UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS

Efecto del Selenio más vitamina E sobre la respuesta ovárica y niveles de glucosa en cabras bajo condiciones intensivas

Por:

Lizbeth Hernández González

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Torreón, Coahuila, México
Octubre 2026

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS

Efecto del Selenio más vitamina E sobre la respuesta ovárica y niveles de glucosa en cabras bajo condiciones intensivas

Por:

Lizbeth Hernández González

TESIS

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

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por:

Dr. Oscar Ángel García
Presidente

Dra. Irene Concepción Chavaría Neri
Vocal externo

Dra. Leticia Romana Gaytán Alemán
Vocal

Dr. Fernando Arellano Rodríguez
Vocal Suplente

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

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

Torreón, Coahuila, México
Octubre 2026

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS

Efecto del Selenio más vitamina E sobre la respuesta ovárica y niveles de glucosa en cabras bajo condiciones intensivas

Por:

Lizbeth Hernández González

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. Irene Concepción Chavaría Neri
Coasesor externo

Dra. Leticia Romana Gaytán Alemán
Coasesor

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

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

Torreón, Coahuila, México
Octubre 2026

AGRADECIMIENTOS

A DIOS porque sin él no soy nada, por las bendiciones que me ha dado y por acompañarme siempre en cada proyecto y bendecirlo, por la vida y la salud.

A mi madre Julia por siempre alentarme en los momentos difíciles, por ser mi motivación y siempre estar para mí, por apoyarme en todas mis decisiones y confiar ciegamente en mí. Este logro es gracias a tu amor incondicional.

A mi padre Manuel por ser un ejemplo de superación y de perseverancia, por apoyarme en este camino y siempre exigir lo mejor de mí. Este logro es el fruto de tus sacrificios.

A mis hermanos Yasmin y Hugo porque siempre sentí su apoyo, por escucharme y confiar en mí.

A mi asesor de Tesis el Dr. Oscar Ángel García por ayudarme a culminar esta etapa y permitirme trabajar en esta investigación.

A mi compañero de aventuras por siempre motivarme escucharme, apoyarme por nunca dejarme sola, por creer en mi incluso cuando yo dudaba

A mi pequeño por estar conmigo toda su vida, por ser mi compañero de desvelos, y mi apoyo emocional en los momentos más difíciles.

A todas las personas que me apoyaron en este camino, tanto amigos como médicos que confiaron en mí y en lo que puedo lograr gracias por sus enseñanzas y sus palabras que fueron fundamentales para poder culminar mi carrera.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS i
ÍNDICE DE CONTENIDO ii
INDICE DE CUADROS Y FIGURAS iii
RESUMEN iv
I. INTRODUCCIÓN 1
II. REVISIÓN DE LITERATURA 3
2.1. Antecedentes de la caprinocultura 3
2.3 Alimentación de las cabras 7
2.4 Macrominerales 10
2.5 Minerales y vitaminas 14
2.6 Suplementación de selenio y vitamina E 17
III. MATERIALES Y MÉTODOS 22
3.4.2. Determinación de los niveles de glucosa 25
3.4.5. Porcentaje de ovulación 26
IV. RESULTADOS 27
V. DISCUSIÓN 29
VI. CONCLUSIÓN. 31
VII. LITERATURA CITADA 32

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Figura 1 Procedimiento experimental de cabras multirraciales tratadas con SE más vitamina E (SE+E) o tratadas con solución salina fisiológica (CONT) con duración de 45 días bajo condiciones intensivas..... 24

Cuadro 1 Clasificación taxonómica de las cabras (Álvarez-Romero y Medellín, 2005). 5

Cuadro 2 Medias (±DESVST) para PV y CC de cabras multirraciales tratadas con selenio más vitamina E (Se+E) o solución salina fisiológica (CONT) durante los meses de marzo- abril, 2025 27

Cuadro 3 Resultados de glucosa obtenidos al inicio y final del tratamiento en cabras adicionadas con selenio más vitamina E (Se+E) o solución salina fisiológica (CONT) durante los meses de marzo- abril, 2025 27

Cuadro 4 Respuesta reproductiva de cabras multirraciales tratadas con selenio más vitamina E (Se+E) o solución salina fisiológica (CONT) durante los meses de marzo- abril, 2025 (25°LN). 28

RESUMEN

El propósito de la presente tesis fue evaluar el efecto del uso de Selenio más vitamina E en la respuesta ovárica y niveles de glucosa en cabras bajo condiciones intensivas. Para este estudio se utilizaron 16 hembras caprinas multirraciales (2-3 años de edad), homogéneas en cuanto a PV (52.1±2.4) y CC (2.8±0.1). Las cabras fueron seleccionadas completamente al azar y se dividieron en 2 grupos: 1) Grupo tratado (Se+E; n=8), se le administró 6 mg selenio (selenio de sodio) combinado con 80 mg de vitamina E (tocoferol) por cada 50 kg de PV, y 2) grupo control (CONT; n=8) se le administró 0.5 mL de solución salina fisiológica. El tratamiento fue aplicado al día 0 (inicio de estudio) y posteriormente al día 19 del periodo experimental. La CC fue mayor en el Se+E (3.1 ± 0.1) en comparación con el CONT 2.8 ± 0.1. De la misma manera el tamaño del ovario (mm) fue mayor en el Se+E (21.7±0.7, $P<0.05$) comparado con CONT (18.9±1.1). El porcentaje de ovulación general fue de 93.5%, no mostraron diferencias significativas($P>0.05$). En relación al número de cuerpos lúteos (1.5±0.4) y diámetro del cuerpo lúteo (10.8±1.0) no se encontró diferencia estadística para ambos grupos ($P>0.05$). El PV promedio general (54.1±2.9) y niveles de glucosa (57.1± 2.1) no mostraron diferencias estadísticas significativa ($p>0.05$). Los resultados obtenidos muestran que el uso de selenio más vitamina E puede mejora la CC y aumenta el tamaño del ovario en cabras multirraciales bajo condiciones intensivas. En conclusión, la administración de selenio más vitamina E tiene un efecto sobre la condición corporal y el tamaño del ovario. Lo cual puede ser una alternativa viable para mejorar el desempaño reproductivo en cabras bajo condiciones intensivas.

Palabras clave: Empadre, Ovario, Ovulación, Cabras

I. INTRODUCCIÓN

La cría de cabras tiene gran relevancia en México, especialmente en las regiones áridas y semiáridas ubicadas en el norte y centro del país. Esta actividad también destaca más en algunas zonas donde existen altos niveles de pobreza, en estos lugares las cabras representan una alternativa importante, ya que pueden adaptarse al entorno y mantenerse productivas, produciendo leche carne y cabritos (Palomares Reséndiz *et al*., 2021). Dentro de los sistemas de producción de caprinos se encuentra el extensivo, este basado principalmente en el pastoreo, aunque también se encuentran los sistemas intensivos y semi extensivos, sin importar el tipo de sistema que se utilice la finalidad es la misma la cual consiste en la producción y reproducción (Hernández, 2000).

Los minerales desempeñan una función metabólica importante en el organismo del animal. La base de la alimentación de las cabras son las plantas y todo lo que se obtiene de ellas, siendo una fuente principal de nutrientes, para determinar la cantidad y calidad de minerales que son consumidos implica factores como son el tipo de planta, suelo, el clima y la época del año juegan un papel clave. Los minerales se dividen en esenciales mayores y oligoelementos según qué tan abundante están en el cuerpo del animal o según la cantidad que se necesita aportar en la dieta (McDonald *et al*., 2022). Dentro de los minerales tenemos al Selenio (Se) su deficiencia puede estar asociada con un desempeño reproductivo limitado. En los machos, esta deficiencia puede afectar la calidad del semen, particularmente al reducir la motilidad espermática. En las hembras, durante la gestación, se ha relacionado con una mayor incidencia de mortalidad embrionaria, partos

prematuros, nacimientos de crías muertas y retención de placenta. La presencia elevada de determinados elementos con los que interactúa el Se puede influir en su absorción y metabolismo, afectando tanto su disponibilidad como la toxicidad de algunos minerales. Este mineral puede obtenerse a través de diversas fuentes naturales de origen animal y vegetal (Hermosillo *et al*., 2013).

La vitamina E por su parte actúa como un antioxidante que permite proteger a las células de daño oxidativo, ayuda en funciones inmunológicas, salud de la piel y previene enfermedades crónicas (Al-Hilal *et al*., 2024)

Los minerales y un buen balance nutricional resultan determinantes en la salud, bienestar y eficiencia reproductiva. La glucosa funge como indicador bioquímico que refleja las principales vías metabólicas del organismo, está principalmente relacionado con el metabolismo energético (García-Sánchez *et al*., 2023).

En este contexto nos planteamos la siguiente hipótesis, el uso de Selenio más vitamina E potenciará la respuesta ovárica y niveles de glucosa en cabras bajo condiciones intensivas. En relación a lo anterior el presente trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar el uso de Selenio más vitamina E sobre la respuesta ovárica y niveles de glucosa en cabras bajo condiciones intensivas.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes de la caprinocultura

En el siglo XVI los españoles introdujeron a las cabras donde radicaron en la isla la española, por consecuencia se trasladaron a islas caribeñas y eventualmente a México. Las primeras razas de cabras fueron traídas de granada, Murcia y Malaga de razas Blanca celtibérica o serrana y Castellana, el ganado criollo fue desapareciendo en los Estados Unidos de América debido a el uso de sementales europeos (Mellano, 1997).

Monteiro *et al*. (2017) menciona que aproximadamente en el año 7000 a.c. la cabra fue domesticada al igual que la oveja durante el periodo Neolítico en Oriente. Existiendo evidencia arqueológica, restos hallados en excavaciones en sitios neolíticos y restos de especies en antiguos asentamientos lacustres en Europa Occidental, que lo confirman.

La cabra fue uno de los primeros animales domesticados por el ser humano con el fin de obtener alimentos, proceso que se remonta aproximadamente a diez mil años, desde esto, la especie ha estado vinculada con el desarrollo de las sociedades humanas, como lo demuestran numerosas referencias históricas, mitológicas y religiosas en las que es mencionada la cabra. A pesar de su importancia a lo largo de la historia, su valor económico y productivo no siempre ha sido reconocido de manera adecuada. En cuanto a su origen, las cabras pertenecen al mismo grupo ancestral que otros animales de ganado y su evolución se relaciona con antiguos antepasados de los antílopes (De Almeida Ribeiro 1997)

Las primeras razas de ovinos que llegaron a México fueron principalmente de tipo Merino, Churra y Lacha, con el paso del tiempo, estas razas se distribuyeron por distintas regiones del país, por lo que, a principios del siglo XX, gran parte de la República contaba con ganado criollo, descendiente de las razas españolas introducidas originalmente, posteriormente, durante el mismo siglo, ingresaron a México numerosas razas de diferentes especies, entre las razas caprinas destacaron la granadina, Anglo-Nubia y diversas razas alpinas lecheras (Medrano, 2000).

A lo largo de la historia de la humanidad, el ganado caprino ha desempeñado un papel fundamental en el desarrollo de diversas civilizaciones. Sin embargo, en términos generales ha sido relegado a regiones áridas y semiáridas, caracterizadas por una limitada disponibilidad de vegetación, en estas zonas, su crianza y aprovechamiento se han realizado principalmente bajo sistemas de producción extensivos. Por esta razón, el ganado caprino ha desarrollado una notable capacidad de adaptación y supervivencia, así como una gran selectividad para aprovechar los recursos vegetales disponibles en su entorno (Ducoing, 2019).

MacHugh y Bradley. (2001) mencionan desde un punto de vista agrícola, que los aproximadamente 700 millones de cabras que existen en el mundo representan una fuente importante de alimento y recursos para los pequeños productores, ya que proporcionan carne, leche, pieles y fibra, especialmente en los países en desarrollo, asimismo, diversos estudios arqueológicos señalan que las cabras fueron uno de los primeros animales herbívoros en ser domesticados.

2.2 Clasificación taxonómica de las cabras

Reino	Animalia
Phylum	Chordata
Clase	Mammalia
Orden	Artiodactyla
Familia	Bovidae
Genero	Capra
Especie	Hircus

Cuadro 1 Clasificación taxonómica de las cabras (Álvarez-Romero y Medellín, 2005).

2.2.1 Morfología

Dentro de sus estructuras se encuentra la cabeza las cuales tienen características subconvexas y ultraconvexas resaltando más en los machos, orejas grandes anchas y rectas con la punta hacia arriba. Los machos se diferencian por tener un fleco de pelo en la frente color negro que se desarrolla a los 5 años al igual que una perilla que con el tiempo se transforma en una barba larga, su cuerpo es rectangular, su grupa plana e inclinada, en cuanto a sus extremidades son fuertes, gruesas y musculadas, de la misma forma las pezuñas son de color negro y gruesas. El pelaje por su parte es corto, lustroso con su pelo para ayudar en las épocas de invierno (Seguí *et al*., 2005).

Presentan una estructura corporal resistente, acompañada de extremidades musculosas y pezuñas de gran amplitud, características que les permiten

desplazarse con facilidad por terrenos difíciles. Durante el invierno, los machos adultos suelen adquirir un pelaje de tonalidad blanco plateado, aunque algunas zonas como el pecho, la garganta y el rostro pueden presentar matices grisáceos, el abdomen, la barba y la zona frontal del rostro muestran una coloración que va oscuro hasta negro (Álvarez-Romero y Medellín, 2005).

En comparación las cabras hembras presentan un perfil cefálico recto, cuernos rectos dirigidos hacia atrás, orejas de posición horizontal, pelo corto y liso, así como un pelaje de coloración variable e irregular, de igual manera predominan por la ausencia de barbillas (Kitila *et al*., 2025).

Rodríguez-Vargas *et al*. (2026) nos menciona diferencias y similitudes significativas dentro de la caracterización morfológica en cabras tanto en hembras como en machos existiendo homogeneidad en perfiles cefálicos rectos en ambos sexos, por otro lado el tipo de cuernos en las hembras tiene forma de lira, su estructura mamaria cuenta con ubres flácidas y comúnmente color negras y pezones asimétricos, en cambio los machos se definen más porque predomina la barba, los valores como peso, longitud y ancho de la cabeza y cuello muestran valores superiores a las hembras.

Por el contrario, Culhe *et al*. (2026) en su estudio logra definir las características cualitativas en cuanto a los colores de pelaje que van desde negro, marrón y blanco, el cual es corto, la cabeza con perfiles cóncavo y convexo y las orejas son erguidas y péndulas, gran parte de estas características se definen por la raza y condición de cada animal.

Las cabras presentan una actividad reproductiva estacional que esta influenciada principalmente por los cambios anuales en la calidad de luz solar, el comienzo y la duración de la época reproductiva pueden variar según diversos factores ambientales y fisiológicos, como la latitud, las condiciones climáticas, la disponibilidad de alimento, la raza y manejo reproductivo. La reproducción es estacional en áreas templadas debido a que cuenta con periodos de reproducción en otoño e invierno teniendo diferencias de acuerdo a la raza y ubicación (Fatet *et al*., 2011).

2.3 Alimentación de las cabras

Se ha identificado que uno de los principales desafíos asociados con la estabulación de las cabras corresponde al manejo nutricional, debido a que este factor puede influir directamente en el desempeño productivo de los animales y en consecuencia en la rentabilidad de los sistemas de producción caprina. Una herramienta útil para valorar el estado nutricional de los animales es el perfil metabólico, ya que permite analizar la respuesta fisiológica de cada individuo ante una dieta determinada y detectar posibles alteraciones relacionadas con el metabolismo (Bedoya Mejía, 2012).

La cabra es conocida por ser un rumiante de buena adaptabilidad en cuanto a alimentación Mahgoub *et al*., (2025) define a los nutrientes como un conjunto de procesos mediante los cuales los animales dijeren, absorben y metabolizan los componentes nutritivos presentes en los alimentos, destinados a la formación de tejidos corporales, producción de leche y lana, su uso adecuado permite convertir

su alimento en productos de calidad, todo esto teniendo en cuenta factores como el tipo de alimento, lo que se consume, su entorno y proceso metabólico de casa individuo.

Dentro de la alimentación de las cabras existen diferentes requerimientos necesarios dentro de estos resaltan factores que puedan influir en estos requerimientos como son el sexo, biotipo, peso, edad, composición corporal, medio ambiente, estado de salud, etapa productiva y reproductiva. Los carbohidratos son uno de los requerimientos que proporcionan fuete de energía que se pueden encontrar en los granos y forrajes (Ramírez-Lozano, 2011).

Uno de los componen importantes en la alimentación y nutrición de las cabras son los pastizales naturales y los sistemas de ramoneo, aunque en estos se pueden encontrar deficiencias nutricionales como es la energía metabolizable (EM). La suplementación en este tipo de alimentación resulta necesaria para complementar los nutrientes proporcionados por la dieta basal y contribuir al mantenimiento de condiciones adecuadas de salud, productividad y desempeño zootécnico de los caprinos (Cooke *et al*., 2023).

Los recursos adecuados para un abuena alimentación son parte fundamental para la mejora de la ganadería, aunque dentro de esto destacan factores que influyen ya sea de forma positiva o negativa en el resultado nutritivo de los alimentos, dependiendo de la zona, la situación socioeconómica, la comercialización de productos y subproductos definen el tipo de alimentación (Ramírez-Lozano, 2011).

Elizondo- Salazar (2021) menciona la importancia de cuantificar el consumo de materia seca (MS), para así determinar cuál es la cantidad de nutrientes que se consumen, de igual forma un buen consumo de MS va a depender significativamente de las características de los forrajes.

Las cabras son ramoneadoras que significa que eligen ramaje, hierbas y otros productos vegetales fácilmente digeribles y también comen pasto, se adaptan al pastoreo y pueden consumir hasta 6.5 % de su peso corporal en MS, lo que beneficia el movimiento a nivel digestivo, un buen consumo de proteína debe estar entre 7 % de lo que se consume de MS (Van Saun, 2025).

La fibra es un componente que no puede faltar en la dieta de las cabras para un correcto funcionamiento del rumen, la rumia es importante pues esta es la salivación adecuada y buen pH para los microorganismos celulíticos, la fibra realiza una degradación microbial sintetizando la energía que se requiere para el mantenimiento, crecimiento, lactancia y reproducción (Ramírez-Lozano, 2011).

Otro tipo de alimentación son los concentrados que se obtienen a partir de cultivos como cereales, legumbres, oleaginosa, residuos de cultivos y aprovechan los subproductos de alimentos de consumo humano como por ejemplo la melaza que se genera del azúcar, estos se caracterizan por tener mayor energía y proteína que los forrajes, pueden utilizarse como complementos de manera habitual o durante períodos en los que existe poca disponibilidad de pasto, por ejemplo, en invierno o durante las temporadas secas (Kerven, 2024).

En un enfoque la alimentación personalizada y genética nutricional contribuyen en mejorar la producción y reducción de la mortalidad y la morbilidad, el conocimiento y estudio en relación a los requerimientos de nutrientes juega un papel importante en el incremento de la producción, favoreciendo mayor producción de leche y carne sin la necesidad de grandes producciones y mayor número de animales (Lu, 2023).

2.4 Macrominerales

Los minerales son elementos inorgánicos, actúan en procesos fisiológicos esenciales para mantener una adecuada salud y previenen enfermedades (Garutti *et al*., 2025).

La suplementación de minerales y un buen balance nutricional resultan determinantes en la salud, bienestar y eficiencia reproductiva el uso de macrominerales como: calcio, fosforo, sodio, cloro y magnesio se utilizan en mayores cantidades como gramos por día por el contrario los micro minerales como: zinc, cobre, manganeso, iodo, selenio y cobalto se requieren en partes por millón (ppm) (Alpízar-Bonilla, 2023).

Dentro de los factores relacionados con la nutrición, las alteraciones en la disponibilidad o el metabolismo del calcio (Ca), fósforo (P) y magnesio (Mg) representan aspectos de especial importancia. Estos minerales son indispensables para el adecuado funcionamiento del organismo y, cuando existe un desequilibrio en sus niveles o en su utilización metabólica, pueden favorecer la aparición de diferentes trastornos de origen metabólico o asociados a deficiencias nutricionales,

que afectan a rumiantes como el ganado vacuno, los búfalos, los ovinos y los caprinos (Sharma *et al*., 2002).

Los macrominerales son nutrientes esenciales para los animales, ya que participan en diversas funciones fisiológicas. Entre ellos destacan el calcio y el magnesio, cuya concentración debe mantenerse adecuadamente mediante procesos de absorción intestinal, regulación renal y almacenamiento o intercambio con los huesos (Sampath et al., 2023). Si bien el Ca es uno de los minerales más abundantes dentro del cuerpo de los animales, la mayor parte de este es utilizada en el esqueleto y los dientes, ayudando en la resistencia y dureza de los huesos (Sousa *et al*., 2021).

Por otra parte, una disminución de las concentraciones sanguíneas de Ca y Mg puede ocasionar alteraciones en el funcionamiento neuromuscular de los animales. El calcio también interviene de manera importante en los mecanismos de coagulación de la sangre, mientras que el fósforo (P) participa en diferentes procesos metabólicos relacionados con la producción y transferencia de energía (Sharma *et al*., 2002).

Los macrominerales desempeñan un papel importante en el funcionamiento del sistema reproductivo, debido a su participación en procesos como la regulación hormonal, la disponibilidad de energía y el adecuado funcionamiento del útero, el Ca interviene de manera fundamental en la actividad contráctil del útero, particularmente durante el proceso del parto y la posterior involución uterina, por su parte, el P participa en los mecanismos relacionados con la producción y transferencia de energía, además de contribuir al funcionamiento adecuado de los

ovarios, asimismo, el magnesio (Mg) interviene en los mecanismos de señalización hormonal y en la actividad neuromuscular, procesos necesarios para una adecuada función reproductiva (Hussain, 2026).La carencia de P afecta la fertilidad, aunque de una forma indirecta, su deficiencia estimula la actividad de tiroides utilizándose en menor cantidad la energía, este puede causar bloqueo de la glándula pituitaria y por consecuencia de los ovarios (Mesa, 1980).

Magnesio este mineral participa en la conformación y activación de diversos complejos enzimáticos, además de intervenir en los mecanismos de regulación nerviosa relacionados con la contracción de los músculos (Portilla-Dominguez 2021).

2.4.1. Micro minerales

Realizan una gama de roles tanto biológico, fisiológicos dentro de la salud de los animales, de los cuales participa el Zinc (Zn) un mineral que cumple con el metabolismo energético y de ácidos nucleicos, así como ayuda a la síntesis de proteínas, influye en la integridad de órganos inmunitarios y desarrollo óseo, en los rumiantes este es aprovechado en gran cantidad por el abomaso y por el intestino delgado aunque en menor cantidad, por otra parte ayuda en el desarrollo y función de los órganos y células (Hilal *et al*., 2016) (Cai *et al*., 2025).

El cobre y manganeso cumplen con la defensa de antioxidantes, desarrollo de tejidos y en las funciones inmunitarias (Hilal *et al*., 2016).

El Cobre (Cu) con relación el Hierro (Fe) interfieren en la síntesis de la hemoglobina, además de que el Cu ayuda en la formación de huesos, maduración de glóbulos

rojos, mantenimiento de mielina y formación hormonal, una deficiencia de la misma puede causar problemas nerviosos, en el crecimiento y afecciones Oseas, de tal manera también puede verse afectado la producción de leche y la fertilidad. Por otro lado, el cobalto es esencial para que dentro del rumen se puedan formar vitaminas que son importantes para los protozoarios que viven ahí (Mesa, 1980).

El Fe es un mineral importante para el organismo, principalmente porque forma parte de la hemoglobina, que se encarga de transportar el oxígeno por la sangre. Cuando hay una falta de hierro, el problema más común es la anemia, este mineral se almacena principalmente en el hígado, el bazo y la médula ósea, sin embargo, los forrajes que tienen contacto con el suelo pueden aportar una cantidad considerable de Fe a la alimentación, para prevenir una deficiencia, las cabras deben de consumir entre 35 mg de Fe en mantenimiento y 95 mg de Fe en crecimiento (Ramírez-Lozano, 2011).

Yodo (I) es un elemento importante para mantener un adecuado funcionamiento de la glándula tiroides, ya que este mineral participa en la formación de las hormonas T3 y T4. Estas sustancias regulan diferentes actividades del cuerpo, entre ellas el uso de energía y el metabolismo, además de contribuir al crecimiento, desarrollo óseo, reproducción, producción de calor y correcto funcionamiento de la salud cardiovascular (Gupta et al., 2026).

Por otro lado, el manganeso (Mn) actúa en la inmunidad celular es por ello que es importante mantener sus valores normales para la salud animal (Kumar *et al*., 2025)

Van Emon *et al*. (2020) nos menciona dos principales micro minerales que participan en la reproducción el primero es el (Mn) que promueve la estimulación de progesteronas por parte del cuerpo lúteo ayudando en la gestación teniendo un fin principal en el desarrollo fetal, y en la salud, por otro lado, tenemos al selenio Se el cual es un componente antioxidante protege contra radicales libres y peroxidación lipídica, actúa en la foliculogénesis y protegiendo al ovocito de daño celular.

El azufre es in integrante importante de las proteínas, cuanto existe una salivación excesiva se puede asociar a una deficiencia, para esta deficiencias se puede administrar en bloques a libre acceso que contengan S, los estándares adecuados para tener un buen requerimiento es el consumo de 0.16 a 0.32 g S/kg de materia seca, por otro lado el Cobalto (Co) ayuda en las bacterias del aparato digestivo las cuales actúan en la síntesis de vitaminas B12, en este caso los valores adecuados para las cabras requieren en su consumo de 0.1 a 0.15 mg Co/ kg de materia seca (Ramírez-Lozano, 2011).

2.5 Minerales y vitaminas

Los minerales son importantes para un buen metabolismo de los animales ayudándonos a mejorar las dietas para obtener mejores rendimientos (Lima *et al*., 2021). El conocimiento sobre la importancia de los minerales ayuda a tener un mejor entendimiento en la utilización de suplementaciones puesto que se ve reflejado en cuanto a los procesos metabólicos y en la eficiencia en salud y bienestar (Alpizar-Bonilla, 2023)

Los minerales cumplen diversas funciones esenciales en el organismo, ya que intervienen tanto en la formación y mantenimiento de estructuras corporales como en la regulación de los fluidos y tejidos mediante su participación como electrolitos, además, algunos minerales forman parte de procesos enzimáticos y hormonales, actuando como elementos indispensables para el adecuado funcionamiento metabólico, entre sus funciones principales se encuentra su contribución al desarrollo y mantenimiento del sistema esquelético (Sharma *et al*., 2002).

Son de vital importancia en la salud, productividad y eficiencia reproductiva, a pesar de que su constitución al menos es del 4- 5 % del peso corporal cumplen con funciones fisiológicas, catalíticas de suma importancia en el crecimiento, desarrollo y mantenimiento de la homeostasis corporal normales, es por esto que se refleja la importancia de un buen balance mineral para ayudar en el crecimiento de tejidos, en la reproducción, los procesos inmunitarios, procesos lácteos y fisiológicos (Hussain, 2026).

Ahmad *et al*., (2013) describe que una de las principales fuentes en donde los animales pueden encontrar minerales es en diferentes tipos de forrajes es por ello que resulta importante la evaluación de estos, es posible que gran parte se encuentre en pastos, también en las plantas todos estos producidos por el suelo, de tal manera que a través del consumo de material vegetal pueden llegar al organismo animal, por ello el autor refiere la importancia que tiene poder cubrir adecuadamente los requerimientos de los animales para evitar riesgos de deficiencias puesto que no todos pueden tener acceso a este tipo de minerales naturales.

Dentro de las funciones de los minerales en los animales podemos clasificarlos en 3 principales, el primero es que ayuda como componente estructural de los órganos y tejidos, el segundo es que ayudan como base en el mantenimiento de la presión osmótica, equilibrio acido base y la irritabilidad tisular, así como componente principal de tejidos y fluidos y como última función actúa como catalizador de enzimas y sistemas hormonales (Gionbelli, *et al*., 2010)

Se define vitamina a un compuesto orgánico que forma parte de los micronutrientes que un organismo necesita, aunque en menores cantidades para que los procesos metabólicos se desarrollen de manera adecuada, debido a que cumplen funciones esenciales necesarias para mantener un buen funcionamiento del organismo, de las cuales se clasifican en dos grupos liposolubles (A, D, E y K) e hidrosolubles (C y 8 del grupo B). Alguna de estas se puede obtener por diferentes medios no solo los químicos si no también físicos como es el caso de la vitamina D por radiaciones UV (Godswill *et al*., 2020).

Al-Hilal *et al*. (2024) define a las vitaminas hidrosolubles como aquellas que el torrente sanguíneo absorbe por el tracto digestivo y que no son conservadas por el cuerpo, esto quiere decir que, si existe un exceso de las mismas de desecha por medio de la orina, en síntesis, es una sustancia que es capaz de disolverse en agua, su importancia radica en que ayudan en la producción de energía y glóbulos rojos, así como en la función inmunitaria, por el contrario, las vitaminas liposolubles se liberan gradualmente conforme al organismo y se almacenan en tejidos grasos y hígado, ayudan en la protección celular, aunque estas si son consumidas en exceso pueden causar toxicidad.

Las vitaminas liposolubles se almacenan en tejidos orgánicos y no son excretadas fácilmente, requieren de grasa o sales biliares para ser absorbidas, por el contrario, las hidrosolubles es más fácil su modificación con alimentos, las vitaminas se pueden absorber por diferentes mecanismos como es: transporte activo que conlleva un gasto de energía, difusión facilitada mediante el transporte de membranas y difusión pasiva que pasa por el interior de la célula intestinal de igual manera estas pueden circular libres, unidas a proteínas específicas y no especificas o a lipoproteínas (Martin *et al*., 2000).

Dentro de las vitaminas liposolubles se encuentra la vitamina E la cual funciona como antioxidante y protector de la membrana celular, también tenemos a la vitamina K que su finalidad está relacionada en procesos de coagulación y en funciones de encimas proteicas (Garutti *et al*., 2025)

Las vitaminas B como hidrosolubles tienen un metabolismo más complejo, la deficiencia más común sucede cuando las cabras contraen polioencefalomalacia (Necrosis Cerebrocortical). Las cabras deficientes en tiamina muestran unos pescuezos encorvados y rígidos que no pueden enderezar y pérdida del foco de los ojos (Ramírez-Lozano, 2011)

2.6 Suplementación de selenio y vitamina E

La vitamina E cumple diversas funciones esenciales en el organismo, principalmente debido a su capacidad para actuar como antioxidante y proteger las células frente al daño ocasionado por los procesos oxidativos. El interés de este nutriente ha incrementado debido a su posible relación con el desempeño

reproductivo y con la transferencia de nutrientes hacia las crías, asimismo se ha reconocido su importancia en el adecuado funcionamiento del sistema inmunológico y en la conservación de la calidad de la carne, al contribuir a reducir los procesos de oxidación que pueden afectar sus características (Piquer 2000).

La principal función de la vitamina E es ser un antioxidante biológico, conjuntamente con el glutatión peroxidasa que tienen selenio y otras vitaminas y enzimas con oligamentos, evita que los radicales libres dañen las células, los radicales libres surgen durante el metabolismo y son peligrosos porque deterioran membranas, enzimas y el núcleo celular, los animales deben volverse menos reactivos siendo clave sobre todo para evitar oxidación de ácidos grasos poliinsaturados puesto que son componentes básicos de las membranas y base para producir prostaglandinas (McDonald *et al*., 2022).

La suplementación con Selenio y vitamina E son de suma importancia puesto que Rodríguez y Banchero, (2007) nos señalan que existe una enfermedad en los rumiantes conocida como miopatía nutricional en donde se asume existe una marcada deficiencia de Se y vitamina E, la cual es causada por dietas elevadas con ácidos grasos insaturados aumentando la necesidad de antioxidantes y suelen causar daño principalmente a animales jóvenes aunque no se descartan a los animales en crecimiento, en los animales adultos esta deficiencia puede verse reflejada en alteraciones reproductivas, entre ellas la retención de placenta y la pérdida embrionaria durante las primeras etapas de la gestación; en determinadas circunstancias.

Otra función del selenio es disminuir el requerimiento de vitamina E para la estabilidad de las membranas lipídicas y contribuir a que haya mayor retención de vitamina E en plasma. En sentido contrario, la vitamina E cuida al Se al mantenerlo activo y evitar pérdidas, asimismo, al reducir los hidroperóxidos que se producen, también bajo la cantidad de glutatión peroxidasa que se necesita para proteger las células, los suplementos de selenio los proporcionan las sales minerales que contienen selenito de sodio y levadura que contiene Se (McDonald *et al*., 2022).

Acosta, (2007) menciona que el selenio desempeña un papel fundamental en la actividad de la enzima glutatión peroxidasa, donde se encuentra incorporado en forma de seno cisteína, contribuyendo en la protección celular, interviniendo en la eliminación del peróxido de hidrógeno (H_2O_2), un compuesto potencialmente tóxico que se genera durante los procesos oxidativos relacionados con la respiración celular que cuando se acumula en exceso puede ocasionar daño en células, musculares, pancreáticas y hepáticas, así como en los glóbulos rojos, además, una ingesta insuficiente de este mineral puede reducir la capacidad bactericida de los neutrófilos y modificar su función fagocitaria, afectando de esta manera ciertos mecanismos de defensa del sistema inmunológico.

2.7 Glucosa

La glucosa cumple una función fundamental en el metabolismo celular, el metabolismo energético presenta diferencias especialmente en los rumiantes relacionado principalmente con los hidratos de carbono, en estos animales sus necesidades de calorías se pueden cumplir con ayuda de los ácidos grasos volátiles, a pesar de esto se debe tener en cuenta que en los últimos meses de gestación estas necesidades se multiplican debido a que las cabras utilizan en mayor cantidad la glucosa como forma de energía y con el crecimiento de las crías existe un desbalance nutricional (González Montaña, 2000)

La concentración de glucosa permite evaluar aspectos relacionados con el metabolismo energético, el cual es importante por las demandas energéticas de algunos órganos y tejidos del animal, esta concentración se mantiene mediante un proceso de regulación hormonal donde participa la insulina y el glucagón que intervienen en el equilibrio de la glucosa en el organismo (Bedoya Mejía, 2012).

HIPÓTESIS

El uso de Selenio más vitamina E potenciará la respuesta ovárica y niveles de glucosa en cabras bajo condiciones intensivas.

OBJETIVO

Evaluar el uso de Selenio más vitamina E sobre la respuesta ovárica y niveles de glucosa en cabras bajo condiciones intensivas.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

General

Todo el manejo y los procedimientos utilizados en este estudio se basaron de acuerdo con los lineamientos para el uso etílico, cuidado, enseñanza y bienestar de animales utilizados en investigación a nivel internacional (FASS, 2010) y nivel nacional (NAM, 2002).

3.1. Localización del área de estudio y manejo de los animales

El presente estudio se realizó en los meses de marzo- abril del 2025 en la localidad de San Isidro municipio de Matamoros, Coahuila (ubicado a 25.4207355 y -103.103.1815227). con una altitud de 1124 metros sobre el nivel del mar. El clima predominante se clasifica como desértico con calor extremo (clasificación 'BWh'), la temperatura media anual es alta y la precipitación es mínima o nula. Entre sus parámetros climáticos, destaca una temperatura media anual de 22.6°C, con rangos habituales que van desde una máxima promedio de 42.0°C hasta mínimas de -6.8°C. Por su parte, el régimen de lluvias registra una precipitación media anual de 230 mm.

Durante este periodo, las cabras fueron alimentadas dos veces al día teniendo agua a libre acceso y una dieta a base de sobrante de ganado lechero con 20 % de proteína cruda y 15 Mcal, las cabras se encontraban en un sistema intensivo en

corrales de madera con medida de 45 m^2 adecuadas con ventilación natural y proporción de un espacio de sombra tipo malla. Para un mejor manejo todas las cabras fueron identificadas colocándoles aretes en la oreja izquierda.

3.2 Estatus anovulatorio

Las cabras se sometieron a un estudio con un ultrasonido en tiempo real (Chison ECO 3, Chison de Mexico), con una sonda de frecuencia de de 2,5 MHz – 11.0 MHz . Durante esta exploración, las cabras fueron sujetadas en una trampa para su mejor manejo, primero se ubican los cuernos uterinos ayudados del rotamiento del transductor para enseguida ubicar ambos ovarios y verificar su estatus reproductivo.

3.3. Tratamiento de los animales

Para evaluar el uso del selenio y vitamina E se eligieron 16 hembras caprinas de la raza Saanen y Alpinas (de 2 a 3 años de edad) en similitud de condición corporal (2.8±0.1) y peso vivo (52.1±2.4).

Se dividieron en 2 grupos, los cuales se escogieron al azar, el grupo control (CONT; n=8) se le administró 0.5 mL de solución salina fisiológica y el grupo tratado (Se+E; n=8) el cual se le aplico 6 mg selenio (selenio de sodio) combinado con 80 mg de vitamina E (tocoferol) por cada 50 kg de PV, con un total de 2 aplicaciones vía intramuscular en un lapso de 19 días entre aplicaciones en el cual la primera aplicación fue en el día 0 antes del empadre y 6 posterior al empadre.

A todas las cabras que contaban con CL se les administro prostaglandina y a las que no progesterona en una dosis de 20 mg, posterior a ello en el día 1 se administró vía intramuscular 200 u de gonadotropina coriónica humana **(**hCG). Para posteriormente realizar el empadre.

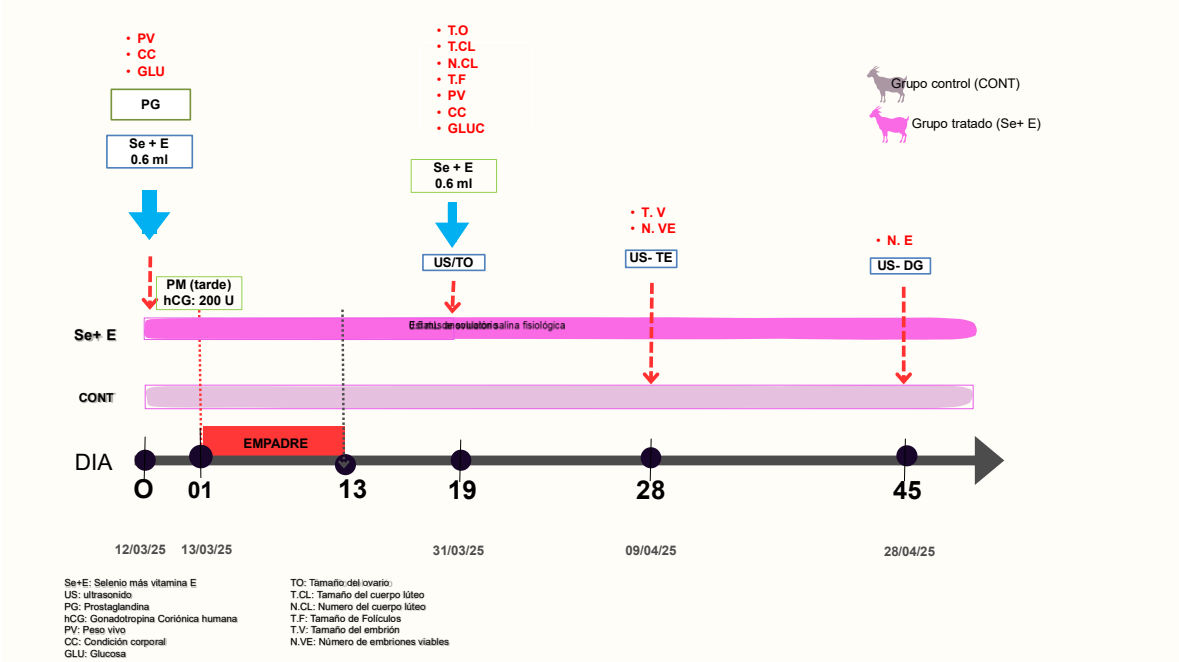


Figura 1 Procedimiento experimental de cabras multirraciales tratadas con SE más vitamina E (SE+E) o tratadas con solución salina fisiológica (CONT) con duración de 45 días bajo condiciones intensivas

3.4. Variables evaluadas

3.4.1 Peso y condición corporal

Se registró el peso vivo (PV), condición corporal (CC) al inicio y al día 19 del periodo experimental. La CC fue medida en una escala del 1 al 5 descrita por (Russel et al., 1969) donde 1 es un animal extremadamente flaco y 5 un animal con un grado de engrasamiento excesivo). Para calcular el PV se ocupó una báscula digital con capacidad de 400 kg de la marca Torrey.

3.4.2. Determinación de los niveles de glucosa

Se evaluó esta variable de niveles de glucosa sanguínea (GS) el día 0 y 19 del periodo experimental, esta fue medida con ayuda de un glucómetro (FreeStyle Libre 2) mediante tiras de glucosa en donde se realizó una punción yugular para obtener una pequeña muestra de sangre (10µL) que fue depositada en la tira reactiva para GS, de los cuales los resultados obtenidos se expresaron en mg/Dl.

3.4.3. Tamaño del ovario

El tamaño del ovario se obtuvo el día 17 post sincronización se identifican ambos ovarios y se registran sus dimensiones, principalmente en (cm) el largo y ancho de cada ovario con ayuda del transductor lineal (Chison, Eco3).

3.4.4. Tasa ovulatoria

Se realizo haciendo el conteo directo de los cuerpos lúteos (CL) que se encontraba en ambos ovarios de cada cabra el día 17 después de la monta directa, través de la ayuda del ultrasonido (Chison, Eco3). El diámetro del cuerpo lúteo (CL) se estableció midiendo en (cm) el CL derecho e izquierdo, contando el alto y ancho de cada CL.

3.4.5. Porcentaje de ovulación

El porcentaje de ovulación se determinó mediante la relación entre el número de hembras que presentaron ovulación y el número total de hembras evaluadas. Para obtener este valor, se dividió el número de hembras que presentaron un CL entre el total de hembras evaluadas y el resultado se multiplicó por 100. De esta manera, se obtuvo el porcentaje de hembras que presentaron actividad ovulatoria dentro del grupo estudiado.

3.4. Análisis estadístico

Los datos fueron analizados mediante un ANOVA usando el procedimiento Modelo Lineal General (GLM). Las medias obtenidas de los parámetros de peso vivo, condición corporal, número y tamaño de cuerpos lúteos, se comparadas usando una prueba de *t-student*. Mientras, que para el porcentaje de ovulación se utilizó una Chi-Cuadrada. Todos los datos fueron analizados utilizando el paquete estadístico MYSTAT (A Student Versión of SYTAT). Las diferencias fueron consideradas significativas a un valor de $P \leq 0.05$.

IV. RESULTADOS

El **Cudaro 2.** refleja los resultados obtenidos en donde en PV (53.1±8) no se encuentra diferencia significativa (p>0.05), sin en cambio para la condición corporal el uso de Selenio + Vitamina E logro tener diferencia estadística con valores medios (2.8 ± 1.2)

Cuadro 2 Medias (±DESVST) para PV y CC de cabras multirraciales tratadas con selenio más vitamina E (Se+E) o solución salina fisiológica (CONT) durante los meses de marzo- abril, 2025

Variables	Se+E (n=8)	CONT (n=8)
Peso vivo inicial (Kg)	52.1±2.4[a]	52.3±3.1[a]
Peso vivo final (Kg)	54.7±3.2[a]	53.1±2.7[a]
Condición corporal inicial (1-5)	2.8±0.1[a]	2.8±0.1[a]
Condición corporal final (1-5)	3.1±0.1[b]	2.8±0.1[a]

[ab] Superíndices desiguales entre columnas indican diferencia estadística significativa a (p<0.05).

Los hallazgos se muestran en el cuadro 3 en relación a la glucosa muestran que las cabras tratadas con Selenio y vitamina E (Se+E) así como las no tratadas (CONT) no mostraron diferencia significativa (54.5± 4.2 p>0.05) en relación a esta variable.

Cuadro 3 Resultados de glucosa obtenidos al inicio y final del tratamiento en cabras adicionadas con selenio más vitamina E (Se+E) o solución salina fisiológica (CONT) durante los meses de marzo- abril, 2025

VARIABLES	CONT (n=8)	**Se+E (n=8)**
Glucosa inicial	52.3±2.8[a]	51.9±2.6[a]
Glucosa final	56.1±3.8[a]	58.0±7.9[a]

[ab] Superíndices desiguales entre columnas indican diferencia estadística significativa a ($p<0.05$).

Los resultados para la respuesta reproductiva se muestran en el cuadro 4. El tamaño del ovario fue mayor en Se+E (21.7±0.7), ($P<0.05$). El porcentaje de ovulación general (93.5%) no mostró diferencias significativas para ambos grupos ($P>0.05$). Así mismo, en el número (1.5±0.4) y diámetro del cuerpo lúteo (10.8±2.9) no mostraron diferencias estadísticas para ambos grupos ($P>0.05$).

Cuadro 4 Respuesta reproductiva de cabras multirraciales tratadas con selenio más vitamina E (Se+E) o solución salina fisiológica (CONT) durante los meses de marzo-abril, 2025 (25°LN).

Variables	Se+E (n=8)	CONT (n=8)
Tamaño del ovario (mm)	21.7±0.7[b]	18.9±1.1[a]
Ovulación (%, n)	87(7/8)[a]	100 (8/8) [a]
Cuerpos lúteos(n)	1.3±0.4[a]	1.7±0.4[a]
Diámetro de CL (mm)	11±2.3[a]	10.6±3.5[a]

[ab] Superíndices desiguales entre columnas indican diferencia estadística significativa a ($p\leq0.05$).

V. DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio demuestran que el uso de selenito de sodio y vitamina E (SELEVIT) administrado en cabras tuvo significancia en relación al tamaño de los ovarios. Lo anterior, concuerda con resultados encontrados por Vázquez- Hernández et al., (2017), sobre la respuesta ovárica mediata o tardía en cuanto al número, tamaño de folículos, CL y tamaño de ovario en respuesta al Selenio orgánico (Se-O), demostrando que el uso de Se-O favorece los parámetros como el largo, ancho y grosor del ovario. Sin embargo, estos resultaos son contrarios a los encontrados por Santos-Silva *et al*. (2025) mencionan que tanto el diámetro de los ovarios tanto izquierdo como derecho de cabras multirraciales no se encontró diferencia significativa.

Nuestros resultados en cuanto al número y diámetro de CL no se encontró diferencia significativa. Cabe mencionar que a pesar de que se menciona que el uso de Se y Vitamina E si mejora el rendimiento reproductivo, en nuestro estudio el diámetro CL no se vio afectado. Lo que coincide con Santos-Silva *et al*. (2025), respecto al diámetro CL no encontramos cambios estadísticos importantes.

Los resultados para peso vivo no mostraron diferencia significativa para ambos grupos. Es probable que esto se deba al tiempo de tratamiento. En efecto, se menciona que algunas variables consideradas de respuesta a largo plazo, como es el PV no se ven afectadas por el uso de Se más vitamina E. Además, lo anterior puede deberse a que las cabras utilizadas en nuestro estudio no carecían de deficiencias nutricionales es por eso que el PV no se vio afectado.

En cuanto a los valores de glucosa en relación del uso de Se más Vitamina E no se encontró diferencia significativa. Lo anterior, demuestra que no existió un cambio en cuanto a la utilización de este medicamento, al igual que un estudio realizado en cabras Raieni en donde se suplementó con diferentes dosis de estos mismos productos, se menciona que la glucosa no fue significativa (Ziaei, 2015).

Las variables como lo es PV no hubo diferencia entre los dos grupos con relación al tratamiento, sin embargo, si se observaron diferencias en cuanto a la CC estando de acuerdo así con Ortega-Morales *et al*., 2023 que a lo largo del tiempo con su estudio de enfoque de mitigación del selenio y la vitamina E, su grupo tratado obtuvo niveles más altos, aunque no se mostró como tal diferencia estadística y esto ocurrió en machos caprinos, se pudo notar que la CC si se ve afectada con su uso.

El número de cuerpos lúteos no resultó diferente en ambos grupos, un estudios realizado que habla sobre el uso de Se y vitamina E en la fertilidad de ovejas Peli buey menciona no haber encontrado efecto significativo en el número de CL, relacionándolo con la capacidad de respuesta reproductiva de las ovejas ,de igual manera como la CC inicial y final presente mencionando que si existe una buena CC se ve reflejado en el número de ovulación a pesar de saber esto el uso de SELEVIT no mejoro esta variable (Fraire-Cordero *et al*., 2013).

VI. CONCLUSIÓN.

La administración de selenio más vitamina E mejora la condición corporal y tamaño del ovario en cabras multirraciales bajo condiciones intensivas. Sin embargo, no se mejoró la respuesta reproductiva. En relación a la respuesta reproductiva pudimos obtener beneficios en relación al tamaño del ovario, debido a su efecto como antioxidante, a pesar de eso en las demás variables como de ovulación, número y diámetro del cuerpo lúteo, no existió significancia conjuntamente con la glucosa y el peso vivo. Lo anterior, podría atribuirse al tiempo de administración. Se sugiere, que el periodo de estudio y las dosis utilizadas sean por un tiempo más prolongado para generar un posible efecto que influya en la respuesta reproductiva.

.

VII. LITERATURA CITADA

Acosta, L. (2007). El selenio. *Laboratorio Santa Elena, Uruguay: Disponible en: http://www. produccionanimal. com. ar/suplementacion_mineral/95-selenio. pdf.*

Ahmad, K., Khan, Z. I., Shaheen, M., Mirzaei, F., Hussain, A., Arshad, F., & Bibi, Z. (2013). Exploración de la concentración de dos macrominerales en diferentes forrajes silvestres en relación con los requerimientos nutritivos del ganado. *Ciencias Agrícolas*, *4*(7), 340-344.

Al-Hilal, Y. J., Aleid, I. S., Alsaleem, A. A., Binobaid, F. F., Alduraywish, M. A., Alsaleem, S. R. M., Albudairi, K. K. S., Alshahrani, N. D. N., Alhussaini, A. I., Alanazi, A. H., Aljer Isy, A. H. N., Alhamzi, M. M., Alrashidy, M. M. M., Alqahtani, M. A., & Shami, R. M. H. (2024). Understanding micronutrients: Vitamins and minerals. *Power System Technology, 48*(4), 4763–4778.

Alpizar- Bonilla, J. (2023). La suplementación del ganado. Revisión de principios y tecnologías aplicadas para mejorar el desempeño productivo. Yulok. Revista de innovación Académica, vol. 7 (2), 118129. https://doi.org/10.47633/yulk. v7i2.594

Álvarez-Romero, J. & Medellín, R. A. (2005). Capra hircus (salvaje). Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto U020. México. D.F.

Bedoya Mejía, O., Arenas Sánchez, F. A., Rosero Noguera, R., & Posada Ochoa, S. (2012). Efecto de la suplementación de ensilajes sobre perfiles metabólicos en cabras lactantes.

Cai, Z., Wang, J., Zhang, Y., Li, X., Luo, J., Gao, X., & Guo, M. (2025). Zinc y salud animal: una exploración en profundidad de su papel en las funciones fisiológicas y los mecanismos moleculares reguladores. J Anim Sci Biotechnol.16(1):169. doi: 10.1186/s40104-025-01301-x. PMID: 41366814; PMCID: PMC12687542.

Cooke, A. S., Machekano, H., Ventura-Cordero, J., Louro-Lopez, A., Joseph, V., Gwiriri, L., Takahashi, T., Morgan, E., Lee, M. R. F., & Nyamukondiwa, C. (2023). Opportunities to improve goat production and food security in Botswana through forage nutrition and the use of supplemental feeds. *Food Security, 16*, 607 - 622. https://doi.org/10.1007/s12571-024-01452-1

Culhe, D. T., Matola, M., Muatareque, E., Morrombe, M. P., Manhique, M. A., Tseu, R., Changule, A. P., Taela, M., Bila, C., & García-Herreros, M. (2026). Caracterización fenotípica de poblaciones de cabras Landim y Pafúri en el sur de Mozambique basada en rasgos morfoestructurales e índices zoométricos. PLOS Uno, 21. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0331271

De Almeida Ribeiro, S. D. (1997). *Caprinocultura*. NBL Editora.

Elizondo-Salazar, J. A. (2021). Calidad nutricional y consumo por cabras de forraje de botón de oro (tithonia diversifolia). *Agronomía Costarricense*, *45*(2), 135-142.

FASS, 2010. Guide for the Care and Use of Agricultural Animals in Agricultural Research and Teaching. Federation Animal Science Soaety, Champaing, 11_, USA, pp. 177.

Fatet. A., Pellicer-Rubio. M. T., & Leboeuf. B. (2011). *Reproductive cycle of goats. , 124(3-4), 211–219.* doi:10.1016/j.anireprosci.2010.08

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. *Agrociencia, 47*(1), 1–13

García-Sánchez, H. D., Castellanos-Pérez, E., Gallegos-Robles, M. Á., & García-Hernández, J. L. (2023). Parámetros sanguíneos de caprinos en pastoreo en tres etapas fisiológicas a lo largo del año. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, *10*(1).

Garutti, M., de Scordilli, M., Alberti, M., Mazzeo, R., Michelotti, A., Fagioli, S., & Puglisi, F. (2025). Vitamins and minerals and their role in cancer: a comprehensive review. *Frontiers in Nutrition*, *12*, 1686777.

Gionbelli, M. P., Marcondes, M. I., Valadares Filho, D. C., & Prados, L. F. (2010). Mineral requirements of zebu beef cattle. Nutrient Requirements of Zebu Beef Cattle BR-CORTE. 2th ed. Federal University of Viçosa, Brazil, 127-165.

Godswill, A., Somtochukwu, I. V., Ikechukwu, A., & Kate, E. C. (2020). "Beneficios para la salud de los micronutrientes (vitaminas y minerales) y sus

enfermedades de deficiencia asociadas: una revisión sistemática." International Journal of Food Sciences. https://doi.org/10.47604/ijf.1024.

Gonzalez Montaño, J. R. (1993). Toxemia de la gestacion. MG Mundo Ganadero, (5), 52-56.

Gupta, S. k., Patel, B., Gautam, V., Thakur, D., Sahu, S. S., & Nandanwar, A. K. (2026). "MACRO Y MICRO MINERALES EN LA MODULACIÓN DE LA INMUNIDAD, PRODUCCIÓN Y RENDIMIENTO REPRODUCTIVO DE ANIMALES LECHEROS." Genética e investigación molecular, 2026, https://doi.org/10.4238/gerdqp59.

Hermosillo, M. A. C., Quintero, G. A., & Gutiérrez, C. D. (2013). Uso de selenio en ovinos. *Abanico veterinario*, *3*(1), 44-54.

Hernández, Z. J. S. (2000). La caprinocultura en el marco de la ganadería poblana (México): contribución de la especie caprina y sistemas de producción. *Archivos de zootecnia*, *49*(187), 341-352.

Hilal, E. Y., Elkhairey, M. A. E., & Osman, A. O. A. (2016) The Role of Zinc, Manganse and Copper in Rumen Metabolism and Immune Function: A Review Article. *Open Journal of Animal Sciences*, **6**, 304-324. doi: 10.4236/ojas.2016.64035.

Hussain, A. (2026). Macro-Minerals and Their Significance in Dairy Animal Health: A Review. *AIJFR-Advanced International Journal for Research*, *7*(4).

Kerven, C. (2024). Contribution of goats to climate change: how and where?. *Pastoralism: Research, Policy and Practice*. https://doi.org/10.3389/past.2024.13988

Khan, Z. I., Ashraf, M., & Hussain, A. (2007). Evaluation of macro mineral contents of forages: Influence of pasture and seasonal variation. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, *20*(6), 908-913.

Kitila, K. B., Aleli, A. T., & Tufa, S. S. (2025). Morphological characterization of indigenous goats in selected districts of West Shewa Zone, Oromia regiónal State, Ethiopia. *PLOS One, 20*. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0327309

Kumar, R., Singh, K. D., Chauhan, S. S., Verma, M. K., Verma, A. K., Singh, J., Srivastva, S., & Kumar, P. (2025). "Trace Minerals in Growth, Production and Reproduction in Farm Animals." *The Indian Journal of Animal Reproduction*,.https://doi.org/10.48165/ijar.2025.46.01.1.

Lu, C. D. (2023). The role of goats in the world: Society, science, and sustainability. Small Ruminant Researchhttps://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2023.107056

MacHugh, D. E.; & Bradley, D. G. (2001). *Orígenes genéticos del ganado: Las cabras rompen la tendencia. Actas de la Academia Nacional de Ciencias, 98(10), 5382–5384. doi:*10.1073/pnas.111163198

Mahgoub, O., Osman, N., & Lu, C. D. (2025). Utilización y requerimientos de nutrientes en ovejas y cabras criadas bajo diferentes sistemas y alimentadas con piensos novedosos de baja nutrición para la producción cárnica.

Animales: una revista de acceso abierto de MDPI, 15. https://doi.org/10.3390/ani15182658

Martín, M. I., del Portal, J. I., & del Portal, J. C. I. (2000). *Vitaminas y minerales*. Editorial Complutense.

McDonald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J. F. D., Morgan, C.A., Sinclair, L. A., &Wilkinson, R. G. (2022). - Animal Nutrition. Pearson Higher Ed

Medrano, J.A. (2000). Recursos animales locales del centro de México. Archivos de Zootecnia, vol. 49, núm. 187, pp. 385- 390.

Mellano M. (1997). La cabra criolla en América Latina. Vet. Mex. 28(4): 333-34.

Monteiro, A. C., Costa, J. M., & Lima, M. J. (2017). Goat System Productions: Advantages and Disadvantages to the Animal, Environment and Farmer. *Goat Science*.

NAM, 2002. Guide for the Care and Use Of Laboratory Animals. Co-produced by the National Academy of MedicineMexico and the Association for assessment and accreditation of laboratory animal care international, Harlan Mexico, D. F., México.

Ortega-Morales, N. B., Cueto-Wong, J. A., Velez-Monroy, L. I., Chavez-Solis, A. U., Barrientos-Juárez, E., Duarte-Sustaita, J. J., Veliz-Deras, F. G., Calderón-Leyva, G., & Morán-Martínez, J. (2023). Contrarrestando los efectos tóxicos del hidroarsenicismo en los resultados fisiológicos reproductivos en cabras

machos: el enfoque de mitigación del selenio y la vitamina E. *Animales*, *13*(13), 2055. https://doi.org/10.3390/ani13132055

Palomares Resendiz, G., Aguilar Romero, F., Flores Pérez, C., Gómez Núñez, L., Gutiérrez Hernández, J., Herrera López, E., & Díaz Aparicio, E. (2021). Enfermedades infecciosas de relevancia en la producción caprina, historia, retos y perspectivas. *Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias*, *12*, 205–223. https://doi.org/10.22319/rmcp.v12s3.5801

Piquer, F. J. (2000). Nuevas perspectivas en el uso de oligoelementos y vitaminas en alimentación animal. *Avances en nutrición y alimentación animal. XIV Curso de Especialización*, 46.

Portilla-Dominguez, E. C., Reyes-Bossa, B. J., Cardona-Álvarez, J. A., & Monter-Vergara, D. (2021). Relación calcio, fosforo, magnesio y selenio sobre la reproducción en vacas lecheras durante el periodo de transición. *Revista Colombiana de Ciencia Animal-RECIA*, *13*(2), e889-e889.

Ramírez-Lozano, R. G. (2011). *Avances recientes en nutrición y alimentación en cabras*. Facultad de Ciencias Biológicas, Depto. De Alimentos, Universidad Autónoma de Nuevo León.

Rodríguez, A., & Banchero, G. (2007). Deficiencia de minerales en rumiantes. *Revista INIA-Nº*, *13*, 12.

Rodríguez-Vargas, A., Tafur-Gutiérrez, L., Sessarego, E., Ruíz-Chamorro, J., Barrantes-Campos, C., & Cruz-Luis, J. (2026). Phenotypic diversity and

morphometric patterns of Creole goats in the Peruvian Amazonian: A multivariate approach. *Veterinary World, 19*, 1850 - 1866. https://doi.org/10.14202/vetworld.2026.1850-1866

Sampath, V., Sureshkumar, S., Seok, W. J., & Kim, I. H. (2023). Papel y funciones de los micro y macrominerales en la nutrición porcina: una breve revisión. *Revista de Ciencia y Tecnología Animal*, *65*(3), 479.

Santos-Silva, R., Meza-Herrera, C. A., Castro-Roque, B., Calderón-Leyva, G., Navarrete-Molina, C., Ángel-García, O., Flores-Salas, J. M., De Santiago-Miramontes, A., Arellano-Rodríguez, F., & Rosales-Nieto, C. A. (2025). Suplementación con selenio + vitamina E en cabras anestro: una estrategia para mejorar los resultados reproductivos bajo un sistema de producción semiárido. *Animales*, *15*(10), 1421. https://doi.org/10.3390/ani15101421

Seguí, B., Payeras, L., Ramis, D., Martínez, A., Delgado, J. V., & Quiroz, J. (2005). La cabra salvaje mallorquina: origen, genética, morfología, notas ecológicas e implicaciones taxonómicas. The majorcan wild goat: origin, genetic, morphology, ecological notes and taxonomic implications. *Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears*, 121-151.

Sharma, M. C., Joshi, C., & Sarkar, T. K. (2002). Eficacia terapéutica de los suplementos minerales en búfalos deficientes en macrominerales y su efecto en el perfil hematobioquímico y la producción. *Revista Asia-Australasia de Ciencias Animales*, *15*(9), 1278-1287.

Van Emon, M., Sanford, C., & McCoski, S. (2020). Impactos de la suplementación de minerales traza bovinos en la producción y salud materna y descendente. *Animales*, *10*(12), 2404. https://doi.org/10.3390/ani10122404

Van Saun, R. J. (2025). Necesidades nutricionales de las cabras. Pennsylvania State University. Manual MSD.

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*, 15–18.

Ziaei, N. (2015). Efecto de la suplementación con selenio y vitamina E sobre los índices reproductivos y metabolitos bioquímicos en cabras Raieni. *Journal of Applied Animal Research*, *43*(4), 426–430. https://doi.org/10.1080/09712119.2014.980415