

# **UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**

**DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN ANIMAL**



## **EFFECTO DEL SELENIO MAS VITAMINA E SOBRE LA TASA OVULATORIA Y PORCENTAJE DE PREÑEZ DE CABRAS EN ANESTRO ESTACIONAL**

**Por:**

**Axel García Victorino**

**TESIS**

Presentada como requisito parcial para obtener el título profesional de

**INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

**Junio de 2025**

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN ANIMAL

EFFECTO DEL SELENIO MÁS VITAMINA E SOBRE LA TASA  
OVULATORIA Y PORCENTAJE DE PREÑEZ DE CABRAS  
EN ANESTRO ESTACIONAL.

POR:

AXEL GARCÍA VICTORINO

TESIS

Que somete a consideraciones del jurado examinador  
como requisito parcial para obtener el título de:


INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Aprobada por el comité de asesoría:

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Oscar Angel Garcia  
Director

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Julio Cesar Espinoza Hernandez  
Codirector

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Edgar Diaz Rojas  
Asesor

  
\_\_\_\_\_  
MC. Pedro Carrillo López  
Coordinador de la División de CIENCIA ANIMAL



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México Junio 2025

## DERECHO DE AUTOR Y DECLARACIÓN DE NO PLAGIO

Todo material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor de los Estados Unidos Mexicanos, y pertenece al autor principal quien es responsable directo y jura bajo protesta de decir verdad que no se incurrió en el plagio o conducta académica incorrecta en los siguientes aspectos: Reproducción de fragmentos o textos sin citar la fuente o autor original (corta y pega); reproducir un texto propio publicado anteriormente sin hacer referencia al documento original (auto plagio); por comprar, robar, pedir prestado los datos o las tesis para presentarla como propia; omitir referencias bibliográficas o citas textualmente sin usar comillas; utilizar ideas o razonamiento de un autor sin citar; utilizar material digital como imágenes, videos, ilustraciones, gráficas, mapas, o datos sin citar al autor original y/o fuente. Así mismo tengo conocimiento de que cualquier uso distinto de estos materiales como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Por lo anterior nos responsabilizamos de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir y declaramos que este trabajo no ha sido previamente presentado en ninguna otra institución educativa, organización, medio público o privado.

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Axel García Victorino', written over a horizontal line.

Pasante

Axel García Victorino

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco, en primer lugar, a **Dios**, por haberme concedido la vida, la fortaleza y la sabiduría necesarias para culminar esta etapa. Su presencia ha sido mi guía constante, especialmente en los momentos de mayor incertidumbre y dificultad.

**A mi madre, Zaida Victorino Abarca**, por ser ejemplo de entrega, sacrificio y amor incondicional. Su apoyo firme, sus palabras alentadoras y su fe inquebrantable en mí han sido pilares fundamentales en la realización de este trabajo. Este logro es tan suyo como mío.

**A mi abuela, Raquel Abarca Zúñiga**, por su cariño profundo, sus oraciones constantes y su sabiduría serena. Su presencia ha sido fuente de inspiración, consuelo y fortaleza a lo largo de este proceso.

**A mi Novia, Lizbeth Narciso Villanueva**, por su constante apoyo, paciencia y comprensión a lo largo de este proceso. Su presencia fue un aliento valioso en los momentos de mayor exigencia académica y personales. Gracias por acompañarme con amor y respeto en esta etapa tan importante.

**Al Dr. Óscar Ángel García**, quien, con profesionalismo, paciencia y dedicación, me brindó su valiosa orientación como asesor de tesis. Su acompañamiento académico ha sido determinante para el desarrollo de este trabajo.

**A mis compañeros de licenciatura y posgrado**, por los momentos compartidos, el trabajo colaborativo, las experiencias académicas y personales, y por el apoyo mutuo que enriqueció esta etapa formativa.

A todos los mencionados, expreso mi más sincero agradecimiento. Sin ustedes, este logro no habría sido posible.

## DEDICATORIA

A ti, mamá, **ZAIDA VICTORINO ABARCA**, mi bendición mas grande en esta vida, a quien Dios me dio como guía, maestra y ejemplo de amor incondicional.

Gracias por ser mi refugio en los días difíciles y mi impulso cada vez que sentí que no podías más. Por tus desvelos, tus oraciones silenciosas, y por sostenerme con tu fe cuando más lo necesitaba.

Tu amor, tan puro y desinteresado, me enseñó que el verdadero amor proviene de Dios. Cada sacrificio tuyo, cada palabra de aliento y cada abrazo fueron para mi una muestra viva de su presencia en mi vida.

Cada pagina de esta tesis lleva tu fuerza, tu fe inquebrantable y tu ternura infinita. Este logro no solo es mío, también es tuyo, por que, sin ti, mama no estaría aquí.

Con todo mi amor y gratitud eterna. para ti la mujer más valiente que conozco.

“Cuando no tienes nada, tu voluntad es tu mayor riqueza.

Con fe y constancia, todo es alcanzable.”

Les Brown

# ÍNDICE

<b>I.-INTRODUCCIÓN</b> .....	1
Hipótesis.....	2
Objetivos.....	2
Objetivo general .....	2
Objetivo específico .....	2
<b>II.- REVISION DE LITERATURA</b> .....	3
2.1    Uso de selenio en la nutrición animal .....	3
2.2    Selenio en la respuesta reproductiva en cabras .....	5
2.3    Deficiencia de selenio en cabras .....	6
2.4    Uso de la vitamina E en animales .....	7
<b>III MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	9
3.1    Área de estudio .....	9
3.2    Manejo de los animales.....	9
3.3    Tratamiento de hembras .....	9
3.4    Peso vivo y condición corporal .....	10
3.4    Tasa ovulatoria y diagnóstico de gestación.....	10
3.5    Análisis estadísticos .....	10
<b>IV RESULTADOS</b> .....	11
<b>V.DISCUSIÓN</b> .....	12
<b>VI CONCLUSIONES</b> .....	14
<b>LITERATURA CITADA</b> .....	15

## Índice de gráficas

**Cuadro 1.** Repuesta reproductiva de cabras complementadas con Selenio más vitamina E durante bajo pastoreo extensivo.

## RESUMEN

Se evaluó el efecto de la suplementación de selenio más vitamina E (Se+E) y su relación con el porcentaje de ovulación (POV), tasa ovulatoria (TOV) y porcentaje de preñez (PP) de cabras en anestro estacional bajo condiciones de pastoreo. Se utilizaron 24 cabras multíparas multirraciales anovulatorias, divididas en dos grupos (n=12 c/u) homogéneas en cuanto a peso vivo (PV;  $46.7 \pm 2.2$  kg) y condición corporal (CC;  $2.0 \pm 0.1$ , escala del 1-5). Las cabras se seleccionaron bajo un diseño completamente al azar a uno de dos tratamientos: 1) tratadas (GT.) con selenio y vitamina E (5mg de selenio de sodio y 80 mg de vitamina E), y 2) tratadas (GC) con 1.5 mL solución salina fisiológica para inducir el efecto placebo. El POV general (46%) y el PP (33.3%) no mostraron diferencias estadísticas ( $P > 0.05$ ). La TOV ( $2.2 \pm 0.2$ ;  $P < 0.05$ ) fue mayor en GT comparado ( $1.2 \pm 0.1$ ) con el GC. Los resultados del presente estudio demuestran que la administración de selenio más vitamina E puede ayudar a mejorar TOV de cabras durante el anestro estacional, cuando se administra junto con los protocolos de sincronización del estro. En conclusión, la administración de selenio más vitamina E mejoró la tasa ovulatoria de las cabras multirraciales anovulatorias en condiciones de pastoreo extensivo.

**Palabras clave:** Pastoreo, Minerales, Gestación, Tasa ovulatoria

## I.-INTRODUCCIÓN

La producción de cabras se concentra en las regiones áridas donde prevalece la escasez de agua y la sequía, los productores con escasos recursos son fuertemente dependientes del pastoreo en tierras comunales (Meza-Herrera *et al.*, 202 m4). El selenio (Se) tiene una función biológica relacionada con la vitamina E, ya que es un componente esencial del glutatión peroxidasa (GPx), una enzima implicada en la desintoxicación del peróxido de hidrógeno y los hidroperóxidos lipídicos. Por lo tanto, el requerimiento de vitamina E puede definirse como la cantidad necesaria para prevenir la peroxidación en la membrana subcelular más susceptible a la misma (Ramírez-Bribiesca *et al.*, 2005). Los minerales y las vitaminas juegan un papel crucial para una adecuada función reproductiva de los animales, lo anterior debido a que participan en varios sistemas enzimáticos. (Alalaf y Alnuaimy, 2024). El Se es considerado como un elemento traza que es requerido en muy bajas concentraciones, es de vital importancia para la defensa antioxidante, sistema inmune y la reproducción. Muchas de las proteínas que contienen Se (selenoproteínas) forman parte del sistema antioxidante, en el que participan enzimas que contienen o requieren microminerales (Quisirumbay- Gayboy, 2019). El equilibrio entre minerales y vitaminas esenciales son de cruciales para un adecuado metabolismo celular y crecimiento. El desequilibrio o una deficiencia ya sea de minerales o vitaminas pueden provocar inactividad ovárica y repeticiones de celos en animales lecheros (Alalaf y Alnuaimy, 2024). Los elementos considerados esenciales en la suplementación mineral, son el calcio, fósforo, cobalto, cobre, selenio y zinc. Por otra parte, la mayoría del suelo mexicano presenta problemas de deficiencia de selenio (Se), que se traducen incluso en la presencia de enfermedades clínicas y subclínicas en rumiantes (Carbajal- Herмосillo *et al.*, 2013).

La eficiencia reproductiva de los pequeños rumiantes puede afectarse debido a la deficiencia de vitaminas y minerales, o a la interacción existe entre ellos (Ali *et al.*, 2009, Gamal *et al.*, 2013, Zubair *et al.*, 2015, Stefanov *et al.*, 2018). Los oligoelementos como Se tiene un efecto antioxidante y quimiopreventivo que regulan en gran medida para las células de la granulosa ovárica, contribuyendo con la síntesis de estradiol y comportamiento estral en rumiantes (Yao *et al.*, 2018).

## **Hipótesis**

La administración del selenio más vitamina E mejorará la tasa ovulatoria y porcentaje de preñez de cabras en anestro estacional y sincronizadas al estro.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Evaluar el efecto de administración de selenio más vitamina E sobre la tasa ovulatoria y porcentaje de preñez de cabras en anestro estacional sincronizadas al estro.

### **Objetivo específico**

Determinar mediante el uso del ultrasonido el número de cuerpos lúteos.

## II.- REVISION DE LITERATURA

### 2.1 Uso de selenio en la nutrición animal

El selenio (Se) es un oligoelemento esencial, vital para el crecimiento y la salud de los animales. Está presente en todas las células y tejidos y es necesario para el mantenimiento de las funciones vitales de humanos y animales. El contenido de Se en el organismo es naturalmente muy bajo, y la mayor parte del Se, se encuentra ligado a los tejidos y la sangre en forma de selenoproteínas ( Pechova *et al.*,2012).

La eficiencia reproductiva óptima de los mamíferos depende de numerosos factores, como la genética, la nutrición, el manejo y los determinantes ambientales. Entre estos, la nutrición con oligoelementos es vital para diversas funciones biológicas, como el crecimiento, el desarrollo y la reproducción normal. Además, las pequeñas variaciones en los niveles de micronutrientes (como los oligoelementos) pueden tener una influencia considerable en procesos biológicos vitales, como la salud y el rendimiento reproductivo (Qazi *et al.*, 2019).

La deficiencia de selenio que afecta a los animales que viven en zonas con bajas concentraciones naturales causa pérdidas económicas significativas. Se han desarrollado diversos métodos de suplementación para aumentar la ingesta de Se. Recientemente, se ha prestado mucha atención al desarrollo de nuevos preparados que contienen Se orgánicamente ligado. Sin embargo, la forma química del selenio y la cantidad de Se orgánicamente ligado a menudo no se especifican con precisión en estos productos. De los compuestos orgánicos, la selenometionina es la que ha sido descrita con mayor detalle. La selenometionina cumple los criterios de aminoácidos esenciales para humanos y animales monogástricos (Pechova *et al.*, 2012).

Los principales métodos de suplementación de Se en rumiantes son premezclas comerciales, bloques minerales, inyecciones de selenio, bolos ruminales, bomba osmótica ruminal, de manera indirecta, la aplicación de fertilizantes con selenio (Parraguirre *et al.*, 2015)

El Se es un elemento esencial que interfiere a través de las selenoproteínas en muchos procesos fisiológicos del ganado. En muchos casos, la deficiencia de Se debe abordarse con la deficiencia de vitamina E. La deficiencia de Se y/o vitamina E en el ganado son causas bien conocidas de miopatía nutricional o enfermedad del músculo blanco, pero las formas subclínicas con problemas reproductivos y de mala salud pueden ser las manifestaciones más importantes de la deficiencia de Se en términos económicos. El Se es un componente de al menos veinticinco selenoproteínas con propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y quimioprotectoras (Asín *et al.*, 2021).

El Se debe ser consumido a través del alimento, aunque puede encontrarse en formas orgánicas o inorgánicas. Este elemento traza tiene un lugar específico dentro de los nutrientes de una dieta balanceada, debido a su gran variedad de propósitos. Las concentraciones de Se en la vegetación consumida varían dependiendo del tipo de suelo y su ubicación geográfica, de modo que se reconocen áreas dentro de Latinoamérica con suelos de menor concentración en relación con los requerimientos de animales forrajeros. Esto es característico de casos asociados a la deficiencia de este mineral (Rodríguez *et al.*, 2021).

La digestibilidad y absorción del Se en los rumiantes es muy baja, alrededor del 19% en ovejas. Esta baja digestibilidad se atribuye a que en el rumen el Se se transforma a formas poco asimilables (Parraguirre *et al.*, 2015)

seleniato, se absorbe principalmente en el duodeno, entra al organismo y se reduce a selenito, uniéndose a las proteínas del plasma; así es llevado por la corriente sanguínea al hígado y al bazo, en donde es reducido a Selenio elemental, por la glucosa, que lo lleva a todos los tejidos excepto a los grasos. (Antonio *et al.*, 2013).

El Se es un componente indispensable dentro de los sistemas antioxidantes del organismo animal, lo que permite su correcto mantenimiento y desarrollo. Por este motivo, su deficiencia se encuentra relacionada con una serie de trastornos oxidativos, que se traducen en una mala salud, reproducción y rendimiento productivo en general (Rodríguez *et al.*, 2021).

Existen diferentes formas de administrar el Se y esto va dependiendo de su composición ya sea orgánica e inorgánica, existen los compuestos inorgánicos como el selenito ( $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ ) y el selenato de sodio ( $\text{Na}_2\text{SeO}_4$ ) o formas orgánicas como la selenometionina ( $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{NO}_2\text{Se}$ ) y la selenocisteína ( $\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}_2\text{Se}$ ), estos se encuentran disponibles en algunos cultivos de levaduras (Patiño *et al.*, 2024). Además, otra vía de administración como la parenteral, por ejemplo, la administración subcutánea una de sus ventajas, es que tiene una mayor absorción que el selenato de bario, además, se puede evitar la reducción del selenito a formas insolubles en el rumen, por lo que, la dosis administrada es la misma que llega a través de la sangre a los diferentes tejidos para su utilización (Hernández *et al.*, 2024).

## **2.2 Selenio en la respuesta reproductiva en cabras**

La vitamina E también presenta actividad antioxidante, evitando la peroxidación de los lípidos de los ácidos grasos insaturados y presenta sinergia con el Se. Sin embargo, se ha observado deficiencia de vitamina E en todos los herbívoros. La subalimentación y el estrés oxidativo (EO) de las hembras podrían afectar el crecimiento fetal, el desarrollo de la ubre, la producción de calostro y leche, y el metabolismo de las grasas con consecuencias negativas en el feto y el neonato (Barcelos *et al.*, 2023). El uso de Se resulta en una alternativa para mejorar la actividad ovárica (Vásquez *et al.*, 2017). Lo anterior, a través de la enzima glutatión peroxidasa. El Se tiene una acción

antioxidante que tiene un efecto directo sobre el desarrollo folicular y embrionario (Liu *et al.*, 2014). Es necesario para el óptimo desarrollo y la fertilidad de los animales (Musa *et al.*, 2018; Yao *et al.*, 2018). El Se es esencial en la cría de ovejas y cabras, por lo tanto, es necesario administrar dosis adecuadas a los rebaños para mejorar la productividad en las unidades productivas de México (Díaz-Zarco *et al.*, 2022).

El Se cumple muchas funciones biológicas asociadas a la tiroxina, una hormona tiroidea que regula el metabolismo, la reproducción, la circulación y la función muscular. Además, el Se protege el cuerpo del animal de los metales pesados al formar complejos para hacerlos inofensivos (Kachuee *et al.*, 2013; Ziaei, 2015). Las deficiencias pueden provocar problemas de fertilidad, celos silenciosos, ovarios quísticos y el nacimiento de crías con inmunidad deficiente (Ziaei, 2015).

A pesar de que el Se juega un papel crucial en el mantenimiento del metabolismo celular normal de los animales y forma parte de la estructura de la enzima glutatión peroxidasa (GSH-Px), la cual se encarga de eliminar peróxidos y otros radicales libres que resultan del catabolismo de los ácidos grasos, previniendo así el daño por oxidación tisular (Carrillo-Nieto *et al.*, 2018; Zoidis *et al.*, 2018).

Investigaciones realizadas en caprinos suplementados con selenio y zinc han demostrado un aumento en la actividad de las enzimas superóxido dismutasa (SOD), glutatión peroxidasa (GSHPx), glutatión reductasa (GSHR) y catalasa (CAT) en el plasma seminal, así como un aumento en las hormonas triyodotironina (T3) y testosterona, brindando una mayor protección a los espermatozoides contra el daño oxidativo. Esto mejora las condiciones antioxidantes en el organismo y los niveles hormonales (Kumar *et al.*, 2013).

### **2.3 Deficiencia de selenio en cabras**

La vitamina E y el Se en la dieta mejoran el estado fisiológico, hormonal y antioxidante de las ovejas suplementadas y muestran un potencial para mitigar los efectos tóxicos del arsénico. En el ganado, la suplementación dietética con vitamina E y Se puede

mejorar el efecto negativo del estrés térmico y restaurar la homeostasis redox en diferentes razas de ovejas (Ramadan *et al.*, 2018). La deficiencia de selenio que afecta a los animales que viven en zonas con bajas concentraciones naturales de Se provoca pérdidas económicas significativas. Se han desarrollado varios métodos para aumentar la ingesta de selenio (Pechova *et al.*, 2012). En animales en condiciones de pastoreo natural se ha confirmado su deficiencia. Los síntomas de las deficiencias, como la enfermedad del músculo blanco, se dan sobre todo en terneros o corderos jóvenes nacidos en regiones con bajo contenido en Se, por lo que es necesario proporcionarles cantidades suficientes en la dieta (Ghaderzadeh *et al.*, 2016).

La limitación nutricional es otro de los factores que afectan la producción caprina, lo anterior, incluye el inadecuado suministro de alimento, bajo valor nutricional de los forrajes disponibles, baja eficiencia en la utilización de fuentes de alimenticias disponibles. En el caso de las cabras, las principales fuentes de alimentación es el pastoreo y el ramoneo en pastos naturales, y los residuos de cultivos agrícolas que muchas veces son de mala calidad (Tolera *et al.*, 2000).

## **2.4 Uso de la vitamina E en animales**

La investigación sobre los efectos de la Vit-E sobre la reproducción en animales machos se ha centrado en la espermatogénesis y la calidad del semen. Hay pocos datos sobre los efectos de la Vit-E en el inicio de la pubertad y la libido del macho (Liu *et al.*, 2014). La Vit-E juega un papel importante en el manejo del estrés oxidativo. Además, se ha sugerido que la Vit-E tiene un papel especial en la utilización del oxígeno a nivel celular o como parte de los sistemas enzimáticos respiratorios de las células (Yue *et al.*, 2010).

Por estas razones, el estado de Vit-E es importante para la eficiencia reproductiva tanto en machos como hembras y en la supervivencia de corderos y destetados (Liu *et al.*, 2014). La suplementación de Vit-E, ya sea en dosis oral o inyectada, a los carneros en dos experimentos dio como resultado una mejor calidad del semen,

incluido un aumento del volumen de eyaculación, concentración de espermatozoides y motilidad (Yue *et al.*, 2010; Mahmoud *et al.*, 2013).

Las vitaminas se clasifican como solubles en grasas (liposolubles) o solubles en agua (hidrosolubles). Las vitaminas tienen diversas funciones las cuales incluyen participación en muchos ciclos metabólicos, función inmunológica de las células y regulación genética. Los rumiantes requieren de las vitaminas liposolubles: A, D, E y K. Sin embargo, la vitamina E es la única con un requerimiento absoluto en la dieta (Elizondo-Salazar., 2008). La necesidad de Vit. E puede definirse, por tanto, como la cantidad necesaria para prevenir la peroxidación en la membrana subcelular concreta que es más susceptible a la peroxidación (Ramírez *et al.*, 2005).

La vitamina E y el Se tienen una acción conjunta, que con ellos ejercen los mercaptoaminoácidos (cisteína y metionina). Todos ellos cooperan como antioxidantes protegiendo, principalmente a las membranas celulares, del deterioro oxidativo. Su efecto es conjunto ya que entran a formar parte del sistema enzimático común, el del glutatión peroxidasa, enzima que contiene 4 átomos de selenio por molécula y un resto de cisteína, mientras que la Vit. E actúa como su coenzima. Por otro lado, el glutatión (que también interviene en esta reacción), contiene un resto de selenocisteína (Prieto *et al.*, 2002).

En el campo de la nutrición existen factores que limitan la producción animal, dentro de estos se encuentran los minerales, ya que su deficiencia se ha asociado a diversas patologías. El Se, como micronutriente esencial asociado con la vitamina E afecta diversas funciones del animal; en alteraciones en la reproducción y a los sistemas: nervioso, muscular, esquelético, hematopoyético e inmune, en sus características básicas y de integridad de todas las células del organismo (Valladares *et al.*, 2016).

La suplementación con Vit E, en este caso, puede jugar un papel importante en el periodo de días abiertos, tienen propiedades importantes para contrarrestar el estrés oxidativo, en el caso de hembras gestantes, evitando la manifestación del cortisol y por consiguiente problemas de aborto en un hato ganadero (Gabanzo, 2018)

### **III MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Área de estudio**

El presente trabajo se realizó en el mes abril del 2025 en el Ejido San Nicolás, Municipio de San Pedro, Coahuila en el norte de México (25°42'47"N- 102°47'36"O). El clima de la región es semidesértico, una altitud de 1,094 msnm, con una precipitación media anual de 230 mm. La humedad relativa oscila entre 26 y 61 %; los rangos de fotoperiodo de 13 h 41 min. Durante el solsticio de verano (junio) a 10 h 19 min. Durante el solsticio de invierno (diciembre); una temperatura que oscila entre 6 °C en invierno y 37 °C en verano (CONAGUA 2015).

#### **3.2 Manejo de los animales**

Un total de 24 hembras multirraciales fueron divididas en dos grupos (grupo control n= 12, grupo tratado n= 12) homogéneas en cuanto al peso vivo (PV;46.7) y condición corporal (CC;2.0), todos los animales fueron pastoreados y caminaban de 3 a 5 km al día hasta la zona donde encuentren alimento disponible ya que su alimentación se basa en pastoreo extensivo, alimentándose de la cobertura natural normal y recursos forrajeros arbustivos, recibían agua a libre acceso en su corral del resguardo. Todas las cabras se sometieron a ecografía en tiempo real con siete días de diferencia para evaluar el estado ovárico y confirmar la anovulación utilizando un ultrasonido (Chison ECO2) con un transductor de 2,5 MHZ - 11.0 MHz

#### **3.3 Tratamiento de hembras**

Las cabras fueron separadas en dos grupos: 1) un primer grupo recibió una dosis Los animales se seleccionaron al azar y se asignaron bajo un diseño al azar: 1) tratadas con selenio (SELEVIT; 5 mg de selenito sódico y 80 mg de vitamina E), y 2) tratadas con 1.5 mL solución salina fisiológica (Control) para inducir el efecto placebo, aplicados en el día 0 y 14 después de la sincronización estro. Las hembras de ambos grupos se sincronizaron al estro con 20 mg de progesterona más 200 UI Gonadotropina sérica (SERIGAN ®) y fueron inseminadas a tiempo fijo (IATF).

### **3.4 Peso vivo y condición corporal**

Se registro el PV y CC al día 0,14,36 del periodo experimental. La CC fue medida en una escala del 1 al 5, donde 1 es muy delgado y 5 es muy gordo; (Russel *et al.*, 1969) para la determinación de PV se utilizó una báscula digital de plataforma (Torrey®, Modelo EQM 400-800) con capacidad de 400 kg.

### **3.4 Tasa ovulatoria y diagnóstico de gestación**

La tasa ovulatoria se determinó a los 14 días posteriores al tratamiento hormonal, y que consistió en observar el número de cuerpos lúteos, la cual se realizó a través de un ultrasonido (Cheason ECO3) con un transductor de 2,5 MHZ - 11.0 MHZ. Mientras el diagnóstico de gestación se determinó al día 36, y que consistió en observar el feto, utilizando un ultrasonido (Cheason ECO3) con un transductor de 2,5 MHZ - 11.0 MHZ.

### **3.5 Análisis estadísticos**

Los datos fueron analizados mediante un análisis de varianza (ANOVA), usando el procedimiento Modelo Lineal General (GLM). El número de cuerpos lúteos fueron comparadas usando una ANOVA y si se encontró diferencias fueron comparados por medio de una prueba de t-student. El porcentaje de ovulación y porcentaje de preñez fueron comparados a través de una Chi-cuadrada. Todos los datos fueron analizados utilizando el paquete estadístico SAS (SAS Institute Inc. Cary. NC. USA, V9.1). Las diferencias serán consideradas significativas a un valor de  $P \leq 0.05$ .

#### IV RESULTADOS

Los resultados obtenidos de este trabajo de investigación se muestran en el cuadro 1. Donde la tasa ovulatoria fue significativamente ( $p \leq 0.05$ ) mayor en el grupo Se+Vit.E en comparación con nuestro grupo control. Mientras que el porcentaje de ovulación (46%) y de preñez (33.3%) fueron significativamente similares ( $p \leq 0.05$ ).

Cuadro 1. Repuesta reproductiva de cabras complementadas con Selenio más vitamina E durante bajo pastoreo extensivo.

Variables	Grupos	
	Se+Vit.E	Control
Ovulación (%)	50 (6/12) <sup>a</sup>	42 (5/12) <sup>a</sup>
Tasa ovulatoria (n)	2.2± 0.2 <sup>a</sup>	1.2±0.1 <sup>b</sup>
Preñez (%)	33.3 (4/12) <sup>a</sup>	33.3 (4/12) <sup>a</sup>

a,b Letras con súper índice diferente difieren a  $P \leq 0.05$

## V.DISCUSIÓN

La tasa ovulatoria durante el anestro estacional y bajo condiciones de pastoreo ha demostrado tener un incremento con la administración de Se y Vitamina E, en este contexto nuestros resultados concuerdan con los reportados por Musa *et al.* (2018), donde informaron que la fertilidad se ve incrementada significativamente con la complementación de Se más vitamina E en ovejas. Principalmente por las funciones antioxidantes que tiene la vitamina E y Se sobre las células germinales.

La característica principal dentro de la fisiología reproductiva de la vitamina E es la regulación de los procesos metabólicos y regeneración celular dada por la acción de precursores de las coenzimas. La vitamina E funciona *In vitro* junto a radicales orgánicos piróxilos los cuales se caracterizan por tener propiedades redox del anillo cromano protegiendo a lípidos del ataque de los radicales libres (Vallejo-Zamudio *et al.*, 2017).

Por lo cual, contribuyó a que los resultados que obtuvimos en nuestra investigación sean similares a los encontrados por Santos-Silva *et al.*, (2025) respecto a la tasa ovulatoria ( $1.2 \pm 0.2$  vs  $0.42 \pm 0.2$ ), para el grupo tratado y control, respectivamente. Sin embargo, en los resultados obtenidos en este estudio respecto a la tasa ovulatoria en las hembras tratadas fue mayor ( $2.2 \pm 0.2$  vs  $1.2 \pm 0.1$ ) comparado con el grupo control. Los resultados obtenidos de preñez en nuestro estudio no tuvieron diferencia significativa, lo que contrasta con los resultados encontrados por Santos-Silva *et al.* (2025), quienes obtuvieron un mayor porcentaje de preñez en las hembras tratadas respecto a las hembras del grupo control. En este sentido es importante remarcar que el Se es de igual manera considerado como un oligoelemento esencial al actuar como cofactor en la enzima citoplasmática glutatión-peroxidasa (Quiles, 2018). Resultados encontrados por Fraire-cordero *et al.* (2013), donde utilizaron selenio más vitamina E inyectado, tuvieron valores medios de  $1.3 \pm 0.07$  y  $1.1 \pm 0.07$ ) no teniendo diferencias significativas, entre grupo control y tratado, respectivamente. Es probable que estos resultados se vean afectados por la vía de administración y dosis aplicada dado el tipo de absorción en el sistema del animal. En el estudio realizado por Vázquez *et al.* (2017) utilizando selenio orgánico vía oral, encontró diferencia significativa en el número de cuerpos lúteos siendo el grupo tratado mayor, lo que concuerda con nuestros

resultados. Otras investigaciones realizadas con la suplementación de Se en la dieta de ovinos estabulados demostraron que el porcentaje de gestación entre el grupo control y el suplementado (GC 81.8%, GSe 75%) no tuvieron diferencias significativas (Cabrera Mora *et al.*, 2019) lo que difiere en relación con nuestros resultados donde se obtuvo un 33.3% en ambos grupos tanto en grupo control como en el grupo tratado. Lo anterior deja en claro la importancia del selenio y vitamina E en la reproducción de los pequeños rumiantes.

## **VI CONCLUSIONES**

Los resultados encontrados en este trabajo de investigación demuestran la importancia de complementar la alimentación con Selenio y vitamina E, dado al incremento que obtuvimos (número de CL) en la tasa ovulatoria. Sin embargo, se sugiere realizar más investigaciones enfocadas en mantener la sobrevivencia embrionaria y mantener la preñez debido a que nuestros resultados no mostraron efecto sobre el porcentaje de preñez en cabras bajo condiciones pastoreo extensivo.

## LITERATURA CITADA

- Alalaf, A. S., & Alnuaimy, R. (2024). Evaluación de la influencia de la vitamina E y el selenio en la salud uterina de cabras adultas: un estudio histológico. *Revista Egipcia de Ciencias Veterinarias*, 1-9.
- Antonio, C. H. M., Guillermo, Q., & Gutiérrez, D. (2013). Uso de selenio en ovinos. *Abanico Veterinario*, 3(1), 44-54.
- Asín, J., Ramírez, G. A., Navarro, M. A., Nyaoke, A. C., Henderson, E. E., Mendonça, F. S., Molín, J., & Uzal, F. A. (2021). Nutritional Wasting Disorders in Sheep. *Animals*, 11(2), 501. <https://doi.org/10.3390/ani11020501>
- Barcelos, B., Gomes, V., Vidal, A. M. C., de Freitas Júnior, J. E., Alba, H. D. R., & Netto, A. S. (2023). Milk yield, composition and immune status of dairy goats and respective goat kids fed diets with selenium and vitamin E supplementation. *Small Ruminant Research*, 225, 106999.
- Cabrera-Mora, Javier, Miranda-Jiménez, Leonor, Herrera-Haro, Guadalupe, & Osorio-Ávalos, Jorge. (2019). Tasa de concepción en ovejas tratadas con selenio orgánico. *Abanico veterinario*, 9, e93. Epub 05 de marzo de 2021. <https://doi.org/10.21929/abavet2019.93>
- Carrillo-Nieto, O., Domínguez-Vara, I. A., Huerta-Bravo, M., Jaramillo-Escutia, G., Díaz-Zarco, S., Vázquez-Armijo, J. F., ... & Revilla-Vázquez, A. (2018). Actividad de GSX-Px, concentración de selenio y calidad del eyaculado en sementales ovinos suplementados con selenio durante la época reproductiva. *Agrociencia*, 52(6), 827-839.
- Díaz-Zarco, S., Montes-de-Oca-Jiménez, R., & Rodríguez-Domínguez, M. C. (2022). Niveles de Selenio en suelo, pasto y en ovejas: Influencia del suplemento de Selenio en la concentración de IgG
- Elizondo-Salazar, J. A. (2008). Requerimientos nutricionales de cabras lecheras. III. Minerales y vitaminas. *agronomía mesoamericana*, 19(2), 303-308.
- Fraire-Cordero, S., Pró-Martínez, A., Ramírez-Valverde, G., Sánchez-del Real, C., & Gallegos-Sánchez, J. (2013). Selenio y vitamina E en la fertilidad de ovejas Pelibuey sincronizadas con progesterona. *Universidad y ciencia*, 29(1), 33-44.

- Gabanzo Rivera, J. J. (2018). Vitaminas esenciales en la reproducción y el sistema inmune en el ganado bovino: una revisión.
- Ghaderzadeh, S., Mirzaei Aghjeh-Gheshlagh, F., Nikbin, S., & Navidshad, B. (2016). Review on properties of selenium in animal nutrition. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 6(4), 753-761.
- Hernández-Serratos, M. J., Hernández-Trujillo, E., Barrera, L. D. L., Díaz-Sánchez, V. M., & Ramírez-Bribiesca, J. E. (2024). Ventajas y Riesgos de la Administración Parenteral de Selenio en Neonatos Rumiantes. *Agro-Divulgación*, 4(6).
- Kachuee, R., Moeini, M., & Souri, M. (2013). Effects of organic and inorganic selenium supplementation during late pregnancy on colostrum and serum Se status, performance and passive immunity in Merghoz goats. *Animal Production Science*, 54(8), 1016-1022.
- Kumar, S., Vaswani, S., Kumar, V., Anand, M., Kumar, M., Kushwaha, R., ... & Singh, S. P. (2022). Effect of Dietary Supplementation of Different Sources of Selenium on Growth Performance and Nutrient Utilization of Barbari Bucks.
- Liu, S., Xu, F. P., Yang, Z. J., Li, M., Min, Y. H., & Li, S. (2014). Cadmium-induced injury and the ameliorative effects of selenium on chicken splenic lymphocytes: mechanisms of oxidative stress and apoptosis. *Biological trace element research*, 160, 340-351.
- Meza-Herrera, C. A., Navarrete-Molina, C., Macias-Cruz, U., Arellano-Rodriguez, G., De Santiago-Miramontes, A., Sariñana-Navarrete, M. A., Marin-Tinoco, R. I., & Perez-Marin, C. C. (2024). Dairy Goat Production Systems: A Comprehensive Analysis to Reframe Their Global Diversity. *Animals*, 14(24), 3717. <https://doi.org/10.3390/ani14243717>
- Musa, I., Bitto, I., Ayoade, J., & Oyedipe, E. (2018). Serum immunoglobulins and lipid profile of sheep as affected by selenium and vitamin E supplementation.
- Parraguirre-Espinosa, A., Miranda-Jiménez, L., & Herrera-Haro, J. (2015). COMPLEMENTO CON SELENOMETIONINA A OVEJAS GESTANTES Y EFECTO SOBRE EL DESARROLLO DE SUS CORDEROS. *Agro Productividad*, 8(6).

- Patiño, G. R., Sánchez, V. M. D., Bribiesca, J. E. R., Gómez, A. A., Vázquez, A. L. R., Noguera, P. R., ... & Arellano, R. L. (2024). Efecto de la administración de bolos intrarruminales de selenio en cabritos sobre biomarcadores de estrés oxidativo en plasma. *Rev Mex Cienc Pecu*, 15(1), 83-97.
- Pechova, A., Sevcikova, L., Pavlata, L., & Dvorak, R. (2012). The effect of various forms of selenium supplied to pregnant goats on selected blood parameters and on the concentration of Se in urine and blood of kids at the time of weaning. *Veterinární medicína*, 57(8).
- Qazi, I. H., Ángel, C., Yang, H., Zoidis, E., Pan, B., Wu, Z., ... y Zhou, G. (2019). Papel del selenio y las selenoproteínas en la función reproductiva masculina: una revisión de las evidencias pasadas y presentes. *Antioxidantes*, 8(8), 268.
- Quiles, A. (2008). Efecto del selenio en la producción porcina. *Mundo Ganadero*, 8, 42-44.
- Ramadan, S. G. A., Mahboub, H. D. H., Helal, M. A. Y., & Sallam, M. A. (2018). Effect of vitamin E and selenium on performance and productivity of goats. *International Journal of Chemical and Biomedical Science*, 4(2), 16-22.
- Ramírez-Bribiesca, J. E., Tórtora, J. L., Huerta, M., Hernández, L. M., López, R., & Crosby, M. M. (2005). Efeito do selênio e da vitamina E sobre a produtividade de cabras e cabritos no México. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 57, 77-84.
- Ramírez-Bribiesca, J. E., Tórtora, J. L., Huerta, M., Hernández, L. M., López, R., & Crosby, M. M. (2005). Effect of selenium-vitamin E injection in selenium-deficient dairy goats and kids on the Mexican plateau. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 57, 77-84.
- Rodríguez Latorre, C. A., Flores Olivares, C. A., & Luján Fernández, E. (2021). Determinación de selenio en caprinos de la localidad de Peldehue, en la región metropolitana de Santiago de Chile. *Revista de Medicina Veterinaria*, 42, 1–12. <https://doi.org/10.19052/mv.vol1.iss42.6>

- Silva-Jarquín, J. C., Andrade-Montemayor, H. M., Vera-Ávila, H. R., Durán-Aguilar, M., Román-Ponce, S. I., Landi, V., ... & BioGoat, C. (2019). Diversidad y estructura genética de una población de cabras criollas negras de tres municipios del estado de Querétaro, México. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 10(4), 801-818.
- Soni, C., Sinha, I., Fasnacht, M. J., Olsen, N. J., Rahman, Z. S., & Sinha, R. (2019). Selenium supplementation suppresses immunological and serological features of lupus in B6. Sle1b mice. *Autoimmunity*, 52(2), 57-68.
- Tolera, A., Merkel, R. C., Goetsch, A. L., Sahlu, T., & Negesse, T. (2000). Nutritional constraints and future prospects for goat production in East Africa. Proceedings of the opportunities and challenges of enhancing goat production in East Africa, 10-12.
- Vallejo-Zamudio, E., Rojas-Velázquez, A., Torres-Bugarín, O., y Torres Bugarín, O. 2017. Una poderosa herramienta en la medicina preventiva del cáncer: los antioxidantes. *Medigraphic*, 12(3), 104–111. Retrieved from [www.medigraphic.org.mx](http://www.medigraphic.org.mx)
- Vázquez-Hernández, S. D., Miranda-Jiménez, L., Segura-León, O., & Quero-Carrillo, A. R. (2017). Desarrollo de folículos y cuerpo lúteo en cabras como respuesta al suministro de selenio. *Agroproductividad*, 10(2), 15-18.
- Yao, X., Ei-Samahy, M. A., Fan, L., Zheng, L., Jin, Y., Zhang, G., ... & Wang, F. (2018). In vitro influence of selenium on the proliferation of and steroidogenesis in goat luteinized granulosa cells. *Theriogenology*, 114, 70-80.
- Ziaei, N. (2015). Effect of selenium and vitamin E supplementation on reproductive indices and biochemical metabolites in Raieni goats. *Journal of Applied Animal Research*, 43(4), 426-430.
- Zoidis, E., Seremelis, I., Kontopoulos, N., & Danezis, G. P. (2018). Selenium-dependent antioxidant enzymes: Actions and properties of selenoproteins. *Antioxidants*, 7(5), 66
- Qazi, I. H., Ángel, C., Yang, H., Zoidis, E., Pan, B., Wu, Z., ... y Zhou, G. (2019). Papel del selenio y las selenoproteínas en la función reproductiva masculina: una revisión de las evidencias pasadas y presentes. *Antioxidantes*, 8(8), 268.

- Quiles, A. (2008). Efecto del selenio en la producción porcina. *Mundo Ganadero*, 8, 42-44.
- Ramírez-Bribiesca, J. E., Tórtora, J. L., Huerta, M., Hernández, L. M., López, R., & Crosby, M. M. (2005). Efeito do selênio e da vitamina E sobre a produtividade de cabras e cabritos no México. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 57, 77-84.
- Ramírez-Bribiesca, J. E., Tórtora, J. L., Huerta, M., Hernández, L. M., López, R., & Crosby, M. M. (2005). Effect of selenium-vitamin E injection in selenium-deficient dairy goats and kids on the Mexican plateau. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 57, 77-84.
- Rodríguez Latorre, C. A., Flores Olivares, C. A., & Luján Fernández, E. (2021). Determinación de selenio en caprinos de la localidad de Peldehue, en la región metropolitana de Santiago de Chile. *Revista de Medicina Veterinaria*, 42, 1–12. <https://doi.org/10.19052/mv.vol1.iss42.6>
- Silva-Jarquín, J. C., Andrade-Montemayor, H. M., Vera-Ávila, H. R., Durán-Aguilar, M., Román-Ponce, S. I., Landi, V., ... & BioGoat, C. (2019). Diversidad y estructura genética de una población de cabras criollas negras de tres municipios del estado de Querétaro, México. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 10(4), 801-818.
- Soni, C., Sinha, I., Fasnacht, M. J., Olsen, N. J., Rahman, Z. S., & Sinha, R. (2019). Selenium supplementation suppresses immunological and serological features of lupus in B6. Sle1b mice. *Autoimmunity*, 52(2), 57-68.
- Tolera, A., Merkel, R. C., Goetsch, A. L., Sahlú, T., & Negesse, T. (2000). Nutritional constraints and future prospects for goat production in East Africa. Proceedings of the opportunities and challenges of enhancing goat production in East Africa, 10-12.
- Vallejo-Zamudio, E., Rojas-Velázquez, A., Torres-Bugarín, O., y Torres Bugarín, O. 2017. Una poderosa herramienta en la medicina preventiva del cáncer: los antioxidantes. *Medigraphic*, 12(3), 104–111. Retrieved from [www.medigraphic.org.mx](http://www.medigraphic.org.mx)

- Vázquez-Hernández, S. D., Miranda-Jiménez, L., Segura-León, O., & Quero-Carrillo, A. R. (2017). Desarrollo de folículos y cuerpo lúteo en cabras como respuesta al suministro de selenio. *Agroproductividad*, 10(2), 15-18.
- Yao, X., Ei-Samahy, M. A., Fan, L., Zheng, L., Jin, Y., Zhang, G., ... & Wang, F. (2018). In vitro influence of selenium on the proliferation of and steroidogenesis in goat luteinized granulosa cells. *Theriogenology*, 114, 70-80.
- Ziaei, N. (2015). Effect of selenium and vitamin E supplementation on reproductive indices and biochemical metabolites in Raieni goats. *Journal of Applied Animal Research*, 43(4), 426-430.
- Zoidis, E., Seremelis, I., Kontopoulos, N., & Danezis, G. P. (2018). Selenium-dependent antioxidant enzymes: Actions and properties of selenoproteins. *Antioxidants*, 7(5), 66