC respectivamente ($P > 0.05$). Asimismo, el tamaño de los FLGD fue de 0.4 ± 0.1 y 0.2 ± 0.1 correspondientes al GT y GC, en ese orden ($P > 0.05$). El POV (68%; $P > 0.05$) no fue diferente entre tratamientos. Como se muestra en la tabla 1.

La TOV (1.6 ± 1.2 vs 1.1 ± 1.1) evidenciaron discrepancias estadísticas entre los tratamientos ($P > 0.05$). Como se muestra en la tabla 1.

Cuadro 1. Parámetros de desempeño reproductivo en ovejas multíparas Dorper suplementadas con un precursor de glucosa (Lipofeed®), y solución salina (control) a 25° LN.

Variables	Tratado (n=10)	Control (n=9)
Folículos pequeños ($\leq 3\text{mm}$)	4.4 ± 0.3^a	4.1 ± 0.3^a
Folículos medianos (4-5mm)	1.7 ± 0.3^a	1.5 ± 0.3^a
Folículos grandes ($\geq 6\text{mm}$)	0.4 ± 0.1^a	0.2 ± 0.1^a
Tasa ovulatoria (n)	1.6 ± 1.2^a	1.1 ± 1.1^a

V. DISCUSIÓN.

Los hallazgos del presente estudio demuestran que la suplementación con precursores gluconeogénicos no generó diferencias significativas en la dinámica folicular ni en el rendimiento ovulatorio de las ovejas Dorper sincronizadas al estro. Este hallazgo indica que, bajo las condiciones experimentales establecidas, la administración de LIPOFEED® no tuvo un efecto detectable sobre la función reproductiva.

La ausencia de diferencias entre tratamientos concuerda con las observaciones de Quirós-Ruiz *et al.*, (2014), quienes suministraron Glukogen® en ovejas Pelibuey sincronizadas y tampoco observaron variaciones significativas en porcentaje de estro, gestación o prolificidad, aunque sí registraron una reducción en el tiempo de presentación del estro. De manera similar, Sánchez Payán (2023) encontró que la inclusión de selenio, tanto en su forma orgánica como inorgánica, en ovejas en transición no modificó de forma significativa la actividad reproductiva, lo que sugiere que ciertos suplementos pueden no tener impacto directo en parámetros ováricos cuando las hembras se encuentran en buen estado nutricional. Como también algunos resultados encontrados en vacas Holstein, en donde la SPG no tuvo efecto sobre el TFOL y POV (Hackbart *et al.*, 2017).

Es factible que el comportamiento observado en nuestro estudio responda a una elevación de la insulina debido a la administración del precursor gluconeogénico. En efecto, los resultados indican que la SPG con un precursor de glucosa incrementa las concentraciones de glucosa e insulina, lo anterior, puede disminuir el porcentaje de FLGD que ovulan, particularmente cuando se combina con un aumento de la LH

(Hackbart *et al.*, 2017). De acuerdo con lo anterior, es probable que nuestros resultados en las ovejas tratadas con el precursor gluconeogénico se vieran afectados de manera negativa el TFOL así como, la TOV. Por otra parte, existen resultados de estudios en humanos y otros mamíferos que indican que los niveles altos de insulina y la resistencia a esta, ejercen efectos perjudiciales en la ovulación y la fertilización (Fauser *et al.*, 2012).

En contraste, otros estudios han documentado efectos positivos de la suplementación energética sobre la dinámica ovárica y la fertilidad ovina bajo condiciones de balance energético negativo. Por ejemplo, Aguerrebere (s.f.) señala que el aporte de precursores gluconeogénicos puede favorecer la liberación de hormonas clave para la reproducción y mejorar la tasa de preñez en hembras con baja condición corporal. Asimismo, investigaciones en bovinos y ovinos han mostrado que el incremento en la disponibilidad de glucosa puede estimular la liberación de LH y FSH, favoreciendo la dinámica folicular (González-Bulnes *et al.*, 2004; Scaramuzzi *et al.*, 2006).

Las discrepancias entre estudios pueden atribuirse a factores como el estado nutricional inicial de los animales, la dosis utilizada, la duración del tratamiento y la variabilidad individual pudieron influir en la capacidad de detectar diferencias estadísticas.

VI. CONCLUSIÓN

Los resultados encontrados bajo estas condiciones muestran que la suplementación corta por siete días no afectó de manera positiva la dinámica folicular, así como el número de cuerpos lúteos en ovejas Dorper sincronizadas al estro. En futuras investigaciones se recomienda cuantificar los perfiles plasmáticos de glucosa e insulina, además de otros metabolitos sanguíneos relacionados con el metabolismo energético, la evaluación de diferentes dosis, periodos de administración más prolongados y el impacto sobre parámetros adicionales, como la calidad de los embriones y la prolificidad.

VII. LITERATURA CITADA

- Aguerreberre, A. J. I. (s.f.). Manejo de la reproducción en el ovino. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM.
- Alon T., Rosov A., Lifshitz L. y Moallem U. 2020. The distinctive short-term response of late-pregnant prolific ewes to propylene glycol or glycerol drenching. *J. Dairy Sci.* 103:10245–10257. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18227>
- Alvarado-Espino A.S., Meza-Herrera C.A., Carrillo E., González-Álvarez V.H., Guillen-Muñoz J.M., Ángel-García O., Mellado M., y Véliz-Deras F.G. 2016. Reproductive outcomes of Alpine goats primed with progesterone and treated with human chorionic gonadotropin during the anestrus-to-estrus transition season. *Animal Reproduction Science*. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2016.02.019>
- Arroyo J. 2011. Estacionalidad reproductiva de la oveja en México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*.14. (3). ISSN 1870-0462
- Avila-González. R., Arriaga-Jordán. C.M., Estrada-Flores J.G. y López-González F. 2022. EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE TULE (*Typha latifolia*) EN LA ALIMENTACIÓN DE OVINOS EN EL ALTIPLANO CENTRAL DE MÉXICO. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. <http://doi.org/10.56369/tsaes.4075>
- Banchero, G., y 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.
- Cadena-Villegas S., Arévalo-Díaz M., Gallegos-Sánchez J. y Hernández-Marín A. 2018. Estrus synchronization in ewes with PGF2 α and biostimulated with “male effect”. *ABANICO VETERINARIO*. 8(3): 94-105. <http://dx.doi.org/10.21929/abavet2018.83.7>
- Carrillo-Herrera J., Murillo-Ortiz M., Herrera-Torres E., Carrete-Carreón F., Reyes-Estrada O. y Livas-Calderón F. 2016. Rendimiento productivo y calidad de la canal de becerros alimentados con un precursor glucogénico. *Abanico Vet.* 6 (1). ISSN 2448-6132
- Castellanos-Duarte, F. A., Esteban-Bautista, E. Y., Castellanos-Solano, J. M., Trujillo-García, A. M., Hernández-Castañeda, M., Ducoing-Watty, A. E., Alarcón-Aburto, A., y Ceballos-Escalante, B. J. C. 2024. Utilización de propanodiol para incrementar la producción de cabras lecheras. *Spei Domus*. <https://doi.org/10.16925/2382-4247.2024.02.07>

- Castillo-Hernández L., Jiménez O. A., Leonides E. S., González-Luna S., Maldonado-Jáquez J. A., y Castillo-Hernández G. 2025. Caracterización de sistemas tradicionales de producción ovina en el Estado de México, aspectos productivos y económicos. *Spei Domus*. 21(1): 1-6. <https://doi.org/10.16925/23824247.2025.01.04>
- Chinnathambi V. y Chitrambigai K. 2025. Optimizing Sheep Reproductive Performance through Nutritional Interventions. *Journal of Experimental Agriculture International*. 47 (4), 113-121. <https://doi.org/10.9734/jeai/2025/v47i43361>
- Cloete S.W.P., Snyman M.A., Herselman M.J. 2000. Rendimiento productivo de las ovejas Dorper. *ELSEVIER*. 36.12. (119-135). [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(99\)00156-X](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(99)00156-X)
- Córdova-Izquierdo, A., Córdova-Jiménez, M.S., Córdova-Jiménez, C.A. y Guerra-Liera, J.E. 2008. Procedimientos para aumentar el potencial reproductivo en ovejas y cabras. *Rev. vet.* 19: 1, 67–79.
- De la Isla H. G., Aké L. J. R., Ayala B. A. y González-Bulnes A. 2010. Efecto de la condición corporal y la época del año sobre el ciclo estral, estro, desarrollo folicular y tasa ovulatoria en ovejas Pelibuey mantenidas en condiciones de trópico. *Veterinaria México*. 41. (3) 167-175. ISSN: 0301-5092
- Díaz-Sánchez C. C., Jaramillo-Villanueva J. L., Bustamante-González A., Vargas-López S., Delgado-Alvarado A., Hernández-Mendo O. y Casiano-Ventura M. A. 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). <http://dx.doi.org/10.22319/rmcp.v9i2.4495>
- Fauser, B. C., Tarlatzis, B. C., Rebar, R. W., Legro, R. S., Balen, A. H., Lobo, R., Carmina, E., Chang, J., Yildiz, B. O., Laven, J. S., Boivin, J., Petraglia, F., Wijeyeratne, C. N., Norman, R. J., Dunaif, A., Franks, S., Wild, R. A., Dumesic, D., y Barnhart, K. 2012. Consensus on women's health aspects of polycystic ovary syndrome (PCOS): the Amsterdam ESHRE/ASRM-Sponsored 3rd PCOS Consensus Workshop Group. *Fertility and sterility*. 97(1), 28–38. <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2011.09.024>
- Ferraro S. M., Mendoza G. D., Miranda L. A. y Gutiérrez C.G. 2016. Fermentación ruminal in vitro de glicerol, propilenglicol y melaza combinados con forrajes y su efecto sobre las concentraciones plasmáticas de glucosa e insulina en sangre después de una administración oral en ovejas. *Science Direct*. 213. 10.1016/j.anifeedsci.2016.01.010

- Godínez G. A., Morales U.J. y Vázquez G. G. H. 2014. COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE OVEJAS DORPER Y KATAHDIN EMPADRADAS EN PRIMAVERA EN EL NORTE DE MÉXICO. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 17. (123-127).
- González-Bulnes, A., Veiga-Lopez, A., Garcia-Garcia, R. M., & Dominguez, V. (2004). Effects of nutrition on follicle development and ovulation rate in sheep. *Reproduction, Fertility y Development*, 16(4), 403–412.
- Hackbart, K. S., Bender, R. W., Carvalho, P. D., Vieira, L. M., Dresch, A. R., Guenther, J. N., y Wiltbank, M. C. 2017. Effects of propylene glycol or elevated luteinizing hormone during follicle development on ovulation, fertilization, and early embryo development. *Biology of Reproduction*, 97(4), 550-563.
- Hernández-Marín J. A., Ángel-Sahagún C. A., Rojas-García A. R., Cigarroa-Vázquez F. A., Maki-Díaz G. y Cadena- Villegas S. 2024. Respuesta de un reconstituyente metabólico y glutamato monosódico en la tasa de gestación en ovejas. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*. DOI: <https://doi.org/10.19136/era.a11nIV.4090>
- Hernández-Rubio J. D., Navarro-Maldonado M. C., González-Muñoz S. S., Hernández-Rodríguez M., Hinojosa C. M. P. y Cortez-Romero C. 2023. INFLUENCIA DE LA PRESINCRONIZACIÓN DEL ESTRO EN VARIABLES REPRODUCTIVAS DE OVEJAS DE LA RAZA KATAHDIN PORTADORAS DEL GEN GDF9. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 26. 042. <http://doi.org/10.56369/tsaes.4269>
- Herrera I. G., López A. R. J., Burgos A. A., y González-Bulnes A. 2010. Effect of body condition and season of the year on estrous cycle, estrous, follicular development and ovulation rate in Pelibuey ewes under tropical conditions. *Vet. Méx.*, 41 (3).
- Joshi P. 2022. NUTRITION AND REPRODUCTION IN SHEEP. *Food & Agribusiness Management (FABM)*. 3(2) 48-52. <http://doi.org/10.26480/fabm.02.2022.48.52>
- Kalyesubula M., Rosov A., Alon T., Moallem U. y Dvir H. 2019. Intravenous Infusions of Glycerol Versus Propylene Glycol for the Regulation of Negative Energy Balance in Sheep: A Randomized Trial. *Animals*. 9, 731; doi:10.3390/ani9100731
- Ke T., Zhao M., Zhang X., Cheng Y., Sun Y., Wang P., Ren C., Cheng X., Zhang Z. y Huang Y. 2023. Feeding Systems Affecting Production, Carcass Attributes, and Meat Quality of Ovine and Caprine Species. *Life*. 13, 1215. <https://doi.org/10.3390/life13051215>

- Kumar, P. R. 2024. Evaluation of the efficiency of estrus synchronization protocols combined with natural service and ultrasonography on ewe reproductive performance during non-breeding season. *Iranian Journal of Veterinary Research*, Shiraz University. 25. (86) 48-53. 10.22099/IJVR.2024.48021.6981
- Letelier, C., Mallo, F., Encinas, T., Ros, JM. y Gonzalez-Bulnes, A. 2008. El aporte glucogénico aumenta la tasa de ovulación al modificar el reclutamiento folicular y el desarrollo subsiguiente de folículos preovulatorios sin afectar la secreción de grelina. *Reproduction*, 136(1), 65–72. doi:10.1530/REP-08-0010
- Limas-Martínez A. G., Hernández-Meléndez J., Velázquez-Morales J. V., Cortez-Romero C., Vázquez-Rocha, L. y Quintero-Elisea, J. A. 2023. Comportamiento reproductivo y productivo de ovinos de pelo bajo un sistema de producción intensivo. *Agro Productividad*. <https://doi.org/10.32854/agrop.v16i12.2768>
- Meza, H. C. A., Lorenzo, R. A., Chavez, P. J. G. y 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.
- Milne C. 2000. Investigación sobre pequeños rumiantes. ELSEVIER. [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(99\)00154-6](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(99)00154-6)
- Porcu C., Pasciu V., Succu. S., Baralla E., Manca M.E., Serra E., Leoni G.G., Dattena M., Bomboi G.C., Molle G., Naitana S. y Berlinguer F. 2017. El tratamiento glucogénico crea un entorno metabólico óptimo para el período de concepción en las ovejas. ELSEVIER. 10.1016/j.domaniend.2016.12.003
- Porcu C., Sotgiu D. F., Pasciu V., Cappai G. M., Barbero-Fernández A., Gonzalez-Bulnes A., Dattena M., Gallus M., Molle G. y Berlingue F. 2020. Administration of glycerol-based formulations in sheep results in similar ovulation rate to eCG but red blood cell indices may be affected. *BMC Veterinary Research* 16. 207 <https://doi.org/10.1186/s12917-020-02418-z>
- Quirós Ruiz, C., Carreón Luna, L., Franco Guerra, F. J., Villarreal Espino-Barros, O. A., Hernández Hernández, J. E., y Camacho Ronquillo, J. C. 2014. Nutrición estratégica o Glukogen® en la respuesta reproductiva de ovejas Pelibuey sincronizadas al estro. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 15(11), 1–5.
- Ramírez-Ramírez, A. I., Delgado-Tiburcio, G. I., Cruz-Espinoza, F., Herrera-Corredor, A. C., y Gallegos-Sánchez, J. (2021). Photoperiod and its relationship to sheep reproduction. *Agro Productividad*. <https://doi.org/10.32854/agrop.v14i10.1620>

- Sánchez Payán, A. P. (2023). Efecto de la suplementación de selenio orgánico e inorgánico sobre la actividad reproductiva de ovejas en transición (Tesis de maestría). Universidad Autónoma Chapingo.
- Scaramuzzi J. R., Campell B. K., Downing J. A., Kendall N. R., Khalid M., Muñoz-Gutiérrez M., y Somchit A. 2006. A review of the effects of supplementary nutrition in the ewe on the concentrations of reproductive and metabolic hormones and the mechanisms that regulate folliculogenesis and ovulation rate. *Reprod. Nutr.* 46 339–354. DOI: 10.1051/rnd:2006016.
- Scaramuzzi, R. J., Campbell, B. K., Downing, J. A., Kendall, N. R., Khalid, M., Muñoz-Gutiérrez, M., y Somchit, A. 2006. A review of the effects of supplementary nutrition on the reproduction of the female sheep. *Reproduction, Fertility and Development*, 18(4), 391–408.
- Senosy W, Mahmoud G. B. y Abdel-Raheem S. M. 2016. Influence of short-term energy supplementation on estrus, ovarian activity and blood biochemistry in Ossimi ewes synchronized with fluorogestone acetate in the subtropics.
- Silva L. M., Oliveira C. H. A., Silva A. M., Fernandes C. C. L., Duarte S. S., Lima I. M. T., Silva C. M. G., Martins L. T., Calderón C. E. M., Tavares K. C. S., Lazzarotto C. R., Bertolini L. R., Bertolini M. y Rondina D. 2014. Gene expression and embryo quality in superovulated goats supplemented with crude glycerin after mating. *Small Ruminant Research*. 120. 1. 71-77. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2014.03.012>
- Sosa-Pérez, G., Pérez-Hernández, P., Vaquera-Huerta, H., Salazar-Ortiz, J., Sánchez-del-Real, C., Cadena-Villegas, S. y Gallegos-Sánchez, J. 2014. SOMATOTROPINA BOVINA RECOMBINANTE EN SINCRONIZACIÓN DE ESTROS Y PROLIFICIDAD DE OVEJAS PELIBUEY. *Archivos de Zootecnia*. 63 (241). 219-222.
- Sotgiu, F.D.; Porcu, C.; Pasciu, V.; Dattena, M.; Gallus, M.; Argiolas, G.; Berlinguer, F.; Molle, G. 2021. Towards a Sustainable Reproduction Management of Dairy Sheep: Glycerol-Based Formulations as Alternative to eCG in Milked Ewes Mated at the End of Anoestrus Period. *Animals*, 11, 922. <https://doi.org/10.3390/ani11040922>
- Tamir Alon., Alexander Rosov., Lilya Lifshitz., Uzi Moallem. 2024. The distinctive short-term response of late-pregnant prolific ewes to various doses and mixtures of propylene glycol and glycerol drenching. *Science direct*. 311. 10.1016/j.anifeedsci.2024.115957

- Uhde K., Van Tol TA. H., Stout AE T., Roelen AJ B. 2018. La exposición a concentraciones elevadas de glucosa altera el perfil metabólico de los blastocistos bovinos. PLOS One. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0199310>
- Verdoljak O. J.J., Vásquez R., Casco J. F., Pereira M. M., Gándara L., Acosta F. A., Fernández-López C., Castillo-Rodríguez S. P. y Martínez-González J. C. 2017. Protocolo de Inducción de Estro en Ovejas de Lana en Anestro Estacional y su Comportamiento Productivo. Rev Inv Vet Perú 2017; 28(4): 904-910. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v28i4.12979>
- Vicente-Pérez R., Macías-Cruz U., Avendaño-Reyes L., García-Flores E. O., Martínez-Martínez R., Montañez-Valdez O. D., Reyes-Gutiérrez J. A., Chay-Canul A. J., y Crosby-Galván M. M. 2021. Suplementación de ácidos grasos poliinsaturados en el empadre de ovejas nulíparas Katahdin: eficiencia reproductiva y crecimiento pre-destete de las crías. Rev Mex Cienc Pecu 12(2). 586-597. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v12i2.5540>
- Wang, Z.; Liu, Z.; Sun, H.; Bai, C.; Pi, T.; Ma, H.; Zhao, Z.; Yan, S. 2025. Detection of the Candidate Genes of Economically Important Traits in Dorper Sheep Through Whole Genome Resequencing. Vet. Sci., 12, 887. <https://doi.org/10.3390/vetsci12090887>