

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



**Suplementación de cabras con selenio más vitamina B12 y su relación con la
tasa ovulatoria y embrionaria**

Por:

Yuliza Vázquez Ramírez

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Torreón, Coahuila, México
Junio 2024

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

**Suplementación de cabras con selenio más vitamina B12 y su relación con la
tasa ovulatoria y embrionaria**

Por:

Yuliza Vázquez Ramírez

TESIS

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

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por:



Dr. Oscar Ángel García
Presidente



Dr. Fernando Arellano Rodríguez
Vocal



Dra. Ma. Guadalupe Calderón Leyva

Vocal



Dr. Alan Sebastian Alvarado Espino

Vocal Suplente



MC. José Luis Francisco Sandoval Elías
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal



Torreón, Coahuila, México
Junio 2024

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

**Suplementación de cabras con selenio más vitamina B12 y su relación con la
tasa ovulatoria y embrionaria**

Por:

Yuliza Vázquez Ramírez

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

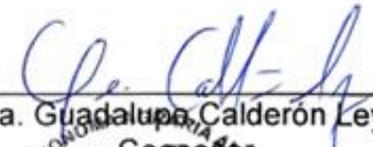
Aprobada por el Comité de Asesoría:



Dr. Oscar Angel Garcia
Asesor Principal



Dr. Fernando Arellano Rodriguez
Coasesor



Dra. Ma. Guadalupe Calderon Leyva
Coasesor



MC. José Luis Francisco Sandoval Elias
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal

Torreón, Coahuila, México
Junio 2024



AGRADECIMIENTOS

A DIOS Dame hambre y sed de ti para ser merecedora de tu gracia.

A mi mama Yolanda Ramírez por apoyarme a lo largo de toda mi carrera.

A mi asesor de Tesis el Doctor Oscar Ángel García por permitirme trabajar con él e incluirme en el proyecto, por asesorarme a lo largo del desarrollo de este.

A mis compañeros Dios sabe por qué los conocí y en cada paso que comparten y permitirme trabajar con ellos, su paciencia y los conocimientos adquiridos.

A todos los profesores que siempre estuvieron dispuestos a enseñarme, aclarar dudas y algunos en lo personal, por mencionar a algunos; al Dr. Jaime Isaías, Dr. Fernando Arellano, Dr. Edmundo Guzmán, Ing. Juan Manuel Nava entre otros.

A mis amigos que a lo largo de toda la carrera nos apoyamos incondicionalmente.

A los médicos que me permitieron desempeñarme en el campo laboral, por todo lo que me enseñaron y todos los equipos de médicos y no médicos con los que forme una gran amistad.

DEDICATORIA

A DIOS por darme tu tesoro tan divino del cual sabes que en un momento renegué pero ahora forma y es parte de mi vida.

A mi mama Yolanda Ramírez por guiarme en el trayecto de mi formación.

A mi asesor de Tesis el Doctor Oscar Ángel García por permitirme trabajar y aprender guiarme y llevarme a cumplir mis objetivos y al desarrollo de mi formación profesional

A mis compañeros Dios sabe por qué los conocí y fueron parte importante a lo largo de mi carrera gracias a ellos aprendimos juntos en este proyecto de vida.

A todos los profesores que siempre estuvieron dispuestos a enseñarme, guiarme motivarme aclarar dudas y algunos en lo personal, por mencionar a algunos; la Dr. Jaime Isaías, Dr. Fernando Arellano, Dr. Edmundo Guzmán, Ing. Juan Manuel Nava entre otros.

A los médicos que me permitieron desempeñarme en el campo laboral, por todo lo que me enseñaron, guiaron y apoyaron para poder cumplir esta meta con los que forme una gran amistad.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIA	ii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	iii
INDICE DE CUADROS Y FIGURAS.....	iv
RESUMEN.....	v
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II.-REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1.- La caprinocultura en México.....	3
2.2.- Uso del selenio en nutrición y producción animal	4
2.3.- El selenio y su papel en el metabolismo celular.....	6
2.4.- Importancia de la B12 en la nutrición animal	9
2.5.- Deficiencia de selenio y vitamina B12.....	11
III.- MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
3.1 Localización, área de estudio y condiciones climáticas	14
3.2.- Manejo de los animales.....	14
3.3.- Tratamiento de las hembras	15
3.4.- Tasa ovulatoria, embrionaria y diagnóstico de gestación	15
3.5.-Análisis estadísticos.....	16
IV.- RESULTADOS	17
V.- DISCUSIÓN	18
VI.CONCLUSIÓN	21
VII.- LITERATURA CITADA.....	22

INDICE DE TABLA

Tabla 1 Tasa ovulatoria, y embrionaria de cabras multirraciales tratadas con selenio más vitamina B12 y sometidos a monta natural durante época reproductiva (enero, 25°N)..... 17

TABLA DE ABREVIATURAS

Abreviatura	Significado
PV	Peso vivo
CC	Condición corporal
Se	selenio
VIT	Vitamina
CO	<i>Cobalto</i>
ECG	<i>Gonadotropina coriónica Equina</i>
FSH	Hormona folículo estimulante
PG	Prostaglandina
HCG	Gonadotropina coriónica humana
GNRH	Hormona liberadora de gonadotropina
PP	Porcentaje de preñez
TE	Tasa embrionaria
NCL	Numero de cuerpos lúteos
DCL	Diámetro cuerpos lúteos
POV	Porcentaje de ovulación
TOV	Tasa ovulatoria
IATF	Inseminación Artificial Tiempo Fijo
IA	Inseminación Artificial
IGG	Inmunoglobulinas
SOD	Superoxido dismutasa
GSHPX	Glutination reductasa
CAT	Catalasa
DESVEST	Desviación estándar
CONT	Control

RESUMEN

Se evaluó el efecto de la suplementación de selenio más vitamina B12 y su relación con la tasa ovulatoria y embrionaria en cabras multirraciales anovulatorias en condiciones de pastoreo. Se utilizaron 80 cabras multíparas multirraciales anovulatorias, divididas en dos grupos (n=40 c/u) homogéneas en cuanto a peso vivo (PV; 42.4 ± 2.2 kg) y condición corporal (CC; 2.5 ± 0.1 , escala del 1-5). Las cabras se seleccionaron bajo un diseño completamente al azar a los siguientes tratamientos: 1) tratadas con selenio y vitamina B12 (SE10; 10 mg de selenato de sodio y 5000 m μ de Hidroxianocobalamina), y 2) tratadas con 1.5 mL solución salina fisiológica (Control) para inducir el efecto placebo. Se determinó el porcentaje de ovulación (POV), la tasa ovulatoria (TOV), tasa embrionaria (TE) y porcentaje de preñez (PP). El POV general (96%), la TOV (2.0 ± 0.1), la TE (1.7 ± 0.3), y el PP (88%), fueron similares para ambos tratamientos ($P < 0.05$). Los resultados del presente estudio demuestran que la administración de selenio más vitamina B12, no tuvo efecto sobre la tasa ovulatoria y embrionaria. En conclusión, la administración de selenio más vitamina B12 no mejoró la tasa ovulatoria y embrionaria de las cabras multirraciales anovulatorias en condiciones de pastoreo extensivo.

Palabras clave: Ovulación, Preñez, Embriones, Selenio, Vitamina B12

I. INTRODUCCIÓN

La reproducción de ovejas cabras, bajo pastoreo extensivo se ven afectados por la disponibilidad de los alimentos y los nutrientes de estos, principalmente por las concentraciones de los oligoelementos (Se, Co) de los recursos forrajeros presentes en las áreas de pastoreo (Vázquez-Armijo *et al.*, 2011).

Se ha demostrado que la nutrición mineral juega un papel importante en el desempeño reproductivo de las cabras, y que existe una estrecha relación entre la nutrición y la reproducción, que también juega un papel clave (Argüello 2011; Ziaei, 2015). Se conoce que el Se es necesario para el óptimo desarrollo y la fertilidad de los animales (Musa *et al.*, 2018; Yao *et al.*, 2018), así como su papel en la prevención de enfermedades, en combinación con algunas vitaminas, como lo es la vitamina E y B12. En este sentido, la deficiencia de Se es un problema común para el ganado en condiciones de pastoreo, debido a las bajas concentraciones (Grace *et al.*, 2006). Por otra parte, la deficiencia de Vit.B12 puede estar asociada a un inadecuado suministro cobalto (Co) en la dieta, lo que se caracteriza por pérdida de peso vivo en los animales (Keady *et al.*, 2016), además, de un bajo peso de las crías al nacimiento, así como la limitación del aporte de Vit.B12 y en la secreción de en leche (Grace *et al.*, 2006). Las deficiencias de Se pueden provocar celos silenciosos, ovarios quísticos, crías con bajo peso al nacimiento e inmunodeprimidos (Ziaei, 2015). Desde el punto de vista reproductivo, la administración de Se incrementa significativamente el crecimiento folicular (Vázquez-Hernández *et al.*, 2017; Yao *et al.*, 2018), la respuesta estral y la tasa de concepción (Musa *et al.*, 2018), debido a que el Se tiene una acción antioxidante a través de la enzima glutatión peroxidasa que tiene un efecto directo

sobre el desarrollo folicular y embrionario (Liu *et al.*, 2014). El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la suplementación de selenio más vitamina B12 sobre la tasa ovulatoria y embrionaria de cabras multirraciales anovulatorias, sincronizadas con progesterona más gonadotropina coriónica humana bajo condiciones de pastoreo.

II.-REVISIÓN DE LITERATURA

2.1.- La caprinocultura en México

El número de caprinos que existen en México es de 8,791, 894 cabezas, de la cual se producen 163,648 de miles de litros de leche mientras que de carne 40,001. .en la comarca lagunera tiene una producción de 2,280 ton .de carne y una producción de leche de 57,622 miles de litros. La caprinocultura se encuentra distribuida a lo largo del país en las diferentes regiones, y estas se concentran en tres regiones, centro, bajo y norte (Silva-Jarquín 2019). La caprinocultura está concentrada en su mayoría en las zonas áridas y semiáridas de México ocupando el 60% del territorio del país (Silva-Jarquín 2019).la caprinocultura en México corresponde al ámbito familiar dentro del sector rural dentro del cual existen condiciones de marginación escasez de agua ,debido a la falta de lluvias ,la característica de este sector es que tienen pocos animales en producción carecen de instalaciones tecnificadas y además no cuentan con programas reproductivos y mejoramiento genético, sin asistencia y asesoría . (Vázquez ., 2017). Este sistema de producción practica el pastoreo extensivo en su mayoría en tierras ejidales, donde muchas veces los pastos son muy deficientes en cantidad y calidad nutricional .Además este sistema de producción contribuye al sustento de los productores. (Vázquez., 2017; Silva- Jarquín, 2019).

Los sistemas de producción se dividen por el principal producto obtenido, siendo estos: Cabrito (Cría lechal de 30 días en el norte y parte del centro y norte del país Chivo capon (40 a 45 kg) para la región mixteca y el Pacífico (que produce cabrito como subproducto) en La Laguna, Centro y Bajío. En la actualidad la producción rural tiene

un sistema de producción que corresponde al 80% para su subsistencias, de la cual viven alrededor de 1,5 millones de la población, que lo representan 450.000 unidades de producción.

2.2.- Uso del selenio en nutrición y producción animal

La nutrición es esencial debido a que juega un papel esencial en los sistemas de producción caprina. La producción es uno de los factores sobre el cual los productores pueden actuar de una manera más fácil y rápido (manejo del pastoreo, calidad de la dieta, cantidad de los forrajes). Lo anterior, representa un efecto directo sobre los costos de producción (50 al 85% del costo total). La alimentación en las explotaciones caprinas es dependiente de la masa vegetal. Existe una relación entre la producción y el manejo de los pastizales, pastos y subproductos de cultivos que tienen un impacto en los demás componentes de un sistema de producción caprina, como las patologías y el desempeño reproductivo (Morand-Fehr, 2005).

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).

Existen otros factores que afectan el desempeño productivo y reproductivo en las cabras, la estacionalidad en la distribución de las precipitaciones provoca una marcada variación estacional en la cantidad y calidad del suministro de los forrajes. Hay una grave escasez de suministro de alimento durante la estación seca, y los alimentos disponibles durante este período son de muy mala calidad (bajos en proteínas y altos en contenido de fibra), lo que resulta en una baja digestibilidad y un bajo consumo voluntario por parte de los animales (Tolera *et al.*, 2000).

En los rebaños de ovinos y caprinos, es común que se presenten deficiencias de nutrientes debido a una alimentación basada en pastos y forrajes de baja calidad o a la falta de minerales adecuados en la dieta. Esto puede llevar a una disminución en la producción, problemas reproductivos, aumento de la mortalidad y mayor susceptibilidad a enfermedades y parásitos. Por lo tanto, es necesario incluir minerales en la alimentación de ovinos y caprinos, especialmente el Se, ya que es un microelemento esencial para el crecimiento, reproducción y salud adecuada durante todo el ciclo de vida del animal (Ghaderzadeh *et al.*, 2016).

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). Es imprescindible fortalecer los métodos de inducción de la actividad estral con hormonas que regulen la actividad del ovario (Soni *et al.*, 2018).

Los estudios sobre el desempeño reproductivo, demostraron que inyectar a las ovejas Selenito de Sodio 4 semanas antes del servicio y nuevamente durante las últimas 4

semanas de gestación mostró un aumento del 32% en el porcentaje de partos en comparación con ovejas con deficiencia de Se (Gabryszuk and Klewec, 2002; Kachuee *et al.*, 2014;). Además, un nivel adecuado de Se en el recién nacido no sólo garantiza la prevención de la miopatía nutricional, sino que también disminuye las pérdidas asociadas en la productividad de los corderos. Los corderos de ovejas suplementadas con Se muestran una progresión más rápida para pararse y amamantar en comparación con los corderos de ovejas no suplementadas con Se, lo que lleva a una disminución general en la mortalidad de corderos (Kachuee *et al.*, 2014).

2.3.- El selenio y su papel en el metabolismo celular

El Se es un oligoelemento vital para el desarrollo y estado de salud normal de los animales. El selenio se encuentra distribuido en las células y tejidos, y es necesario para mantener las funciones vitales de los animales y humanos. El contenido de Se en el organismo es muy bajo, la mayor parte del Se se une a los tejidos y la sangre en forma de selenoproteínas (Pechova., 2012). Las concentraciones de Se en el cuerpo son de menos del 0.3% del total de minerales almacenados y mientras que en la dieta es de solo el 0.02% (Souza *et al.*, 2013). El Se es un componente de las selenoproteínas que participa en la respuesta inmunológica y en la nutrición de animal (Hall *et al.*, 2012). Los antioxidantes, la vitamina E (α tocoferol) y el Se tienen funciones complementarias protegiendo a las células de los efectos dañinos de los lípidos

peróxidos y radicales libres producidos durante la actividad normal. Del metabolismo (Ramadan *et al.*, 2018)

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).

La vitamina E y el Se cumplen una función biológica al formar parte de un componente esencial de la enzima glutatión peroxidasa (GSH-Px), una enzima involucrada en la desintoxicación del peróxido de hidrógeno y los hidroperóxidos lipídicos. Por lo tanto, el requerimiento de vitamina E puede definirse como la cantidad requerida para prevenir la peroxidación en la membrana subcelular y particularmente la oxidación que es más susceptible (Zoidis *et al.*, 2018).

Las funciones de las selenoproteínas enzimáticas, la glutatión peroxidasa (GSH-Px), la tioredoxina reductasa (TR), así como dos selenoproteínas, es decir, la selenoproteína P (SeP) y la selenoproteína W (SeW) y vitamina E protegen los dobles enlaces de fosfolípidos en las membranas celulares, junto con las lipoproteínas y el ADN contra el daño causado por especies reactivas de oxígeno producidas durante el metabolismo que tienen un efecto destructivo en el cuerpo, incluida la destrucción celular (Krzyżewski *et al.*, 2012).

La deficiencia de Se puede desarrollar numerosas enfermedades de importancia económica del ganado, como problemas de fertilidad, abortos, retención de placenta y

debilidad neonatal (Souza *et al.*, 2013). 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). El Se transfiere fácilmente a través de la placenta y la leche; por lo tanto, el estatus del Se afectará directamente la salud de las crías, y su desarrollo de sus hijos. Las deficiencias pueden provocar problemas de fertilidad, celos silenciosos, ovarios quísticos y el nacimiento de crías con inmunidad deficiente (Ziaei, 2015).

Los recién nacidos son susceptibles a la deficiencia de vitamina E debido a la cantidad insignificante de vitamina E que atraviesa la placenta hasta el feto en el útero. Por esta razón, es importante que el calostro proporcione a los recién nacidos cantidades suficientes de vitamina E. Se ha demostrado, que tanto la vitamina E como el Se mejoran la respuesta inmunológica (). Mientras que como antioxidantes, la vitamina E (α tocoferol) y el Se tienen funciones complementarias en la protección de las células contra los efectos dañinos de los peróxidos lipídicos y los radicales libres producidos durante el metabolismo normal (Ramadan *et al.*, 2018).

La evidencia experimental demuestra que una dieta suplementada con Se en sementales ovinos incrementa la actividad enzimática de GSH-Px y eleva la concentración de testosterona (Mahmoud, 2013). Por otra parte, investigaciones realizadas en caprinos suplementados con selenio y zinc han demostrado un aumento en la actividad de las enzimas superóxido dismutasa (SOD), glutatión peroxidasa (GSH-Px), 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).

2.4.- Importancia de la B12 en la nutrición animal

Aunque técnicamente la vitamina B12 se refiere únicamente a la cianocobalamina, en realidad el término vitamina B12 es el nombre genérico que se utiliza para referirse a un grupo de compuestos que tienen actividad B12, como la ciano-hidroximetil o desoxi-adenosilcobalamina, y que también se conocen como corrinoídes completos (González-Montaña *et al.*, 2020).

La vitamina B12 es parte fundamental de los sistemas enzimáticos implicados en varias funciones metabólicas y especialmente en la generación de energía a partir de la fermentación ruminal. Se describen signos de deficiencia, así como toxicidad del cobalto, en animales. El nivel de Co en rumiantes se puede evaluar midiendo las concentraciones sanguíneas o tisulares de cobalto o vitamina B12, así como el nivel de algunos metabolitos como el malonato, la homocisteína o la transobolamina en sangre o el ácido metilmalónico en orina (González-Montaña *et al.*, 2020).

La vitamina B12 representa una coenzima fundamental en el metabolismo del ácido propiónico, que es el principal precursor de la formación de energía en los rumiantes. Además, desempeña un papel esencial en la gliconeogénesis y en la producción de energía a partir del glucógeno, ambos procesos necesarios para lograr un uso

productivo del rebaño. Asimismo, esta vitamina interviene en el proceso de movilización de las reservas de energía (Afonso, 2006). La vitamina B12 es un quelato que contiene cobalto y cobalamina; puede estar unida a diferentes aniones del grupo ciano, como hidroxilo, nitrito, cloruro, bromuro, tiocianato, por lo que su nombre será didroxicobalamina, nitritocobalamina, etc. Las bacterias son las únicas que sintetizan este nutriente (no las levaduras ni los hongos); los vegetales y animales son incapaces de producirlo; sin embargo, estos últimos pueden absorber eficientemente el nutriente que producen los microbios ruminales o cecales. Actúa como cofactor para la metilmalonil CoA isomerasa y la homocisteína transmetilasa; además, se le asocia con la conversión de propionil CoA en ácido succínico en el hígado de los rumiantes (Shimada, 2009).

El Co es un oligoelemento sintetizado por las bacterias del rumen para producir vitamina B12, la cual, cumple dos funciones coenzemáticas distintas pero interdependientes que ayudan a las enzimas metilmalonil-coenzima A mutasa a la formación de glucosa, y además es esencial para la síntesis de metionina (Al-Habsi *et al.*, 2007). Los microorganismos del rumen requieren Co para la síntesis de vitamina B12, que actúa como cofactor para las enzimas del metabolismo energético y proteico, concretamente la metilmalonil coenzima A mutasa y la metionina sintasa. La deficiencia de Co, por lo tanto, perjudica el metabolismo energético y proteico, luego un deficiente crecimiento y desarrollo del animal, lo que puede definirse como cambios en el peso, la forma y el tamaño del cuerpo (Al-Habsi *et al.*, 2007).

La carencia de vitamina B12 obstaculiza la producción de hemoglobina y provoca daños en el sistema nervioso central, afectando gravemente el metabolismo de

carbohidratos, lípidos y ácidos nucleicos, lo cual repercute en el desarrollo fetal y aumenta la probabilidad de abortos (Campos y Hernández, 2008).

2.5.- Deficiencia de selenio y vitamina B12

Resultados de varios autores han llamado la atención sobre los efectos de la deficiencia de Se en animales. La principal manifestación en animales en crecimiento y adultos es la aparición de músculo blanco, trastornos de las funciones reproductivas, que se reflejan en disfunciones ováricas, mortalidad fetal, endometritis junto con placenta retenida y trastornos de fertilidad en los machos (Krzyżewski *et al.*, 2007; Ramisz *et al.* 2012; Krzyżewski *et al.*, 2014). Además, en las vacas lecheras la deficiencia de Se produce una disminución en la producción de leche y en el funcionamiento del sistema inmunológico, lo que las hace más vulnerables a enfermedades, incluidas las de la glándula mamaria. La deficiencia de Se también contribuye a una disminución de las propiedades bactericidas de los neutrófilos y a la inhibición de la proliferación de linfocitos (Ramisz *et al.*, 2012).

El Se se incorpora a la cadena alimentaria a través de las plantas, las cuales lo absorben del suelo. Se ha identificado la deficiencia de selenio en regiones volcánicas del mundo que tienen un bajo contenido de este mineral en el suelo (Ghaderzadeh *et al.*, 2016). Además, varios minerales como el Cu, Co, Se, Mg, I, Zn, y hierro pueden afectar el rendimiento reproductivo de los animales. Los minerales trazan son esenciales para la nutrición, ya que incluso pequeñas variaciones en sus niveles

pueden tener efectos significativos en la salud y el rendimiento reproductivo (Hedao *et al.*, 2008).

Un suministro inadecuado de Co en la dieta ovina causa deficiencia de vitamina B12, que se caracteriza por la pérdida de peso corporal, secreción ocular y fotosensibilidad. La capacidad de disponibilidad de Co para ser absorbido por las plantas varía según el tipo de suelo y se reduce por una alta concentración de Mn en el suelo (Keady *et al.*, 2017).

HIPÓTESIS

La suplementación de Se + vit. B12 mejorará la tasa ovulatoria y embrionaria de cabras multirraciales en condiciones de pastoreo extensivo

OBJETIVO

Evaluar el efecto de la suplementación de Se + vit.B12 sobre la tasa ovulatoria y embrionaria de cabras multirraciales en condiciones de pastoreo extensivo

III.- MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización, área de estudio y condiciones climáticas

El presente trabajo se realizó durante la época reproductiva (enero) de 2023 en el Ejido San Nicolás, Municipio de de San Pedro, Coahuila en el norte de México (25°42'47"N - 102°47'36"O), bajo un sistema de producción extensivo. El clima de la región es semidesértico, El lugar tiene 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 80 hembras multirraciales fueron divididas en tres grupos (n=40 c/u) homogéneas en cuanto al peso vivo (PV) y condición corporal (CC), todos los animales fueron pastoreados de 9:00 am a 6:00 pm. Estos animales caminan de 3 a 5 km al día hasta la zona donde encuentren alimento disponible ya que su alimentación se basa en pastoreo extensivo, principalmente de ramoneo de diferentes especies arbustivas, así como en rastrojos de cosechas.

Previo inicio del periodo experimental los animales tuvieron un manejo sanitario (vacunación y desparasitación), además de recibían agua a libre acceso en su corral

del resguardo solo al regreso y durante el día en la hora de siesta se les ofrece agua a libre acceso. Todas las cabras se sometieron a dos ecografías 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 las hembras

Las cabras fueron separadas en tres grupos (n=40 c/u) homogéneas en cuanto a peso vivo (PV; 44.5 ± 0.2 kg) y condición corporal (CC; 2.3 ± 0.1), escala del 1-5). Los animales se seleccionaron al azar y se asignaron bajo un diseño al azar a uno de dos tratamientos: 1) tratadas con selenio y vitamina B12 (SEB12; 10 mg de selenato de sodio y 5000 μ g de Hidroxianocobalamina), y 2) tratadas con 1.5 mL solución salina fisiológica (Control) para inducir el efecto placebo. Las cabras de ambos grupos se sincronizaron al estro con 20 mg de progesterona más 100 UI de Gonadotropina Coriónica Equina (eCG) y fueron expuestas a machos sexualmente activos durante 21 d, Ambos tratamientos fueron aplicados el día 0, 14 ,28 y 42 después de la sincronización estro.

3.4.- Tasa ovulatoria, embrionaria y diagnóstico de gestación

La tasa ovulatoria se determinó a los 13 días posteriores al tratamiento hormonal, y que consistió en observar el número de cuerpos lúteos. Mientras que la tasa

embrionaria se determinó considerando el número de embriones por hembra, además se determinó el tamaño del embrión. El diagnóstico de preñez se realizó a los 53 días a través de la utilización de un ultrasonido (Chison ECO2) con un transductor de 2,5 MHz – 11.0 MHz.

3.5.-Análisis estadísticos

Todos los datos se analizaron utilizando el procedimiento Modelo Lineal General (GLM). Las medias que se obtuvieron del número de cuerpos lúteos, vesículas embrionarias fueron comparadas utilizando un ANOVA y si se encontraran diferencias se compararon a través de una prueba de *t-student*. Mientras que el porcentaje de ovulación y preñez se compararon por una χ^2 . Todos los datos fueron analizados utilizando el paquete estadístico SAS (SAS Institute Inc. Cary. NC. USA, V9.1). Se consideró una diferencia significativa de $P \leq 0.05$.

IV.- RESULTADOS

Los resultados del presente estudio se muestran en el Cuadro 1. Las hembras tratadas con SEB12, no mejoraron la tasa ovulatoria y embrionaria, mostrando un porcentaje general de ovulación general del 96% y numero de cuerpos lúteos de 2.0 ± 0.1 , para ambos grupos.

Tabla 1 Tasa ovulatoria, y embrionaria de cabras multirraciales tratadas con selenio más vitamina B12 y sometidos a monta natural durante época reproductiva (enero, 25°N).

Grupos	Control	Se-10
Variables	(n=40)	(n=40)
Ovulación (%)	95(38/40) ^a	97(39/40) ^a
Tasa ovulatoria (n)	2.0 ± 0.1^a	2.1 ± 0.1^a
Tasa embrionaria (n)	1.8 ± 0.2^a	1.6 ± 0.1^a
Preñez (%)	87(35/40) ^a	90 (36/40) ^a

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

V.- DISCUSIÓN

La TOV, no mostró diferencia significativa entre tratamientos, lo que es contrario a resultados encontrados en ovejas tratadas con Vit. B12 que mostraron una mayor TOV, y por lo tanto una mayor TE, por lo tanto, también tuvieron un mejor grado morfológico y mayor número de células embrionarias (Abdollahi ., 2015; Dalvand *et al.*, 2023). Es probable que los animales utilizados en nuestro estudio no tuvieron deficiencias de vitaminas y minerales. Lo anterior, es indicativo de que probablemente los pastos donde pastoreaban estas cabras no tenían deficiencias de minerales, y de vitaminas. En efecto la deficiencia de Co afecta las concentraciones de Vit. B12, ya que es necesario para una mayor absorción de los nutrientes a través del microbiota ruminal. Según Aliarabi *et al.* (2018) el único requerimiento animal conocido de Co es como componente de la Vit.B12, que tiene aproximadamente un 4% de Co en su estructura química. Esto significa que una deficiencia de Co es en realidad una deficiencia de vitamina B12.

El NCL, encontrado en nuestro estudio está de acuerdo con resultados mostrados por Fraire-Cordero . (2013), donde no existió diferencia significativa en el NCL en ninguno de los experimentos realizados, lo cual es similar a los resultados obtenidos en el presente estudio. Resultados encontrados en ovejas con niveles sanguíneos de Se (<100 nmol/L) y pastos que contienen entre 7–29 µg Se/kg MS, la suplementación con Se reduce el porcentaje de hembras infértiles (28 vs 7%), y aumenta el porcentaje de corderos nacidos, un mayor porcentaje de estros, y por tanto mayor tasa de apareamiento (123 vs 19%). Lo anterior, se contrapone a nuestros resultados en donde

el POV, PP, así como no mostró diferencias estadísticas entre tratamientos. Nuestros resultados en cuanto al PP en ambos tratamientos, son similares a lo encontrado por Dalvand . (2023), con ovejas suplementadas con Se y Co, no observaron un efecto sobre el número de ovejas preñadas. Lo anterior, nos indica que las probablemente que concentraciones de Se y vitamina B12 eran normales. Por otra parte, resultados por Mitchell et al. (2012), que muestran que la deficiencia subclínica de cobalto/vitamina B12 reduce la respuesta ovulatoria en ovejas superovuladas.

En efecto, la deficiencia de vitaminas y minerales provoca una baja respuesta estral y ovulatoria, afectando la función reproductiva (Hostetler *et al.*, 2003), así como un alto porcentaje de abortos y bajo porcentaje de sobrevivencia de las crías (Smith y Sherman, 2009, y una menor tasa ovulatoria, contrario a nuestros resultados donde el NCL no mostro diferencias significativas. Sin embargo, respecto al DDCL que fue mayor en nuestros grupos tratados pudo deberse a que el tratamiento con Se+Vit.B12 al inicio del tratamiento (día 0) mejoró el crecimiento y calidad de los folículos, mejorando así el DDCL de las hembras tratadas con SE+B12. Lo anterior, pudo haber influido sobre el crecimiento folicular y por ende ayudo de manera positiva al crecimiento del CL. En efecto, la suplementación con Se y Co en el momento de la sincronización del estro aumenta las concentraciones séricas de Se y Vit. B12 (Dalvand *et al.*, 2023). En efecto, resultados recientes sugieren que, en las ovejas, la ventana crítica para que el efecto nutricional provoque un estímulo, y mejore la nutrición, podría ser tan corto como 5 días, si coincide con la aparición de la onda folicular ovulatoria (entre 8 y 4 días) antes de la ovulación (Shworth *et al.*, 2015). Se sugiere, que en futuras investigaciones se determinen primero las concentraciones de minerales (Se y cobalto) en los pastos donde pastorean los animales, además de las

concentraciones en sangre, y así poder administrar las dosis adecuadas y mejorar la respuesta reproductiva.

VI.CONCLUSIÓN

Los resultados encontrados en este trabajo demuestran que la suplementación con Se+Vit.B12 no influyó significativamente sobre la tasa ovulatoria y embrionaria de cabras multirraciales bajo condiciones de pastoreo extensivo.

VII.- LITERATURA CITADA

- Abdollahi, E., Kohram, H., Shahir, M. H., & Nemati, M. H. (2015). The influence of a slow-release multi-trace element ruminal bolus on trace element status, number of ovarian follicles and pregnancy outcomes in synchronized Afshari ewes. *Iranian Journal of Veterinary Research*, 16(1), 63.
- Al-Habsi, K., Johnson, E. H., Kadim, I. T., Srikandakumar, A., Annamalai, K., Al-Busaidy, R., & Mahgoub, O. (2007). Effects of low concentrations of dietary cobalt on liveweight gains, haematology, serum vitamin B12 and biochemistry of Omani goats. *The Veterinary Journal*, 173(1), 131-137.
- Aliarabi, H., Fadayifar, A., Alimohamady, R., & Dezfoulian, A. H. (2019). The effect of maternal supplementation of zinc, selenium, and cobalt as slow-release ruminal bolus in late pregnancy on some blood metabolites and performance of ewes and their lambs. *Biological trace element research*, 187, 403-410.
- Argüello, A. (2011). Trends in goat research, a review. *Journal of applied animal research*, 39(4), 429-434.
- Campos, c. c. z., & Rodríguez, M. L. T. Avances en la producción de pequeños rumiantes en el noreste de México.
- 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.
- Dalvand, M., Azarfar, A., Fadayifar, A., & Mostafa Tehrani, A. (2023). The effect of slow-release selenium and cobalt bolus on milk production and composition, reproductive performance and some blood parameters of Lari Bakhtiari's ewes. *Journal of Ruminant Research*, 10(4), 71-88.
- 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

- Gabryszuk, M., & Klewec, J. (2002). Effect of injecting 2-and 3-year-old ewes with selenium and selenium–vitamin E on reproduction and rearing of lambs. *Small Ruminant Research*, 43(2), 127-132.
- Gabryszuk, M., Strzałkowska, N., & Krzyżewski, J. (2007). Effects of pre-and post-partum injections of Se, Zn and vitamin E on the concentration of cholesterol, CLA isomers and fatty acids in ovine milk.
- 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.
- 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.
- Goff, J. P. (2000). Determining the mineral requirement of dairy cattle; Proceedings of the 11th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium, University of Florida; Gainesville, FL, USA. 13-14, 106-132
- González-Montaña, J. R., Escalera-Valente, F., Alonso, A. J., Lomillos, J. M., Robles, R., & Alonso, M. E. (2020). Relationship between vitamin B12 and cobalt metabolism in domestic ruminant: an update. *Animals*, 10(10), 1855.
- Grace, N. D. (2006). Effect of ingestion of soil on the iodine, copper, cobalt (vitamin B12) and selenium status of grazing sheep. *New Zealand veterinary journal*, 54(1), 44-47.
- Hostetler, C. E., Kincaid, R. L., & Mirando, M. A. (2003). The role of essential trace elements in embryonic and fetal development in livestock. *The Veterinary Journal*, 166(2), 125-139.
- 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.
- Keady, T. W. J., Hanrahan, J. P., & Fagan, S. P. (2017). Cobalt supplementation, alone or in combination with vitamin B12 and selenium: effects on lamb performance and mineral status. *Journal of Animal Science*, 95(1), 379-386.

- Kessler, J. (1993). Carencia en sélénium chez les ruminants: Mesures prophylactiques. *Rev. Suisse Agric.* 25, 21-26.
- Krzyżewski, J., Bagnicka, E., & Horbańczuk, J. O. (2014). The effect of selenium supplementation to the diet of dairy cows and goats on production traits and animal health-a review.
- 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.
- Mitchell, L. M., Robinson, J. J., Watt, R. G., McEvoy, T. G., Ashworth, C. J., Rooke, J. A., & Dwyer, C. M. (2007). Effects of cobalt/vitamin B12 status in ewes on ovum development and lamb viability at birth. *Reproduction, Fertility and Development*, 19(4), 553-562.
- Morand-Fehr, P. (2005). Recent developments in goat nutrition and application: A review. *Small ruminant research*, 60(1-2), 25-43.
- Musa, I., Bitto, I., Ayoade, J., & Oyedipe, E. (2018). Serum immunoglobulins and lipid profile of sheep as affected by selenium and vitamin E supplementation.
- Paleta, O. A. 2015. Suplementación de glutamato y reactivación ovárica en cabras primíparas durante la época de anestro estacional: efectos sobre los niveles séricos de triyodotironina. Master en Zootecnia y Gestión Sostenible: Ganadería Ecológica e Integrada. Universidad de Córdoba. Pp. 1-67.
- 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. *Veterinarni Medicina*, 57(8).

- 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.
- Ramisz, A., Balicka-Ramisz, A., & Jastrzebski, G. (2012). Selenium concentration in dairy cows and its influence on production traits. *Acta Scientiarum Polonorum. Zootechnica*, 11(1).
- SIAP (2020), Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera Producción Ganadera | Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera | Gobierno | gob.mx (www.gob.mx)
- 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.
- Vázquez-Armijo, J. F., Rojo, R., López, D., Tinoco, J. L., González, A., Pescador, N., & Domínguez-Vara, I. A. (2011). Trace elements in sheep and goats reproduction: a review. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14(1), 1-13.
- 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.