

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



Efecto de los minerales enriquecidos con fosfolípidos (Zeogain Potentia®) sobre porcentaje de celo y niveles de glucosa y proteína total en cabras de pastoreo

Por:

Kenia Ontiveros Samaniego

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 los minerales enriquecidos con fosfolípidos (Zeogain Potentia®) sobre porcentaje de celo y niveles de glucosa y proteína total en cabras de pastoreo

Por:

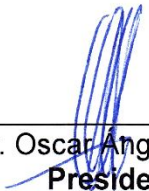
Kenia Ontiveros Samaniego

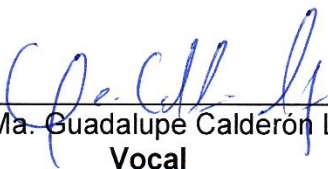
TESIS

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


Dr. Fernando Arellano Rodríguez
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

Efecto de los minerales enriquecidos con fosfolípidos (Zeogain Potentia®) sobre porcentaje de celo y niveles de glucosa y proteína total en cabras de pastoreo

Por:

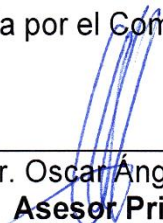
Kenia Ontiveros Samaniego

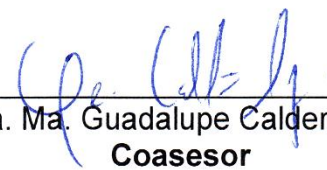
TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

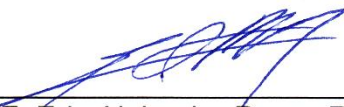
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por el Comité de Asesoría:


Dr. Oscar Ángel García
Asesor Principal


Dra. Ma. Guadalupe Calderón Leyva
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

Principalmente a dios

por brindarme salud, fortaleza y sabiduría para seguir adelante en cada etapa de este trabajo, así como por darme la oportunidad de cumplir una meta más en mi formación académica y personal.

A Mi Asesor

Dr. Oscar Ángel García por brindarme la oportunidad de desarrollar este proyecto y por ofrecerme el apoyo y las facilidades para concluir exitosamente este análisis.

A mis padres Nancy Elizabeth Samaniego Pérez y Antonio ontiveros Escárcega , por su todo amor, total apoyo y confianza en cada momento. Les agradezco por motivarme a no rendirme y por estar presentes en cada desafío y logro alcanzado.

A mi abuela Maricela Pérez Aguilar por comprenderme escucharme, comprenderme, apoyarme tenerme paciencia durante tantos años

A Guadalupe Ontiveros Samaniego mi hermana , por acompañarme siempre, no dejarme sola y a pesar de cualquier obstáculo estar ahí para mi

A mi cuñado Cristian Solorsano Gómez, por la paciencia y por brindarme su ayuda cuando lo necesité.

A mis amigos, que hice dentro de la universidad en especial a: **Marlene, Mariel, Manuel, Jorge, Monse**, por compartir conmigo momentos importantes, por su compañerismo, apoyo y por hacer más llevadero este camino académico.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	i
ÍNDICE DE CONTENIDO	ii
ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS	iii
RESUMEN	iv
I.-INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 Situación de la caprinacultura	4
2.1.1. Producción caprina en el mundo	4
2.1.2 Situación actual de la caprinocultura en México	8
2.2 Sistemas de producción en México	11
2.3 Estrategias alimenticias para mejorar la reproducción	12
2.3.1 Efecto del flushin sobre respuesta reproductiva	13
2.4 Proteína	16
2.5 Fosfolípidos.....	18
III. MATERIALES Y METODOS	20
3.1 Localización del área de estudio y manejo de los animales	20
3.2 Confirmación del estatus de anestro	21
3.2 Tratamiento de los animales	21
3.3 Variables evaluadas	22
3.3.1 Peso vivo y condición corporal.....	22
3.3.2 Niveles de glucosa y proteína total	22
3.3.3 Porcentaje de celos	23
3.3.4 Tasa de ovulación.	23
3.4. Análisis estadísticos.....	23
IV.RESULTADOS.....	25
V. DISCUSIÓN.....	27
VI.-CONCLUSIÓN	30
VII LITERATURA CITADA.....	31

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Figura 1 Aumentó de la población caprina en la última década (FAOSTAT,2023).	5
Figura 2 Distribución mundial de cabezas de ganado caprino (FAOSTAT,2023)	6
Figura 3 Avances de la población y producciones caprinas durante las últimas dos décadas.....	7
Cuadro 1 Medias ($\pm$ DESVEST) para peso vivo y condición corporal de cabras complementadas con 17 g de minerales enriquecidos con fosfolípidos (ZG) y cabras sin complementar (GC) por 14 días durante los meses de abril y mayo (primavera, 25°LN).	25
Cuadro 2 Medias ($\pm$ DESVEST) para glucosa y proteína total de cabras complementadas con 17 g de minerales enriquecidos con fosfolípidos (ZG) y cabras sin complementar (GC) por 14 días durante los meses de abril y mayo (primavera, 25°LN).	25
Cuadro 3 Respuesta reproductiva de cabras complementadas con 17 g de minerales enriquecidos con fosfolípidos (ZG) y cabras sin complementar (GC) por 14 días durante los meses de abril y mayo (primavera, 25°LN).	26

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la suplementación con minerales enriquecidos con fosfolípidos sobre las concentraciones de glucosa, proteína total y porcentaje de celo en cabras bajo condiciones de pastoreo. Se utilizaron 17 hembras caprinas multirraciales, homogéneas en cuanto al peso vivo (PV; 41.2 ± 0.5 kg) y condición corporal (CC; 2.5 ± 0.1 unidades). Las cabras se asignaron al azar y fueron divididas en 2 grupos: un primer grupo tratado (ZG n=8) recibió 17 gr de minerales enriquecidos con fosfolípidos (Zeogain Potentia®), mientras que el grupo control (GC n=9) no recibió suplementación. El tratamiento se administró vía oral durante 14 días previo al empadre. Todas las cabras fueron sincronizadas al estro utilizando un protocolo a base de progesterona y (20 mg) y gonadotropina coriónica humana (100 UI) vía intramuscular. No se encontró diferencias para PV ($39.6.0 \pm 7.7$ kg), CC (2.1 ± 0.3) para ambos tratamientos ($P > 0.5$). Los niveles de GLUC (56.3 ± 7.0), PT (6.7 ± 0.6) para ambos tratamientos ($P > 0.5$). En cuanto a variables reproductivas, el porcentaje de hembras en celo (88%), ovulación (65%), y tasa ovulatoria (1.6 ± 0.6) no mostró diferencia para ambos grupos ($P > 0.05$). Los resultados demuestran que la administración de minerales enriquecidos con fosfolípidos durante 14 días no afectó los niveles metabolitos sanguíneos, ni la respuesta reproductiva en cabras bajo situación de pastoreo. En conclusión, la administración de minerales enriquecidos no afecta la respuesta metabólica y reproductiva de las cabras bajo situación de pastoreo.

Palabras clave: Minerales, Fosfolípidos, Ovulación, Cabras

I.-INTRODUCCIÓN

La eficiencia reproductiva del animal es una variable de gran importancia para el éxito de una explotación lechera. Entre diferentes nutrientes, los minerales desempeñan un papel fundamental en el mantenimiento del bienestar reproductivo del hato. Los minerales de mayor importancia se clasifican en macroelementos (Ca, P, K, NaCl y Mg) y oligoelementos (Cu, Co, Se, Mn, I, Zn, Fe, Mo y Cr). Los oligoelementos también son importantes para la salud reproductiva (Chester-Jones et al., 2013).

Una concentración adecuada de oligoelementos contribuye a lograr mayores tasas de concepción (Rabiee et al., 2010). Los oligoelementos contribuyen a mejorar el rendimiento reproductivo del ganado (Kumar et al., 2011; Grace y Knowles, 2012). Por ejemplo, el uso de minerales quelados que son una mezcla de macro y microminerales como Ca, P, Zn, S, Mn, Na, K, Mg, Fe, I, Co, Cu, etc., ya sea combinados con una mezcla de aminoácidos y péptidos (NRC, 2001).

Los microelementos son importantes para la salud reproductiva (Rajendra et al., 2021). Por otra parte, diversas fuentes de grasas en la dieta de ganado lechero mejora la función reproductiva. En particular, la suplementación de la dieta con diversas fuentes de grasa mejora las tasas generales de preñez del ganado. Sin embargo, estas concentraciones pueden variar de diferentes ácidos grasos. (Bhosales et al., 2021)

Existen investigaciones que respaldan el concepto de que la alimentación con grasas suplementarias mejora el rendimiento reproductivo en el ganado (Rabiee et al., 2010; Kumar et al., 2011; Grace y Knowles, 2012; Rajendra et al., 2021). En este mismo sentido, la suplementación con grasas tuvo efectos beneficiosos sobre el folículo, el ovocito, el embrión y el útero en el ganado lechero (Bilby et al., 2006).

El estado nutrición influye directamente en los procesos relacionados con la tasa de ovulación en los rumiantes, principalmente mediante variaciones en el peso vivo y la condición corporal de los animales (Guerra-García et al., 2009). La acción de la nutrición en la función ovárica puede dividirse en 3 tipos de efectos. El primero es el efecto a largo plazo o estático, en el cual hembras con mayor peso vivo tienden a presentar mayor tasa

ovulatoria. El segundo corresponde al efecto de mediano plazo o dinámico, donde los incrementos en el peso vivo y condición corporal durante las semanas previas y el periodo de empadre favorecen una mejor actividad ovárica, reflejada en un mayor número de folículos y cuerpos lúteos en los ovarios. Finalmente, el efecto de corto plazo o agudo ocurre cuando la suplementación estratégica de proteína o energía mejora la función reproductiva aun sin producir modificaciones en el peso o en la condición corporal de las hembras y (Scaramuzzi *et al.*, 2006). Sin embargo, aún no se conoce como el efecto de los minerales enriquecidos con fosfolípidos pudieran afectar la respuesta reproductiva y metabólica en cabra bajo condiciones de pastoreo.

HIPÓTESIS

El uso de los minerales enriquecidos con fosfolípidos mejorará los niveles de glucosa, proteína total y porcentaje de celo en cabras en pastoreo

OBJETIVO

Determinar el efecto de los minerales enriquecidos con fosfolípidos sobre los niveles de glucosa, proteína total y porcentaje de celo en cabras de pastoreo

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Situación de la caprinocultura

La domesticación de las cabras se remonta a los años 6000 a.m. así siendo una de las principales especies domesticadas por el hombre, desde hace años las cabras han formado parte de la sociedad humana en diferentes regiones del mundo debido a su gran habilidad de adaptación a distintos ambientes y su aprovechamiento de recursos alimenticios de baja calidad (Evelio & Julio, 2015). A lo largo del tiempo la producción caprina ha sido valorada por su versatilidad productiva en distintas civilizaciones antiguas, como lo fue el antiguo Egipto y en Mesopotamia eran utilizadas para la obtención de leche, carne y pieles. Uno de los primeros alimentos consumidos por la humanidad fue la leche de cabra luego de su domesticación (Niurbys, 2019).

Con la ampliación de rutas de comercialización durante la colonización las cabras fueron introducidas a territorio americano aproximadamente hace más de 400 años, siendo una de las especies que tiene mejor adaptación a las condiciones de diversos territorios. En México la caprina cultura se vio más desarrollada en zonas áridas y semi áridas como son el norte y centro del país, con el paso de las décadas esta actividad se convirtió en una de las fuentes más importantes de ingreso económico para los pequeños propietarios rurales (SADER, 2017).

2.1.1. Producción caprina en el mundo

La población mundial de caprinos domésticos (*Capra aegagrus hircus*) se estima en aproximadamente 1,100 millones de animales, registrando un crecimiento del 21.1%

durante la última década (Figura 1). La producción caprina se desarrolla principalmente en países en vías de desarrollo y en regiones con condiciones poco favorables para otros sistemas pecuarios. Además, esta actividad es llevada a cabo, en su mayoría, por pequeños productores que trabajan bajo sistemas familiares o de subsistencia, destinando la producción tanto al autoconsumo como a la comercialización local (FAOSTAT, 2023).

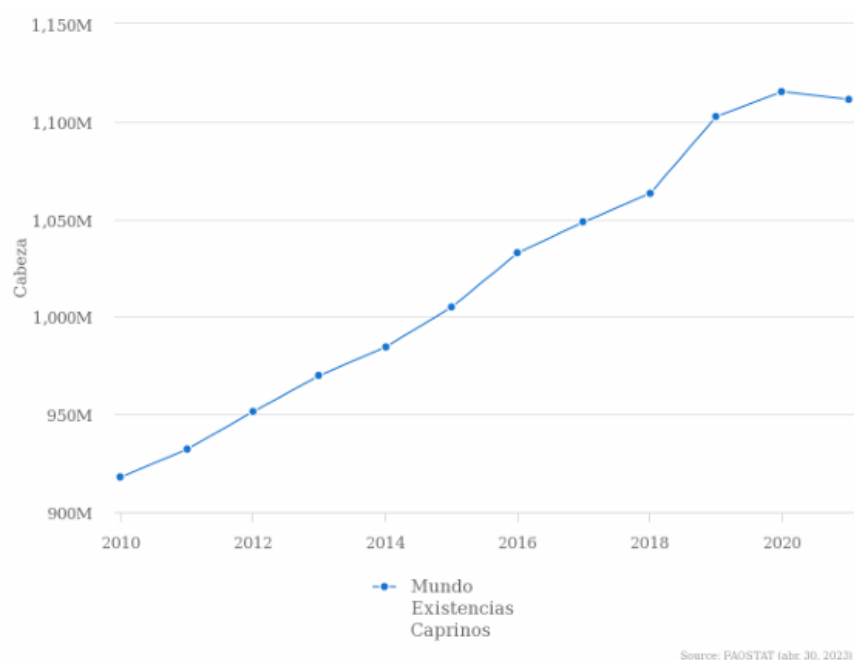


Figura 1 Aumentó de la población caprina en la última década (FAOSTAT,2023).

De la población mundial de cabras, cerca del 93.1% se concentra en Asia y África mientras que únicamente el 4.3% se localiza en el continente americano. Entre los principales países productores destaca China, con alrededor de 140 millones de cabezas, seguida de India con 133 millones y Pakistán con aproximadamente 55 millones de caprinos (Figura 2).

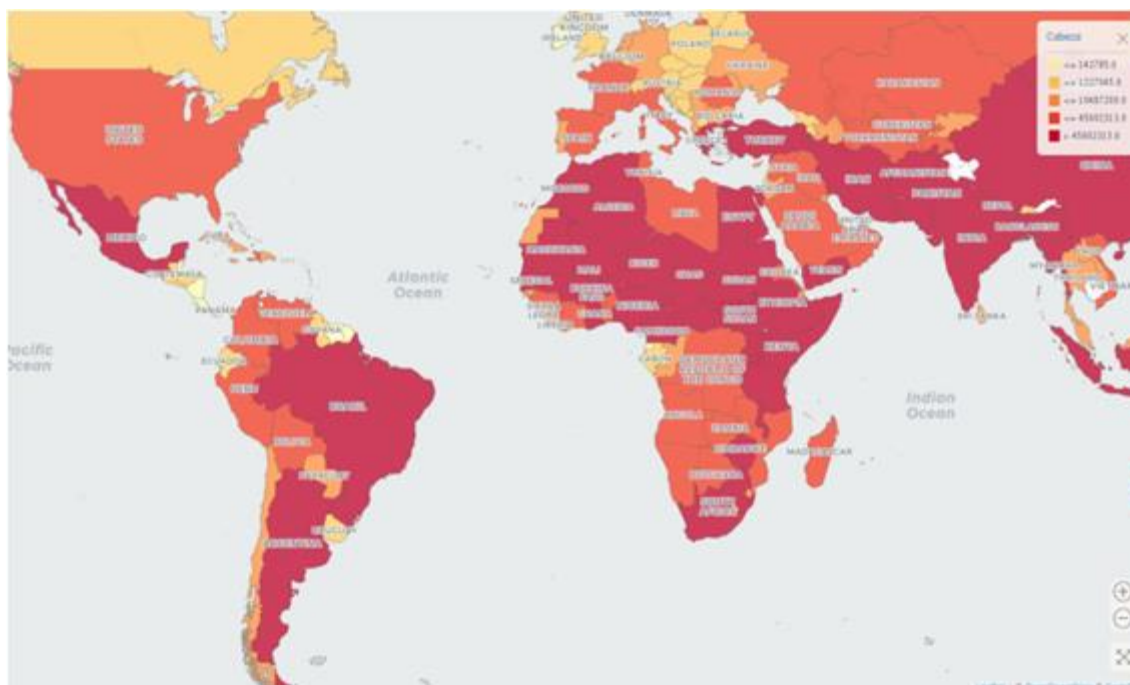


Figura 2 Distribución mundial de cabezas de ganado caprino (FAOSTAT,2023)

La carne caprina resalta en la comercialización global de productos caprinos, siendo de alta relevancia. Su producción a nivel mundial es de 5,8 millones de toneladas con una tasa de crecimiento de alrededor del 38% en el periodo 2004-2017.

Sin embargo, a pesar de este incremento, la carne caprina representa solo el 1,7% de la producción global de carnes (FAOSTAT, 2019). A nivel continental, América aporta solo el 4,3% de la producción mundial, en esta región, el inventario ganadero está liderado por: Brasil 10 millones de cabezas (4%), México 8,5 millones de cabezas (1%) y Argentina con 4,9 millones de cabezas (0,4%) (FAOSTAT, 2023)

La leche caprina representa cerca del 2,2% del suministro lácteo mundial, en la última década ha incrementado un 15 % con un volumen que oscila entre 18 y 19 millones de toneladas (FAOSTAT, 2023). Así mismo diferentes estadísticas indican que el inventario mundial de cabras lecheras aumento alrededor de un 18% en la última década, cifra que

prácticamente duplica el crecimiento observado en el ganado bovino lechero (FAOSTAT, 2019). La producción mundial de leche caprina ronda los 18 millones de toneladas, siendo India el principal productor con cerca de 6 millones de toneladas, seguido de Bangladesh con aproximadamente 1.1 millones de toneladas. En países como Nigeria, Somalia, Cyprus y Greece, la leche caprina representa más del 25 % de la producción total de leche (FAOSTAT, 2019)

No obstante, aun existe una limitada disponibilidad de información estadística reciente y confiable sobre la producción caprina a nivel mundial (AACREA, 2005; FAOSTAT, 2023) (Figura 3)



Figura 3 Avances de la población y producciones caprinas durante las últimas dos décadas.

Distintas investigaciones mencionan que los caprinos cumplen una función importante en la prestación de servicios ecosistémicos, ya que contribuyen al control de la

vegetación, ayudan a disminuir al riesgo de incendios forestales y favorecen la conservación de biodiversidad en áreas naturales protegidas (Salgado y col., 2023).

2.1.2 Situación actual de la caprino cultura en México

La crianza de cabras en México se originó con la llegada de los españoles durante la época colonial. Se cree que muchos de los ejemplares introducidos proveían de las islas canarias. Investigaciones de tipo genético y fenotípico indican que las primeras poblaciones caprinas establecidas en el país presentaban una marcada influencia de las razas Navarra y Andaluza. Con el paso del tiempo estos animales se adaptaron exitosamente a diversas condiciones climáticas y geográficas del territorio mexicano, demostrando una notable capacidad de supervivencia y producción. Los caprinos destacan por su resistencia a ambientes áridos, periodo de sequía y limitaciones de disponibilidad de forrajes, características que han favorecido su permanencia en sistemas de producción extensivos. Debido a ello, esta especie ha representado una alternativa económica importante y una fuente de apoyo para muchas familias de zonas rurales con bajos recursos (Mayén, 1989).

El análisis histórico de las estadísticas pecuarias ha permitido evaluar la evolución de la producción caprina en México. Sin embargo, la información relacionada con el número de cabezas de ganado no siempre ha sido completamente precisa, ya que en muchos casos los datos se obtenían mediante estimaciones basadas en encuestas aplicadas a los productores, y no a través de censos físicos directos, lo que genera incertidumbre sobre la confiabilidad de registros. Durante la década de los 90's y principios del siglo XXI se recurrió a las distintas fuentes de información para mejorar las estimaciones del inventario caprino nacional. Entre ellas se encontraban los reportes del Instituto Nacional

de Estadística y Geografía y de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, actualmente mediante SIAP, utilizados para calcular el número de animales. Asimismo, se emplearon datos de la SECOFI para estimar el consumo de productores caprinos. Además, se incorporaron fuentes alternativas de información, como el Consejo Mexicano de Caprinocultores, asociaciones regionales de productores y la Asociación Nacional de Tiendas de Autoservicio, con el objetivo de obtener cálculos más confiables sobre el hato caprino nacional y sus productos, actualizando así la información previamente publicada (Galina, 2002).

En Mexico, la producción de carne y leche de cabra se ha desarrollado tradicionalmente como una alternativa para aprovechar recursos naturales de baja productividad, especialmente los agostaderos ubicados en zonas áridas y semiáridas. No obstante, en los últimos años la producción nacional de productos caprinos, así como el tamaño del hato nacional, ha presentado una disminución significativa. A pesar de que la carne y la leche de cabra alcanzan precios elevados en el mercado para el consumidor final, esta situación no se refleja en mejores ingresos ni en una mayor calidad de vida para los productores primarios, quienes continúan enfrentando limitaciones económicas y productivas. (Guerrero, 2010).

Al analizar la evolución de la población caprina en Mexico entre 1930 y 2006, se observa que en este periodo de 76 años el inventario ganadero registro un incremento global del 21.7%, lo que equivale a un aumento de 1,426,631 cabezas. Sin embargo, este crecimiento no fue lineal; durante las décadas de 1930 a 1950 el desarrollo fue moderado, mostrando un comportamiento similar al del cierre del periodo. Posteriormente , entre los años 50's y 80's , la actividad caprina experimento un ritmo

de crecimiento sumamente dinámico y acelerado. Esta tendencia expansiva se interrumpió drásticamente en la década de 1981 a 1991, intervalo en el que los registros estadísticos muestran un descenso significativo en el número de semovientes a nivel nacional (Vargas y López, 1991)

De acuerdo con estimaciones nacionales, el inventario caprino en México alcanzó aproximadamente 10,275,454 cabezas, considerada una de las cifras históricas más altas registradas en el país. Posteriormente, datos del sistema de información agroalimentaria y pesquera SAGARPA reportan una población cercana a 8.870,312 animales. La mayor parte de estos semovientes, alrededor del 87%, se localiza en zonas rurales de regiones áridas y semiáridas, áreas donde la crianza de cabras representa una actividad pecuaria de gran importancia (SIAP, 2008),

Los estados con mayor concentración de ganado caprino son Oaxaca, Coahuila, San Luis Potosí, Puebla y Nuevo León, los cuales en conjunto aportan cerca del 47 % del inventario nacional. Asimismo, en diez estados del país se concentra aproximadamente el 75 % de la población caprina total (INEGI, 1991). Por otra parte, la región norte-centro contribuye con cerca del 45% de la producción nacional de leche de cabra (DGEA, 1989). Con alrededor de 9 millones de cabezas registradas (SIAP, 2005), México ocupa el segundo lugar en la población caprina dentro de América y el doceavo a nivel global. Aunque la participación de las cabras en la producción nacional de carne y leche es relativamente baja, con alrededor de 120 a 150 millones de litros de leche y 36,000 toneladas de carne al año, equivalentes al 2 % y 1 % respectivamente, esta actividad posee una gran relevancia social y económica. La caprinocultura representa una fuente de alimento e ingresos para numerosas familias campesinas, principalmente en las zonas áridas y

semiáridas del norte del país y en la región de la Sierra Madre del Sur, comprendida entre Puebla, Oaxaca y Guerrero. (Guerrero, 2010).

2.2 Sistemas de producción en México

Los sistemas de producción caprina en México se pueden dividir en tres tipos principales: extensivo, semi-intensivo e intensivo (Lu y Miller, 2019).

En México existen 494,000 granjas caprinas, alrededor de 1.5 millones de mexicanos se dedican a la crianza de cabras como labor productiva de complementación. La mayoría de estas corresponden a sistemas extensivos (Aréchiga et al., 2012), ampliamente distribuidos en áreas áridas y semiáridas de México. Este sistema se distingue por el nulo uso de tecnología y utiliza grandes extensiones de tierra donde las cabras pastan en rotación o se crían mediante trashumancia. En condiciones extensivas, los animales se alimentan principalmente de arbustos y cualquier forraje disponible (Escareño et al., 2012).

Los sistemas intensivos se encuentran primordialmente en el norte y centro de México y las cabras son criadas principalmente para la obtención de leche y la elaboración de productos lácteos. En este sistema, no hay pastoreo, los animales reciben dietas mixtas totales (forraje y concentrado) y, en comparación con otros sistemas, los agricultores realizan grandes inversiones en alojamiento animal e infraestructura agrícola. En este sistema, las granjas utilizan tecnologías para el mejoramiento genético. En los sistemas intensivos, en comparación con otros sistemas, los agricultores regionales están bien organizados y a menudo reciben apoyo técnico de consultores veterinarios, ya sea a

través de programas gubernamentales o mediante pagos de las asociaciones ganaderas (Oliveros-Oliveros et al., 2009).

Los sistemas semi-intensivos representan una fusión de los sistemas anteriores, donde los animales salen a áreas controladas para pastar durante algunas horas cada día. En este sistema, hay una mayor inversión en alojamiento en comparación con el sistema extensivo, y las cabras reciben forraje de alta calidad y/o concentrado como suplementación alimenticia (Aréchiga et al., 2012).

2.3 Estrategias alimenticias para mejorar la reproducción

La alimentación y nutrición representa una de las causas principales dentro de la reproducción caprina, debido a que la situación nutricional de las cabras influye directamente sobre la actividad ovárica, la fertilidad, preñes y pervivencia de las crías. En los sistemas de producción caprina, especialmente en áreas áridas y semiáridas, la disponibilidad y calidad de los alimentos suele cambiar de acuerdo con la estación del año, lo que influye en la eficacia reproductiva del hato. Diversos estudios han demostrado que una alimentación balanceada favorece la producción hormonal y mejora los índices reproductivos, mientras que una dieta deficiente ocasiona problemas como anestro, baja fertilidad y abortos (Scaramuzzi et al., 2006).

La nutrición adecuada de los rumiantes durante cada etapa de su vida influye directamente en su bienestar y en su rendimiento reproductivo. Por ello se han buscado alternativas alimenticias que permitan incrementar el aporte energético debido al crecimiento que ha presentado en sector ganadero en los últimos años (Carrillo et al. 2020).

A nivel nutricional, las cabras tienen, la capacidad de seleccionar las plantas con mayor aporte nutritivo entre todas las opciones, incrementando el consumo de nutrientes y disminuyendo el consumo de metabolitos secundarios a través de la exclusión de plantas con menor valor nutritivo, consiguiendo así un menor riesgo de sufrir una intoxicación y en diversos casos adquieren beneficios medicinales con las plantas que escogen para alimentarse (Zapata,2021).

En los sistemas extensivos la alimentación de los caprinos se basa principalmente en ramoneo, dependiendo en gran medida de la disponibilidad de cobertura vegetal y forrajes durante ciertas épocas del año. La producción de estos animales aprovecha forrajes nativos o interpuestos como principal fuente de nutrientes; aunque, estos recursos no siempre cubren por completo los requerimientos nutricionales de las cabras. Esto a causa de la variación de la disposición de piensos, especialmente durante la temporada seca, lo que fuerza a los productores a recurrir a opciones de alimentación con pajas, residuos de cosechas de maíz, frutos de árboles y otros recursos para completar los nutrientes necesarios para pequeños rumiantes (Quiroz et al., 2015; Palechor, 2019; Maldonado et al., 2017).

2.3.1 Efecto del flushing sobre respuesta reproductiva

La falta energética es uno de los principales problemas con más frecuencia en la alimentación de los caprinos, ya que puede provocar disminución en el peso vivo, el crecimiento, la fertilidad y la producción de leche. Asimismo, la falta de proteínas en la dieta también genera efectos negativos en los caprinos, incluso cuando se suministran

dietas con igual contenido energético, pero con diferentes niveles proteicos (Sánchez et al., 2003).

Los animales domésticos. Como se ha visto, ellos pueden mostrar respuestas reproductivas rápidas y profundas, a los cambios en disponibilidad de comida, incluyendo cambios en la tasa ovulatoria y en la producción de semen. Además, las gónadas responden más rápidamente y más acentuadamente que el peso vivo, lo que indica una respuesta específica a la nutrición. Durante los últimos años, se han estado utilizando suplementos para poder cubrir las demandas nutricionales de los animales, tal es el caso de los iniciadores de glucosa, fosfolípidos, los cuales han sido utilizados para corregir problemas metabólicos en ganado lechero, donde las demandas energéticas llegan a superar el aporte energético de la dieta (Flores et al., 2021). La suplementación alimenticia y el estado nutricional desempeñan un papel crucial en la eficiencia reproductiva de los caprinos. Se ha demostrado que las hembras que reciben un aporte nutricional equivalente al doble de su dieta de mantenimiento durante la fase lútea exhiben un mayor crecimiento folicular y tasa de ovulación superiores en comparación con los animales no suplementados. Asimismo, tanto el nivel energético como la condición corporal influyen directamente en el comportamiento sexual, determinando factores como el tiempo de permanencia y exposición entre machos y hembras. Por el contrario, un estado físico deficiente o una baja condición corporal reducen significativamente la receptividad y respuesta de las cabras ante el “efecto macho” en este sentido, aumentar el nivel nutricional y mejorar la reserva corporal de los animales antes y durante la etapa de empadre optimiza la eficacia de este estímulo social,

traduciéndose además en una mayor prolificidad al término de la temporada de anestro (Monroy et al., 2013).

2.3.2 Flushing sobre la actividad ovárica

La adición energética/proteica a los rumiantes contribuye en un alto porcentaje de nutrientes, ya sea en forma directa (proteína sobre pasante), o indirecta (proteína microbiana). Sin embargo, esto depende de la adición en la dieta de los animales, resultado de las tasas de fermentación debido a la acción de los microorganismos, y con ello, una buena digestibilidad de la dieta completa (Hernández y Hernández, 2023). Las técnicas que generalmente son utilizadas para cumplir con los requerimientos de energía y proteína metabolizable es ofrecer altas cantidades de concentrados ricos en almidón durante la etapa de ovulación, sin embargo, esto se ve afectado en la fermentación ruminal (Humer et al. 2018).

La escasez de los alimentos en los cuadrúpedos logra afectar las regiones del hipotálamo encargadas de controlar la producción y liberación de hormonas de la glándula pituitaria las cuales participan directamente en los procesos reproductivos. En los rumiantes domésticos una dieta con eficiencia energética puede provocar un retraso en el inicio de la pubertad, desencadenan alteraciones en la ciclicidad de las hembras que ya han alcanzado la madurez sexual y extienden de manera significativa el periodo de anestro posparto. Asimismo, en aquellas especies que poseen un ciclo reproductivo fotoperiódico, la escasez de nutrientes puede favorecer la prolongación del anestro

estacional, limitando severamente la eficiencia reproductiva del rebaño (Rosales et al., 2006).

2.4 Proteína

Las proteínas constituyen las macromoléculas biológicas de mayor abundancia en los seres vivos, ya que se encuentran presentes en todas las células y en cada uno de sus componentes. Estas moléculas presentan una amplia diversidad de formas y tamaños desde pequeños péptidos hasta grandes polímeros, además de desempeñar numerosas funciones biológicas (Nelson y Cox 2000).

A nivel estructural, la totalidad de las proteínas se sintetiza a partir de 20 aminoácidos estándar, los cuales se ensamblan mediante enlaces covalentes en secuencias de disposición lineal. A partir de la combinación de estos 20 bloques fundamentales, los diferentes organismos vivos son capaces de generar una vasta diversidad de compuestos especializados. Entre estos productos se incluyen biocatalizadores como las enzimas, mensajeros químicos como las hormonas, componentes del sistema inmune como anticuerpos, y elementos estructurales que van desde el tejido muscular, cuernos y pezuñas hasta las proteínas presentes en la leche, cada uno con propiedades y actividades biológicas particulares (Maynard y Looslie 1979, Kellems y Church 1998).

De acuerdo con su solubilidad y su tasa de degradación a nivel ruminal, la proteína cruda se divide en tres fracciones principales denominadas A, B y C. La fracción A está constituida por el nitrógeno no proteico, un componente altamente soluble que los microorganismos ruminales aprovechan únicamente tras su conversión en amoníaco

(NH_3). En el extremo opuesto se encuentra la fracción C, la cual abarca la PC que esta fuertemente ligada a la fibra del detergente ácido; debido a esta unión estructural, esta fracción resulta completamente indigerible, por lo que no puede ser degradada en el rumen ni absorbida en el intestino delgado. Por último, la fracción B se calcula matemáticamente mediante la diferencia $100 - (A + C)$ y representa la proteína verdadera. Este componente posee un potencial de degradación ruminal variable, el cual depende directamente de que el alimento permanezca el tiempo suficiente en el ambiente de fermentación para que las bacterias puedan procesarlo (NRC 2001).

Los requerimientos de proteína en los animales se expresan en termino de proteína metabolizable (PM), definida como la proteína verdadera que es digerida después de pasar por el rumen y cuyos aminoácidos son absorbidos en el intestino (NRC 2001), Las necesidades de PM se calculan de manera factorial considerando la suma de los requerimientos para mantenimiento, lactación, preñes y crecimiento. Estos requerimientos son mayores en animales jóvenes debido a su etapa de desarrollo mientras que en animales adultos el mantenimiento de las necesidades proteicas es menores (NRC, 2001)

La deficiencia de proteína puede darse a la limitación de varios aminoácidos en la alimentación o el nivel de proteína en la dieta (Jurgens 1993, Kellems y Church 1998).

Aunque la proteína metabolizable (PM) es un parámetro fisiológico y nutricionalmente superior a la PC, su interpretación puede resultar compleja. Por este motivo, la PM se puede transformar a PC dividiéndola por un factor que oscila entre 0,64 y 0,80. Este

cálculo se fundamenta en que la PM representa del 64 al 80% de la PC en dietas con niveles de 0 a 100% de proteína no degradable en el rumen (NRC, 2000).

2.5 Fosfolípidos

Los fosfolípidos, son lípidos de naturaleza anfipática que se organiza en forma de bicapas para constituir las membranas celulares de organismos vegetales y animales. Estructuralmente son semejantes a los triglicéridos, perteneciendo al grupo de los lípidos derivados del glicerol. Su molécula está conformada por un esqueleto de glicerol estratificado con dos ácidos grasos en las posiciones sn-1 y sn-2, los cuales varían en su longitud de cadena y grado de insaturación dependiendo de su origen (Suzumura, 2005)(Valenzuela et al., 2011). Una característica sobresaliente de los fosfolípidos es su versatilidad para integrar diversos ácidos grasos en la membrana celular; por ello, tanto la clase de fosfolípidos como la naturaleza de sus ácidos grasos asociados son determinantes para desencadenar efectos biológicos (García & Agüero, 2015).

Se han reconocido cuatro grupos principales de fosfolípidos: etanolamina, inositol, serina y colina. A partir de estos grupos se originan los fosfolípidos de mayor importancia biológica, entre los que se localizan, el fosfatidilinositol (PI), la fosfatidiletanolamina (PE) la fosfatidilcolina (PC) y la fosfatidilserina (PS) Por otro lado, los lisofosfolípidos (liso-PL) corresponde a fosfolípidos que pierden una cadena de ácido graso en la posición sn -1 o sn -2. Así mismo los esfingolípidos (SPL) contienen el aminoalcohol de cadena larga esfingosina (en lugar de glicerol) esterificado a un ácido graso y un grupo fosfato. La

esfingomielina (SM) es el SPL más representativo, que consta de esfingosina y contiene una molécula de colina (Lordan et al., 2017).

III. MATERIALES Y METODOS

General

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

3.1 Localización del área de estudio y manejo de los animales

La investigación correspondiente a esta tesis se llevó a cabo en el Ejido 6 de enero, ubicado en el Mpio. De Lerdo, Durango, México (26° LN). La región presenta un clima semidesértico. Y se localiza a la altitud de 1,149 msnm. Además, registra una precipitación media anual de 230 mm y una temperatura promedio de 24 °C, alcanzando máximas de 41 °C durante los meses en mayo y junio, y mínimas de -1 °C en diciembre y enero (CONAGUA, 2023). El estudio se desarrolló durante los meses de marzo y abril del 2025.

Un total de 17 hembras multirraciales fueron divididas en dos grupos, homogéneas en cuanto al peso vivo (PV; 41.2 ± 0.5 kg) y condición corporal (CC; 2.5 ± 0.1 unidades), todos los animales fueron pastoreados de 10:00 am a 12:00 pm. y de 16:00 a 19:00. Estos animales caminan de 2 a 3 km al día hasta la zona donde encuentren alimento disponible ya que su alimentación se basa en pastoreo extensivo, principalmente de ramoneo de diferentes especies arbustivas, así como en rastrojos de cosechas.

Previo inicio del periodo experimental los animales tuvieron un manejo sanitario (vacunación y desparasitación), además de recibían agua a libre acceso en su corral del resguardo solo al regreso y durante el día en la hora de siesta se les ofrece agua a libre acceso.

3.2 Confirmación del estatus de anestro

Las cabras fueron sometidas a una evaluación ecográfica transrectal en tiempo real ejecutada por un técnico experimentado, utilizando un equipo ultrasonográfico Chison ECO3 equipado con un transductor lineal (frecuencia de 2.5 a 11.0 MHz). Para asegurar el bienestar animal y la precisión del procedimiento las cabras fueron sujetadas por personal capacitado. El transductor se cubrió previamente con una capa de gel lubricante hidrosoluble y, tras la delimitación de los cuernos uterinos se realizaron rotaciones de 90° en el sentido de las agujas del reloj y 180° en el sentido contrario a las agujas del reloj sobre las estructuras reproductivas, permitiendo la localización y análisis del estado funcional de ambos ovarios.

3.3 Tratamiento de los animales

Las cabras fueron distribuidas aleatoriamente en dos grupos experimentales. El primer grupo (ZG; n=8) recibió diariamente 17 g de un aditivo compuesto por minerales enriquecidos con fosfolípidos (Zeogain Potentia®). Mientras que el segundo grupo (GC; n=9) no recibió ninguna suplementación adicional. El tratamiento fue administrado vía oral durante un periodo de 14 días previo al empadre. Posteriormente, todas las cabras

fueron sincronizadas al estro utilizando un protocolo hormonal basado en progesterona (20 mg) y gonadotropina coriónica humana (100 UI) aplicadas por vía intramuscular.

3.4 Variables evaluadas

3.4.1 Peso vivo y condición corporal

Las variables de peso vivo (PV) y condición corporal (CC) se determinaron al comienzo del estudio y, de forma sucesiva, cada 7 días durante todo el periodo experimental. La CC se evaluó mediante una escala de 1 a 5 puntos, donde el valor 1 correspondió a un estado de emaciación extrema (muy delgado) y el 5 a obesidad(muy gordo), siguiendo los criterios de Walken-Brown et al. (1993). Por su parte, el registro del PV se efectuó con una báscula digital Torrey® (Modelo EQM 400-800) con una capacidad máxima de 400 kg

3.4.2 Niveles de glucosa y proteína total

Se determinaron los niveles de glucosa (Glu) y proteína total (PT) al inicio y posteriormente cada 7 días a lo largo del periodo experimental; para lo que se utilizó un glucómetro (Accu-Chek® Active) y que consistió en la recolección de muestra de sangre por venopunción yugular (10 µl) a través de una tira reactiva para Glu y los resultados obtenidos se expresaron en mg/ dL, mientras que con la finalidad de la determinación de PT se recolectaron muestras a través de tubos vacutainer de 5 mL por venopunción yugular y posteriormente fueron centrifugados a 3500 rpm. y se utilizó una muestra de

suero (20 microlitros) en un refractómetro (CVQ- 30301 VET) y los resultados se expresaron en mg por cada 100 mL.

3.4.3 Porcentaje de celos

La actividad estral se determinó por las mañanas (am) y tarde (pm) y que consistió en introducir un macho (enmandilado) con las hembras durante 15 minutos. La hembra que aceptaba la monta y permanecía inmóvil se consideró en celo. El porcentaje de celos se calculó mediante el conteo del número de cabras que manifestaron celos y el total de hembras de cada grupo experimental.

3.4.4 Tasa de ovulación.

La tasa ovulatoria se evaluó mediante el conteo del número total de cuerpos lúteos presentes en la superficie de ambos ovarios de todas las cabras días posteriores a la monta, utilizando ecografía transrectal. Además, se midió (cm) el diámetro de cada cuerpo lúteo, el cual consistió en medir el alto y el ancho de CL al igual que el ovario.

3.5. Análisis estadísticos.

Los datos obtenidos fueron analizados utilizando el paquete estadístico SYSTAT (Versión student). Los datos de peso vivo, condición corporal, proteína total y glucosa fueron analizados bajo una T-STUDENT. Por otro lado, el porcentaje de ovulación, celos,

y tasa ovulatoria se analizaron utilizando la prueba de chi-square. Declarando diferencias a $P \leq 0.05$.

IV.RESULTADOS

Los resultados correspondientes al peso vivo (PV) y condición corporal (CC), se presentan en el Cuadro 1, no se encontró diferencias significativas para PV ($39.6.0\pm7.7\text{kg}$; $P>0.5$), ni para la CC (2.1 ± 0.3 ; $P>0.5$) para ambos tratamientos.

Cuadro 1 Medias ($\pm$ DESVEST) para peso vivo y condición corporal de cabras complementadas con 17 g de minerales enriquecidos con fosfolípidos (ZG) y cabras sin complementar (GC) por 14 días durante los meses de abril y mayo (primavera, 25°LN).

Variables	Inicio		Final	
	ZG	GC	ZG	GC
Peso vivo (kg)	39.9 ± 6.3^a	40.1 ± 6.8^a	38 ± 4.0^a	40.5 ± 6.0^a
Condición corporal	2.6 ± 0.3^a	2.4 ± 0.4^a	1.8 ± 0.5^a	1.7 ± 0.2^a

^{a,b} Literales con superíndice diferente difieren a $P<0.05$

Los resultados para concentración de glucosa y proteína total se presentan en el Cuadro 2. No se encontraron diferencias significativas para las concentraciones de Glucosa (56.3 ± 7.0), ni para la PT (6.7 ± 0.6) para ambos tratamientos ($P>0.5$).

Cuadro 2 Medias ($\pm$ DESVEST) para glucosa y proteína total de cabras complementadas con 17 g de minerales enriquecidos con fosfolípidos (ZG) y cabras sin complementar (GC) por 14 días durante los meses de abril y mayo (primavera, 25°LN).

Variables	Inicio		Final	
	ZG	GC	ZG	GC
Glucosa	47.9 ± 9.0^a	51.1 ± 6.0^a	64 ± 5.6^a	62.5 ± 7.4^a
Proteína total	6.8 ± 0.4^a	6.8 ± 0.4^a	6.6 ± 0.9^a	6.6 ± 0.5^a

^{a,b} Literales con superíndice diferente difieren a $P<0.05$

Los resultados para la respuesta reproductiva se presentan en el Cuadro 3. El porcentaje de celos (88%), ovulación (65%) y tasa ovulatoria (1.6) tubo similitud en ambos grupos ($P>0.05$).

Cuadro 3 Respuesta reproductiva de cabras complementadas con 17 g de minerales enriquecidos con fosfolípidos (ZG) y cabras sin complementar (GC) por 14 días durante los meses de abril y mayo (primavera, 25°LN).

Variables	ZG (n=8)	GC (n=8)
Hembras en celo (% , n)	77 (7/9) ^a	100 (8/8) ^a
Porcentaje de ovulación (% , n)	55 (5/9) ^a	75 (6/8) ^a
Tasa ovulatoria (n)	1.8± 0.8 ^a	1.5±0.5 ^a

^{a,b} Literales con superíndice diferente difieren a $P<0.05$

V. DISCUSIÓN

Los resultados muestran que la complementación con minerales enriquecidos con fosfolípidos no tuvo efecto sobre el porcentaje de celo, tasa ovulatoria. Estos datos son contrarios a los encontrados en ganado lechero, en que mencionan que una concentración adecuada de oligoelementos contribuye a lograr mayores tasas de concepción (Rabiee et al., 2010), y que estos contribuyen a mejorar el rendimiento reproductivo del ganado (Kumar et al., 2011; Grace y Knowles, 2012). Sin embargo, en nuestro estudio la complementación de minerales enriquecidos con de fosfolípidos no favoreció la actividad estral y el total de cuerpos lúteos. En contraste, resultados en ganado lechero, han demostrado que la suplementación de con diversas fuentes de grasa mejora la tasa general de preñez (Bilby et al., 2006). En efecto, la complementación con grasas tuvo efectos beneficiosos sobre el folículo, el ovocito, el embrión y el útero en vacas lecheras. Sin embargo, aún no se han determinado a los ácidos grasos específicos ni los mecanismos por los cuales la complementación con grasas aumenta la tasa de gestación.

Es posible que estos resultados se deban a el tiempo de tratamiento y las dosis utilizadas en nuestro estudio, además del estado fisiológico de los animales. En efecto, se observó el número de folículos, la calidad de los ovocitos, la sensibilidad al frío, la composición lipídica de los componentes foliculares y la transición de fase lipídica en los ovocitos de ovejas nutridas con una dieta suplementada con una sal de calcio de aceite de pescado durante 13 semanas. Las ovejas alimentadas con aceite de pescado presentaron más folículos y ovocitos, ovocitos de mejor calidad, mayor integridad de las membranas ovocitarias, y una elevada proporción de ácidos grasos insaturados de cadena larga en

las células plasmáticas y del cúmulo (Hess et al., 2008; ZZhang et al., 2022; Bilby et al 2006).). En este mismo sentido, la suministración de una dieta rica en sales de calcio de aceite de palma (800 g/día) a vacas lecheras en lactancia aumentó el número de blastocistos producidos *In vitro* tras la punción folicular transvaginal, en comparación con una dieta baja (200 g/día) en sales de calcio de aceite de palma (Fouladi-Nashta et al., 2004).

Por otra parte, es probable que las cabras utilizadas en nuestro estudio no tuvieran deficiencia de minerales, ya que eran animales bajo condiciones de pastoreo, y los pastos pueden que estuvieran cubriendo sus requerimientos. En contraste, se ha desmontado que las deficiencias minerales en los forrajes y los suelos son las principales causas de fallos reproductivos y baja productividad animal (Farrag et al., 2021).

Por otra parte, la deficiencia de minerales influye considerablemente en la actividad ovárica de los rumiantes (Boland, 2003). Los minerales también participan en la síntesis de hormonas esenciales para la reproducción. Su falta afecta la producción de hormonas esteroides (Boland, 2003) y tiroideas (Abdollahi et al., 2011). Lo anterior, pudiera explicar los efectos en nuestro estudio en cuanto la respuesta estral y ovulatoria, que fue muy similar entre tratamientos sin mostrar diferencias estadísticas. Respecto a la respuesta metabólica el tratamiento con minerales enriquecidos con fosfolípidos no afectó los niveles de glucosa y proteína total. Resultados con inclusión de fosfolípidos en la dieta disminuyó las concentraciones de colesterol y triglicéridos, pero aumentó las de proteína total. De la misma manera similar, que la adición de 0,5 g/kg de fosfolípidos a las dietas aumentó la concentración de proteína total y disminuyó la de colesterol en vacas lecheras (Zhang et al., 2022). Lo anterior, es contrario a lo encontrado en nuestros resultados,

donde la suplementación con minerales enriquecidos con fosfolípidos, no afectó los niveles de proteína total. En efecto, la proteína total se sintetiza principalmente en el hígado y son indicadores importantes que reflejan el estado de absorción y metabolismo de las proteínas en el cuerpo, así como la capacidad de síntesis de proteínas en el hígado. Contrario a nuestros resultados, resultados en toros alimentados con fosfolípidos mostraron un aumento lineal en las concentraciones de proteína total, lo que indica que el metabolismo de las proteínas y la función hepática se vieron afectados por la suplementación con la inclusión de fosfolípidos en la dieta.

VI.-CONCLUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos concluimos que la suplementación de ,minerales enriquecidos con fosfolípidos no indica diferencias significativas en cuanto a las variables metabólicas y reproductivas.

VII LITERATURA CITADA

- Abdollahi, E., Kohram, H., & Sahir, M. H. (2013). Plasma concentrations of essential trace microminerals and thyroid hormones during single or twin pregnancies in fat-tailed ewes. *Small Ruminant Research*, 113(2-3), 360-364.
- ACADEMIA NACIONAL DE MEDICINA (NAM). Guía para el cuidado y uso de animales de laboratorio. 1.^a ed. México D.F.: NAM, 2002.
- Alvarado Martínez, L. F., Perales García, M. V., Cabral Martell, A., & Alvarado Martínez, T. E. (2021). Diseño e implementación del FODA y el plan estratégico para los caprinocultores sociales de la Comarca Lagunera. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 48, 724-737.
- Aréchiga, C. F., Aguilera, J. I., Rincón, R. M., Méndez de Lara, S., Bañuelos, V. R., & Meza-Herrera, C. A. (2012). Role and perspectives of goat production in a global world. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 9(1).
- Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola (ACCREA), (2005): Agroalimentos argentinos II.p. 247.
- Bhosale, T. R., Antre, G. R., Kumar, D., & Pandey, R.K. (2021). Effect of chelated minerals supplement on milk yield and composition of Sahiwal and Hariana cows.
- Bilby, T. R., Block, J., Do Amaral, B. C., Sa Filho, O., Silvestre, F. T., Hansen, P. J., ... & Thatcher, W. W. (2006). Effects of dietary unsaturated fatty acids on oocyte quality and follicular development in lactating dairy cows in summer. *Journal of Dairy Science*, 89(10), 3891-3903.
- Boland, T. M., Brophy, P. O., Callan, J. J., Quinn, P. J., Nowakowski, P., & Crosby, T. F. (2003, January). The effects of mineral block ingredients when offered to ewes in late pregnancy on Immunoglobulin G (IgG) absorption in their lambs. In *Proceedings of the British Society of Animal Science* (Vol. 2003, pp. 197-197). Cambridge University Press.
- Carrillo, E. D. J. H., Pineda, H. S., Vázquez, F. A. C., & García, M. E. R. (2020). Importancia del selenio en la producción de Ovinos en México. *EXPERIENCIAS PARA LOGRAR LA SOBERANÍA ALIMENTARIA Y SUSTENTABILIDAD*, 63.
- Chester-Jones, H., Vermeire, D., Brommelsiek, W., Brokken, K., Marx, G., & Linn, J. G. (2013). Effect of trace mineral source on reproduction and milk production in Holstein cows. *The Professional Animal Scientist*, 29(3), 289-297.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2023). Estadísticas del Agua en México 2023. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales / CONAGUA. https://sinav30.conagua.gob.mx:8080/Descargas/pdf/EAM2023_f.pdf

- DGEA.(1989): Dirección General de Economía Agrícola. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México.
- Escareño, L., Salinas-Gonzalez, H., Wurzinger, M., Iñiguez, L., Sölkner, J., & Meza-Herrera, C. (2012). Dairy goat production systems. *Tropical Animal Health And Production*, 45(1), 17-34. <https://doi.org/10.1007/s11250-012-0246-6>
- Evelio, B. B. B., & Julio, V. M. (2015). Estudio socioeconómico de la ganadería caprina (*Capra hircus*) En la zona norte de la parroquia Colonche, cantón Santa Elena. https://agris.fao.org/search/en/providers/125005/records/674897607625988a371e26b8?utm_source
- FAOSTAT. (2019). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Statistics data base. [Online] <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QA>
- FAOSTAT. (2023). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Statistics data base. [Online] <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QA>
- Farrag, B., El-Hamid, I. S. A., El-Rayes, M. A. H., Shedeed, H. A., & Younis, F. E. (2021). Effect of some organic and mineral salts supplementation on hematological, biochemical, immunological constituents and reproduction in Hassani goats under arid conditions. *Adv. Anim. Vet. Sci*, 9(12), 2036-2046.
- FASS. (2010). Guide for the care and use of agricultural animals in research and teaching (3.^a ed.). Federation of Animal Science Societies. <https://www.adsa.org/Publications/FASS-2010-Ag-Guide>
- Flores, S. E., Sosa, M. E., Alejos, D. J. I., Germán, A. C. G., Hernández, M. J. A., Cadena, V. S. 2021. Actividad ovárica y prolificidad de cabras sincronizadas con progestágenos y suplementadas con propionato de calcio. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 1(2), 1-11.
- Fouladi-Nashta, A. A., Gutierrez, C. G., Gong, J. G., Garnsworthy, P. C., & Webb, R. (2007). Impact of dietary fatty acids on oocyte quality and development in lactating dairy cows. *Biology of reproduction*, 77(1), 9-17.
- Galina, M. (2002), "Los productores de queso de cabra en México. Fortalezas y Debilidades", Simposio Internacional sobre Caprinocultura. IGA y URG Querétaro. Querétaro.
- García, J. T., & Agüero, S. D. (2015). Fosfolípidos: propiedades y efectos sobre la salud. *Nutrición Hospitalaria*, 31(1), 76-83. <https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v31n1/07revision07.pdf>
- Grace, N. D., & Knowles, S. O. (2012). Trace element supplementation of livestock in New Zealand: Meeting the challenges of free-range grazing systems. *Veterinary medicine international*, 2012(1), 639472.

- Guerra-García, Minerva, Meza-Herrera, César A., Sánchez-Torres-Esqueda, M. Teresa, Gallegos-Sánchez, Jaime, Torres-Hernández, Glaforo, & Pro-Martínez, Arturo. (2009). IGF-I y actividad ovárica de cabras en condición corporal divergente y con un suplemento de proteína no degradable en rumen. *Agrociencia*, 43(3), 241-247. Recuperado en 25 de mayo de 2026, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952009000300003&lng=es&tlng=es.
- Guerrero Cruz, M. M. (2010). La caprinocultura en México, una estrategia de desarrollo. *Revista Universitaria Digital de Ciencias Sociales (RUDICS)*, 1(1). <https://doi.org/10.22201/fesc.20072236e.2010.1.1.9>
- Hernández, A. P., & Hernández, D. I. J. (2023). Alimentación de pequeños rumiantes en pastoreo del trópico. *Brazilian Journal of Development*, 9(12), 31017-31039. <https://doi.org/10.34117/bjdv9n12-030>
- Hess, B. W., Moss, G. E., & Rule, D. C. (2008). A decade of developments in the area of fat supplementation research with beef cattle and sheep. *Journal of Animal Science*, 86(suppl_14), E188-E204.
- Humer, E., Petri, R. M., Aschenbach, J. R., Bradford, B. J., Penner, G. B., Tafaj, M., ... & Zebeli, Q. (2018). Invited review: Practical feeding management recommendations to mitigate the risk of subacute ruminal acidosis in dairy cattle. *Journal of dairy science*, 101(2), 872-888. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13191>
- INEGI. (1991). VII Censo Agropecuario. México. 45 pp
- Jurgens, MH. (1993). Animal feeding and nutrition. 7 ed. Iowa, USA. Kendall/Hunt Publishing Company. 580 p.
- Kellems, RO; Church, DC. (1998). Livestock feeds and feeding. 4 ed. Upper Saddle River, NJ, USA. Prentice Hall, Inc. 546 p.
- Kumar, S., Pandey, A. K., Razzaque, W. A. A., & Dwivedi, D. K. (2011). Importance of micro minerals in reproductive performance of livestock. *Veterinary world*, 4(5), 230-233.
- Lu, C. D., & Miller, B. A. (2019). Current status, challenges and prospects for dairy goat production in the Americas. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 32(8), 1244–1255. <https://doi.org/10.5713/ajas.19.0256>
- Maldonado-Jaquez, J. A., Granados-Rivera, L. D., Hernández-Mendo, O., Pastor-Lopez, F. J., Isidro-Requejo, L. M., Salinas-González, H., & Torres-Hernández, G. (2017). Uso de un alimento integral como complemento a cabras locales en pastoreo: respuesta en producción y composición química de la leche. *Nova scientia*, 9(18), 55-75.

- Mayen, M. (1989), "Explotación Caprina". Ed, Trillas. México. pp 9 -15. INEGI. (1991). VII Censo Agropecuario. México. 45 pp
- Maynard, LA; Looslie, JK. (1979). Animal nutrition. 7 ed. New York, NY, USA. McGraw-Hill, Inc. 602 p.
- Monroy, L. I. V., Jaquez, J. A. M., Gerardo, F., Deras, V., & González, H. S. (2013). La condición corporal en las cabras anestrícas influye en la respuesta estral al efecto macho. AGROFAZ, 13(3).
- Nelson, DL; Cox, MM. (2000). Lehninger principles of biochemistry. 3 ed. New York, USA. Worth Publishers. 1.200 p
- Niurbys, V. P. (2019). Sistema de acciones para favorecer la producción y comercialización de la leche de cabra y sus derivados en el municipio Jesús Menéndez (Las Tunas). https://www.eumed.net/rev/oel/2019/03/produccion-comercializacion-leche.html?utm_source#google_vignette
- NRC (National Research Council). 2000. Nutrient requirements of Beef Cattle. Washington, DC, USA. National Academy Press. 232 p.
- NRC (National Research Council). (2001). Nutrient requirements of Dairy Cattle. 7 rev. ed. Washington, DC., USA. National Academy Press. 381 p.
- Oliveros-Oliveros, J., Morales-Arzate, J. J., & Andrade-Montemayor, H. (2009). PRODUCTIVE PROGRESS IN A GOAT PRODUCERS ASSOCIATION," CAPRINOCULTORES UNIDOS DE GUANAJUATO AC", THROUGH A TECHNOLOGY TRANSFER SYSTEM GGAVATT (LIVESTOCK VALIDATION AND TECHNOLOGY TRANSFER GROUP)(2001-2007). Tropical and Subtropical Agroecosystems, 11(1), 165-170.
- PALECHOR, J. A. A. (2019). EFECTO DEL ESTRÉS NUTRICIONAL SOBRE LA FUNCIÓN LÚTEA POST-SERVICIO EN CABRAS INDUCIDAS A OVULAR DURANTE EL ANESTRO ESTACIONAL.
- Quiroz-Cardoso, F., Rojas-Hernández, S., Olivares-Pérez, J., Hernández-Castro, E., Jiménez-Guillén, R., Córdova-Izquierdo, A., ... & Abdel-Fattah, S. (2015). Composición nutricional, consumo e índices de palatabilidad relativa de los frutos de tres acacias en la alimentación de ovejas y cabras. Archivos de medicina veterinaria, 47(1), 33-38.
- Rabiee, A. R., Lean, I. J., Stevenson, M. A., & Socha, M. T. (2010). Effects of feeding organic trace minerals on milk production and reproductive performance in lactating dairy cows: A meta-analysis. *Journal of Dairy Science*, 93(9), 4239-4251.

- Rosales, N.C.A., Urrutia, M.J., Gómez, V. H., Díaz, G.M. O., Ramírez, A. B. M. 2006. Influencia del nivel de la alimentación en la actividad reproductiva de cabras criollas durante la estación reproductiva. *Técnica pecuaria en México*, 44(3),399-406.
- SAGARPA. (2008). Sistema de Información Agrícola y Pesquera SIAP. Vol. 1 No. 1, septiembre 2010 171 www.sagarpa.gov.mx
- Salgado JJ, González-Ariza A, Díaz-Ruíz E, Peláez-Caro MP, Galán-Luque I, Delgado JV, Navas-González FJ, Camacho ME. 2023. Situación actual y perspectivas del sector caprino mundial y español. *Archivos de Zootecnia*, 72(278), 144–155. <https://doi.org/10.21071/AZ.V72I278.571>
- Sánchez, C., García, M., Álvarez, M. 2003. Efecto de la suplementación alimenticia sobre el comportamiento productivo de cabras al postparto en la microrregión río tocuayo, estado Lara. *Zootecnia tropical*, 21(1), 43-55.
- Scaramuzzi, R. J., Campbell, B. K., Downing, J. A., Kendall, N. R., Khalid, M., Muñoz-Gutiérrez, M., & 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. *Reproduction Nutrition Development*, 46(4), 339–354.
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). (2017). La caprinocultura en México. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/la-caprinocultura-en-mexico>
- Suzumura M.(2005). Phospholipids in marine environments: a review. *Talanta*. ;66(2):422-34. 2.
- Valenzuela A, De la Barra, F., Durán, R. (2011). Fosfolipidos de origen marino: su potencialidad nutricional y economica. *Informe IN NOVA-CORFO* :1-12.
- Van Saun, R. J. (2025, 7 julio). Necesidades nutricionales de las cabras. Manual de Veterinaria de Merck. <https://www.merckvetmanual.com/es-us/manejo-y-nutrici%C3%B3n/nutrici%C3%B3n-cabras/necesidades-nutricionales-de-las-cabras>
- Vargas L., S. y R. López T.(1991), “Investigaciones en Caprinos en el Norte de México”, UAAAN. Saltillo, Coah., México, 1991
- Zapata-Campos, C. C., & Mellado-Bosque, M. Á. (2021). La cabra: selección y hábitos de consumo de plantas nativas en agostadero árido. *CienciaUAT*, 169-185.
- Zhang, M., Bai, H., Zhao, Y., Wang, R., Li, G., Zhang, G., & Zhang, Y. (2022). Effects of dietary lysophospholipid inclusion on the growth performance, nutrient digestibility, nitrogen utilization, and blood metabolites of finishing beef cattle. *Antioxidants*, 11(8), 1486.