

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



**Suplementación de selenio más vitamina B12 para mejorar la actividad
ovárica de cabras en pastoreo**

Por:

Michelle Dennise Piña Hernández

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 selenio más vitamina B12 para mejorar la actividad ovárica
de cabras en pastoreo**

Por:

Michelle Dennise Piña Hernández

TESIS

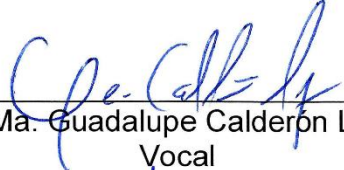
Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial
para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por:



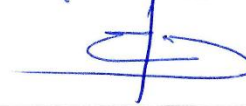
Dr. Oscar Ángel García
Presidente



Dra. Ma. Guadalupe Calderón Leyva
Vocal



Dr. Fernando Arellano Rodríguez
Vocal



MC. Daniel Padrón Segura
Vocal Suplente



MC. José Luis Francisco Sandoval Elias
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 selenio más vitamina B12 para mejorar la actividad ovárica
de cabras en pastoreo**

Por:

Michelle Dennise Piña Hernández

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:


MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por el Comité de Asesoría:


Dr. Oscar Angel García
Asesor Principal


Dra. Ma. Guadalupe Calderón Leyva
Coasesor


Dr. Fernando Arellano Rodríguez
Coasesor


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

Torreón, Coahuila, México
Junio 2024



AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Óscar Ángel García que me impulsó a aprender y me dio la oportunidad de desarrollar mis habilidades.

DEDICATORIA

A mi hija Alina.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIA	ii
ÍNDICE DE CONTENIDO	iii
RESUMEN	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
HIPÓTESIS.....	3
OBJETIVO.....	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 Situación de la caprinocultura	4
2.2 Estacionalidad reproductiva de las cabras.....	5
2.3 Alimentación en la reproducción.....	6
2.4 Alimentación de las cabras en zonas áridas.....	7
2.5 Sistemas extensivos y la reproducción	8
2.7 Selenio.....	8
2.8 Vitamina B12 (Cianocobalamina).....	10
3. MATERIALES Y METODOS	12
3.1 Localización del estudio	12
3.2 Manejo y alimentación de los animales.....	12
3.3 Tratamiento de las hembras	12
3.4 Confirmación del estatus de anestro y tratamiento de los animales.....	13
3.5 Variables evaluadas	13
3.5.1 Peso vivo y condición corporal	13
3.6 Respuesta reproductiva	13
3.6.1 Tamaño del ovario, número y diámetro del cuerpo lúteo y % de ovulación.....	13
3.7 Determinación de la preñez.....	14
3.7.1 Análisis estadístico	14
4. RESULTADOS	15
5. DISCUSIÓN	16

6. CONCLUSIÓN..... 17

7. LITERATURA CITADA 18

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo de tesis fue evaluar la suplementación de selenio más vitamina B12, sobre la respuesta de la actividad ovárica de cabras en pastoreo. El trabajo se realizó en el periodo de enero-marzo de 2023. Se seleccionaron 80 cabras multirraciales (mezcla de diferentes razas) durante la temporada de actividad sexual, con un peso vivo (PV 44.5 ± 0.2 kg), condición corporal (CC 2.3 ± 0.1). Las cabras fueron seleccionadas y agrupadas bajo un diseño completamente al azar. Un grupo de cabras ($n=40$) fue tratado con 20 mg de selenato de sodio y 10000 mcg de B12, diluidos en una solución combinada (2.5 mL). En un segundo grupo ($n=40$) sin tratamiento, al cual se administró 1.5 mL de solución salina fisiológica para inducir el efecto placebo, para usarlo como grupo control. Se administraron 4 aplicaciones por vía subcutánea con un periodo de 15 días entre aplicaciones, tomando como referencia la primera aplicación que se realizó a partir del empadre como día 0, 14, 28 y 42 días. El porcentaje general de ovulación fue del 95% y el de animales preñados de 86% para los dos grupos ($P>0.05$), en cuanto al tamaño del ovario se determinó (2.0cm vs 2.1cm para ambos ovarios; $P<0.05$) y en cuanto al número de cuerpos lúteos (2.0 ± 0.1 vs 2.1 ± 0.1 ; $P<0.05$) y tamaño del cuerpo lúteo ($14.0\text{mm} \pm 0.0$ vs $13.0\text{mm} \pm 0.0$; $P<0.05$). Los resultados del presente trabajo de tesis demuestran que las cabras tratadas con selenio más vitamina B12 no tuvieron una diferencia significativa en relación con el tamaño del ovario, número y diámetro del cuerpo lúteo. En conclusión, la administración de selenio más vitamina B12 no mejora la actividad ovárica en cabras bajo condiciones de pastoreo.

Palabras clave: Vitaminas, Selenio, Cabras

1. INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción caprina que se encuentran en condiciones de pastoreo extensivo a lo largo del año tienen variaciones en las cantidades de alimento disponibles para su consumo, lo que tiene un impacto en la actividad productiva y reproductiva de los animales (Mellado *et al.* 2012).

En México, como en otras partes del mundo, la caprinocultura es una actividad realizada por productores que tienen limitantes económicas y por medio de esta actividad obtienen un ingreso a partir de la producción y venta de cabrito, carne y leche. La Comarca Lagunera, es una zona árida semidesértica ubicada al norte de México, cuenta con un inventario de 392,407 cabezas, destacando a nivel nacional en la producción caprina (SIAP 2020). Es importante mencionar algunas características de las cabras frente a otras especies, que le han permitido tener un amplio crecimiento y desarrollo en distintos sistemas de producción, tales como: rusticidad, capacidad de adaptación a ambientes adversos, su habilidad para conservar agua, son reproductivamente precoces con lo que logran producir carne y leche a corta edad y aprovechan mejor el pastoreo mediante el ramoneo de especies arbustivas no utilizadas por otros rumiantes (Jiménez *et al.*, 2013). La formulación de una buena dieta no solo consiste en cubrir los requerimientos energéticos y proteicos, ya que es importante incluir micronutrientes, como son los minerales y vitaminas. Estos micronutrientes tienen una interacción que tienden a mejorar los parámetros reproductivos en los rumiantes (Ali *et al.*, 2009; Zubair *et al.*, 2015). En la producción caprina intervienen diversos factores como son la nutrición, la sanidad, la conducta, la genética y la reproducción en donde los pequeños rumiantes tienen requerimientos de algunos minerales, como el cobre (Cu), cobalto (Co), yodo (I), selenio (Se) y zinc (Zn), los cuales son requeridos para muchos procesos metabólicos y cuando estos están ausentes en el organismo, los animales tienden a enfermar (NRC, 2007; Pugh y Baird, 2012). Estos minerales son elementales para llevar acabo la síntesis biológica de nutrientes, participan en el metabolismo animal como cofactores para mantener el equilibrio fisiológico de los animales; la deficiencia repercute en una mala función metabólica y una disminución de la producción que debe ser corregida

a través de la suplementación (Hefnawy y Tórtora, 2010). El selenio (Se) es un mineral que tiene una gran importancia en la nutrición animal, por lo cual se han incrementado los estudios en cuestión de su función y como repercute en el organismo (Cruz-Monterrosa *et al.*, 2011). Es un elemento mineral requerido en cantidades pequeñas en la dieta, pero de importancia vital (Edens y Sefton, 2016). Tiene una interacción primaria en los procesos antioxidantes enzimáticos tales como glutatión peroxidasa, reductasas, tioredoxinas, entre otras selenoproteínas (Hawkes y Alkan, 2010). La inclusión adecuada de selenio se puede realizar a través de suplementos alimenticios (Mehdi y Dufrasne, 2016). Incluyendo algunos la adición del mineral por medio de agua de consumo diario, block con sales minerales, algunas levaduras enriquecidas con micronutrientes, inyecciones por vía parental, implantes subcutáneos de liberación lenta, en bolos y el uso de distintos forrajes con fertilizantes adicionados con Se (Kessler, 1993). Es importante mencionar que en microbioma ruminal, tanto levaduras y bacterias que se encuentran de forma natural en el rumen son capaces de producir vitamina B12, siempre y cuando el cobalto disponible en el líquido ruminal sea mayor a 0.5 mg/mL, si no se logra mantener la cantidad de cobalto requerida en el rumen la producción de vitamina B12 será nula, esto conlleva a su nula distribución en el organismo como es en sangre y tejidos (Dubeski, 1992; Goff, 2000; Underwood y Suttle, 2002; Stemme *et al.*, 2008). La vitamina B12 sintetizada por procariotas dentro del organismo de los rumiantes, es de vital importancia para los procesos de replicación celular y el metabolismo energético, ya que presenta un comportamiento coenzimático, estimulando cambios en el ADN intramoleculares. La ausencia de esta puede causar anemia perniciosa en los animales (Rizzo y Laganà, 2020; Fang *et al.*, 2017).

HIPÓTESIS

La suplementación de selenio más vitamina B12 mejorará la actividad ovárica de cabras de pastoreo.

OBJETIVO

Evaluar la suplementación con selenio más vitamina B12 para mejorar la actividad ovárica de cabras en pastoreo.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Situación de la caprinocultura

La caprinocultura en la actualidad tiene un papel fundamental en la cadena alimenticia del hombre. En los países en desarrollo en los cuales el consumo de proteína de origen animal se limita al consumo de 10 g/d, mientras tanto en países desarrollados se rebasa un consumo de 55 g/d. En este sentido, cabe mencionar que a nivel mundial la producción de carne es más de 280,000 t y de producción láctea 7.2 millones de litros los cuales son producidos por ganado caprino (Arechiga *et al.*, 2008). Se tiene un censo aproximado que a nivel mundial existen 924 millones de caprinos, siendo Asia y África los que albergan el 93%, en Europa el 1.9%, en Oceanía el 0.5%, en Latinoamérica y el Caribe 4.1% ubicando 9 millones de estos sólo en México y Brasil del total de la población caprina (Vélez *et al.*, 2015).

En Latinoamérica, México tiende a tener el inventario con mayor número de cabezas de ganado caprino, en el cual existen más de 494,000 unidades de explotación caprina de las cuales pertenecen a 1.5 millones de productores dedicados a la producción de leche y carne. En las zonas áridas se encuentra el 64% de las unidades de producción, el 36 % en zonas semiáridas y templadas. Es importante mencionar que la producción de carne anual es de 43000 t aproximadamente y de leche 160 millones de litros (Aréchiga *et al.*, 2008).

La producción caprina en México es una actividad que se denomina como sistema de producción familiar en el cual cada integrante de la familia es responsable de realizar una actividad debido al entorno rural en el cual no se tiene acceso a otros recursos económicos y esto debido al limitado acceso al agua por sequía, también limitando la cantidad de animales en la explotaciones caprinas, instalaciones de baja calidad, ausencia de manejo genético, falta de capacitación técnica, perteneciendo la mayor parte de las explotaciones a productores de escasos recursos y ubicadas en zonas precarias desérticas y áridas en las cuales dependen del pastoreo y ramoneo con una escasa

vegetación, lo que conlleva a un déficit de producción (Escareño *et al.*, 2011; Vázquez *et al.*, 2017).

El 60% de este sector productivo caprino está ubicado en las zonas áridas semiáridas del país, extendido desde el norte a sur en donde la población de cabras se distribuye en la zona mixteca (Oaxaca y Puebla), el centro o el bajío (Guanajuato, San Luis Potosí y Jalisco) y el norte (Comarca Lagunera) (Silva *et al.*, 2019; Montemayor, 2017).

En la Laguna ubicada al norte de México, es la zona más importante en cuanto a la caprinocultura, en la cual se estima existen 9 mil explotaciones de producción lechera pertenecientes a productores en su mayoría de escasos recursos, en el país se cuenta con un inventario caprino de aproximadamente de 8, 791,894 el cual proporciona a la demanda nacional 163,648 mil litros de leche y aportando 40,001 toneladas de carne, solo en La Laguna se producen 2,280 t de carne aproximadamente y 57,622 mil litros de leche (Escareño *et al.*, 2013; SIAP, 2020).

2.2 Estacionalidad reproductiva de las cabras

La actividad reproductiva en las cabras se distingue por la actividad ovárica, el inicio del estro y la ovulación que inicia en el mes de agosto a septiembre y finaliza de febrero a marzo. El anestro estacional (primavera y verano) se caracteriza por la ausencia de conducta sexual apetecible lo cual refiere falta de estro y actividad ovárica (Duarte *et al.*, 2008). Diversos estudios mencionan que en el subtrópico mexicano las cabras presentan una estacionalidad reproductiva, en la cual el periodo de ausencia de actividad ovárica o inactividad de estral ocurre en los meses de marzo a agosto, esto prolonga los partos 5 meses, un periodo de tiempo similar al de la gestación de las cabras, en cuanto a la temporada reproductiva se presenta en los meses de junio a febrero (Delgadillo *et al.*, 2003). En Australia y Argentina, las cabras que están ubicadas en estas latitudes subtropicales presentan comportamiento sexual apetecible y actividad ovárica en otoño a invierno (Rivera *et al.*, 2003).

2.3 Alimentación en la reproducción

En la Comarca Lagunera, los caprinos confinados en corrales que reciben una alimentación que cumple con sus requerimientos nutricionales de manera intensiva mostraron variación estacional en su actividad reproductiva, así como los sistemas extensivos y semi-intensivos. Lo que sugiere que la disminución de alimentos observada durante el período de la temporada de descanso o reposo sexual no es el principal factor que interviene en la disminución de la actividad endócrina y reproductiva de las hembras del subtrópico (Duarte *et al.*, 2008; Delgadillo *et al.*, 2011).

En pequeños rumiantes la estacionalidad reproductiva se debe a un ritmo endógeno de la reproducción y a la interpretación del sistema nervioso central relacionado al fotoperiodo en la cantidad de horas luz y oscuridad, periodo durante el cual se desencadena la liberación de melatonina a través de la glándula pineal (Chemineau *et al.*, 2006).

En la comarca lagunera las cabras desarrollan cambios estacionales a nivel endócrino y en la actividad sexual en un ambiente subtropical, muestran una clara disparidad entre una temporada reproductiva que se presenta de septiembre a febrero en la cual se caracteriza por presentar actividad ovárica regular y actividad estral en todas las cabras, cabe mencionar que debido a un déficit de manejo del hato caprino acompañado de una mala nutrición y disponibilidad de alimento suelen presentar periodos de anestro profundo limitando el desarrollo de los procesos reproductivos en un porcentaje significativo de las cabras (Duarte *et al.*, 2008).

Los machos caprinos al igual que las hembras presentan una estacionalidad en las latitudes ubicadas al norte de México, en la comarca lagunera en el periodo de mayo a diciembre hay actividad reproductiva y en el periodo de enero a abril se encuentran en reposo sexual con ausencia de esta, por lo cual presenta cambios en el comportamiento sexual, en los niveles de testosterona, incremento o disminución espermática, variaciones en el peso y tamaño de los testículos (Delgadillo *et al.*, 1999).

2.4 Alimentación de las cabras en zonas áridas

La nutrición es uno de los factores moduladores secundarios más relevantes, ya que involucra la liberación de diversos receptores hormonales como la insulina, la leptina y la hormona del crecimiento, las cuales reflejan variaciones a largo plazo en el estado metabólico (Rosa y Bryant., 2003). Una dieta balanceada no solo implica ofrecer energía y proteínas, sino también incluir vitaminas y minerales. En relación con la reproducción, se ha comprobado que existe una interacción entre estos micronutrientes y vitaminas que mejora las funciones reproductivas (Ali *et al.*, 2009; Zubair *et al.*, 2015). Los aditivos en la dieta de los animales como son los lípidos, glucosa, aminoácidos y minerales son de gran relevancia en la función reproductiva, ya que afectan el eje hipotalámico-adenohipofisario y órganos reproductivos (Senosy *et al.*, 2016; Dupont *et al.*, 2016). La función de reproducción en rumiantes se ve afectada por la alimentación, especialmente durante la reactivación de la actividad ovárica después del parto. La actividad reproductiva está correlacionada con variaciones en el peso vivo, por lo que una disminución significativa de peso puede inducir un anestro nutricional. Por lo cual, el peso vivo tiene mayor influencia en la tasa de ovulación que el nivel de alimentación (Zarazaga *et al.*, 2005). Además, la nutrición interactúa con el ciclo fotoperiódico para regular los patrones estacionales de la actividad sexual, especialmente a través de las vías centrales que controlan la neurosecreción de GnRH (Menassol *et al.*, 2012). Las interacciones nutricionales con el ciclo fotoperiódico regulan los patrones estacionales de las actividades reproductivas, principalmente a través de vías centrales que determinan los patrones estacionales de la neurosecreción de GnRH, como se ha determinado en estudios previos (Menassol *et al.*, 2012). Se tiene conocimiento de que el nivel de peso y la cantidad de energía ingerida tienden a ser de gran importancia en la fertilidad de pequeños rumiantes. Aquellos animales que presentan un estado nutricional deficiente o que experimentan pérdida de peso, tienen un nulo desempeño reproductivo, lo cual

nos lleva a una pérdida económica debido a la baja fertilidad que presentan (Flores-Santiago *et al.*, 2021).

2.5 Sistemas extensivos y la reproducción

En Comarca Lagunera, ubicada al norte de México, los hatos caprinos se manejan bajo un sistema de manejo en agostadero o sistema extensivo en los cuales se alimentan de ramoneo y vegetación disponible en la zona, con una escasa o nula suplementación o complementación alimenticia (Duarte *et al.*, 2008). En algunas zonas de la región, la disponibilidad de alimento presenta variaciones a lo largo del año las cuales suelen ser predecibles, siendo en el invierno en las regiones templadas donde se presenta una escasa disponibilidad de alimento, en el otoño en las zonas mediterráneas y en primavera en las subtropicales, teniendo en consideración la disponibilidad de alimento en estas regiones, los animales en vida salvaje y domésticos presentan variaciones a nivel reproductivo y durante la preñez (Martin *et al.*, 2010).

En los sistemas extensivos y de agostadero de producción caprina de la comarca lagunera y de otras partes del mundo, a lo largo del año los animales se encuentran vulnerables a los cambios en la alimentación debido a la disponibilidad de alimento y la calidad de el alimento a lo largo de las estaciones, estos cambios a lo largo del año suelen reflejarse en la condición corporal, el peso y repercute en la actividad sexual de los animales lo cual contrae limitantes para llegar a la pubertad y madurez reproductiva (Adam y Robinson, 1994; Silanikove, 2000).

En los pequeños rumiantes es importante identificar los lapsos en los que la alimentación tiene mayor importancia que nivel reproductivo influye en la actividad ovárica, la implantación del embrión, termino de la preñez y la sobrevivencia del neonato (Martin y Kadokawa, 2006).

2.7 Selenio

El selenio es un bioelemento primario actúa como promotor de la función del sistema reproductivo de la hembra y el macho, beneficia el aumento del peso vivo, es de gran importancia en los mecanismos del sistema inmune e incrementa

el número de neonatos nacidos vivos (Hall *et al.*, 2012). El bioelemento primario/micromineral antes mencionado se encuentra en el organismo en pequeñas cantidades, siendo menos del 0.3% del total de minerales en el organismo y solo el 0.02% disponible en la dieta (Souza *et al.*, 2013). A pesar de esto, son de vital relevancia en los procesos metabólicos a nivel celular de los organismos vivos, en este caso de los caprino, formando parte del proceso que activa la enzima glutatión peroxidasa (GSH-Px), esta enzima es la encargada de eliminar a los radicales libre y peróxidos que son el resultado de el catabolismo de los ácidos grasos, anticipando el daño a causa de la oxidación tisular (Carrillo-Nieto *et al.*, 2018; Zoidis *et al.*, 2018).

La deficiencia de selenio en el suelo y en los forrajes tiende a tener un efecto adverso en la vida productiva de los pequeños rumiantes, nos lleva a la necesidad de analizar la cantidad disponible del mineral/micromineral en los suelos donde pasta los animales o de cultivos de los cuales se extraen forrajes, así mismo analizar la vegetación y forrajes. Esto se puede lograr evaluando la interacción enzimática de GSH Px e investigando la eficiencia de la suplementación con selenio en relación con la cantidad de inmunoglobulinas G en pequeños rumiantes durante la gestación y sus crías al nacimiento (Díaz-Zarco *et al.*, 2022). Estudios demuestra que una dieta en la cual se incluye el selenio para machos ovinos destinados para sementales incrementa la interacción enzimática de GSH-Px e incrementa los niveles de testosterona (Mahmoud, 2013). Diversos trabajos de investigación realizados en ganado caprino suplementado con selenio y otros microelementos han demostrado una elevada interacción de la enzima glutatión peroxidasa (GSHPx), glutatión reductasa (GSHR), superóxido dismutasa (SOD) y catalasa (CAT) analizado en plasma seminal, así como un incremento en las hormonas testosterona y triyodotironina, previniendo así el daño oxidativo de los espermatozoides, mejorando las condiciones de liberación hormonal y acondiciona a el organismo para reducir el estrés oxidativo (Kumar *et al.*, 2013). En los rebaños de pequeños rumiantes, es común que se presenten deficiencia nutricional a causa de forrajes y vegetación deficiente y nula presencia de minerales adecuados en la dieta. Esto puede repercutir con una baja de

producción, aumentando los problemas reproductivos, elevada tasa de mortalidad, mayor incidencia a enfermedades y parásitos. Por lo tanto, es necesario añadir minerales en la dieta de pequeños rumiantes, especialmente el selenio, ya que este micromineral es elemental para el desarrollo fisiológico y reproductivo mejorando así los parámetros productivos

(Ghaderzadeh *et al.*, 2016). El selenio es esencial en la cría de pequeños rumiantes, por lo tanto, es necesario aplicar las cantidades adecuadas para cubrir los requerimientos de este para obtener incrementar su eficiencia productiva (Díaz-Zarco *et al.*, 2022).

Es importante mencionar que hay que reforzar los programas actuales de manipulación del ciclo estral a través de alternativas no hormonales que formen parte importante en función de la actividad ovárica, en este caso los bioelementos primarios como lo es el selenio tienden a tener una elevada relevancia en la regulación de las células de la granulosa ovárica, lo cual contribuye a el anabolismo del estradiol y a la conducta estral del sistema reproductivo (Soni *et al.*, 2018; Yao *et al.*, 2018).

El administrar selenio por vía parental tiende a incrementar la fertilidad al inducir una acción antioxidante ha obtenido mejores resultados en cuanto desarrollo en el tamaño y número de folículos (Baldi, *et al.*, 2000; Ren, *et al.*, 2016)., con una mejor actividad estral y una mayor tasa de concepción, todo esto como resultado de su capacidad para modular la actividad anabólica de algunas hormonas involucradas en la reproducción (Vázquez-Hernández *et al.*, 2017; Musa *et al.*, 2018; Tej *et al.*, 2022).

2.8 Vitamina B12 (Cianocobalamina)

La Vitamina B12 es 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, estos procesos son necesarios para lograr el uso productivo del hato. Asimismo, esta vitamina interviene en el

proceso de estimula el movimiento de las reservas de energía (Duncan *et al.* 1981; Afonso 2006). Inicialmente se le conocía como factor de proteína animal, ya que solo los alimentos de origen pecuario parecían prevenir o curar ciertos síntomas de anemia. La vitamina es un quelato compuesto cobalto y cobalamina; puede estar unida a diferentes aniones del grupo ciano, como hidroxilo, nitrito, cloruro, bromuro, tiocianato, por lo que su nombre se denomina didroxicobalamina, nitritocobalamina, etc. Las bacterias son las únicas que sintetizan este nutriente y no las levaduras ni los hongos, los vegetales y animales no son capaces de producirlo; sin embargo, estos últimos pueden absorber eficientemente los nutrientes 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). La carencia de vitamina B12 inhibe la producción de hemoglobina y induce daños en el sistema nervioso central, afectando gravemente la biotransformación de ácidos nucleicos, lípidos y carbohidratos, lo cual repercute en el desarrollo fetal y incrementa la probabilidad de abortos (Campos y Hernández, 2008).

3. MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo de tesis se realizó bajo los lineamientos de investigación internacional y nacional sobre el cuidado ético y bienestar animal (FASS, 2010; NAM, 2002), referencia de aprobación institucional UAAAN-UL/38111-425501002-2706.

3.1 Localización del estudio

El presente trabajo de tesis se llevo acabo en un hato caprino en condiciones de pastoreo en estación reproductiva, perteneciente a la Comarca Lagunera ubicada al norte de México (25°42'47"N - 102°47'36"O), a 1,094 msnm. El clima de la zona es árido semidesértico, y cuenta con una precipitación media anual de 230 mm. Los porcentajes de humedad relativa oscila entre 26 y 61 % y los rangos de fotoperiodo de 13 h 41 minutos en el verano y en invierno de 10 h 19 minutos, la temperatura oscila entre 6 °C en invierno y 37 °C en verano (CONAGUA, 2015), el periodo de estudio fue de los meses de enero a marzo 2023.

3.2 Manejo y alimentación de los animales

Se usarán 80 cabras multirraciales (cruzas de diferentes razas) fueron divididas homogéneamente en 2 grupos (n=40 c/u) en cuanto a peso vivo (PV 44.5±0.2 kg) y condición corporal (CC 2.3 ±0.1), su alimentación fue a través del pastoreo, principalmente del ramoneo, y en ocasiones de residuos de cultivos algodón, y además estas cabras son llevadas a diferentes sitios de pastoreo cada día, caminando de 3 a 5 km diarios desde sus corrales de resguardo hasta el lugar de pastoreo.

3.3 Tratamiento de las hembras

Las cabras fueron seleccionadas y agrupadas bajo un diseño completamente al azar. Un grupo de cabras (n=40) fue tratado con 20 mg de selenato de sodio y 10000 mcg de B12, diluidos en una solución combinada (2.5 mL). En un segundo grupo (n=40) sin tratamiento, al cual se administro 1.5 mL de solución salina fisiológica para inducir el efecto placebo, para usarlo como grupo control. Se administraron 4 aplicaciones por vía subcutánea con un periodo de 15 días entre

aplicaciones, tomando como referencia la primera aplicación se realizó a partir del empadre como día 0, 14, 28 y 42 días.

Las hembras de ambos grupos se sincronizaron al estro con 20 mg de progesterona y 100 UI de Gonadotropina Coriónica Equina (eCG) vía i.m, y fueron expuestas a machos sexualmente activos durante 21 d, Ambos tratamientos fueron aplicados cada 14 días iniciando el día de la sincronización del estro (D 0) y posteriormente cada 14 días (14, 28, 42).

3.4 Confirmación del estatus de anestro y tratamiento de los animales

A todas las cabras se les realizaron dos ultrasonidos en tiempo real con siete días de diferencia para evaluar la actividad ovárica y confirmar la anovulación utilizando un ultrasonido (Chison ECO2) con un transductor de 2,5 MHz – 11.0 MHz. Una vez que los cuernos uterinos fueron localizados, el transductor se giró 90° en el sentido de las agujas del reloj y 180° en el sentido contrario a las agujas del reloj a través del tracto reproductivo hasta que se escanearon ambos ovarios para evaluar el estado funcional ovárico. Las cabras que presentaron cuerpos lúteos se descartaron del estudio.

3.5 Variables evaluadas

3.5.1 Peso vivo y condición corporal

El peso vivo (PV) y la condición corporal (CC) se determinó a los 0, 14, 28 y 42 días que duro el presente trabajo. El PV se determinó usando una báscula digital con capacidad de 400 kg (Torrey, Modelo Eqm-400). La (CC) se determinó mediante palpación dorsal, variando desde la escala de 1 (muy delgado) hasta 5 (muy gordo) (Russel 1984; Ghosh *et al.*, 2019), la cual fue evaluada por un mismo técnico durante todo el periodo estudio.

3.6 Respuesta reproductiva

3.6.1 Tamaño del ovario, número y diámetro del cuerpo lúteo y % de ovulación

El día 17 postsincronización se determinó el tamaño del ovario, el número y diámetro de cuerpos lúteos de cada ovario por medio de ultrasonografía transrectal (Chison Eco 2). Para determinar el porcentaje de ovulación se usó la

cantidad de hembras que presentaron un cuerpo lúteo x 100 entre el número de hembras total del grupo.

3.7 Determinación de la preñez

Mientras que la determinación de la preñez se realizó a los 53 días después de la introducción de los machos por ultrasonografía transrectal (Chison Eco2) con un transductor de 2,5 MHz – 11.0 MHz.

Para determinar el porcentaje de preñez se usó la siguiente regla la cantidad de hembras preñadas x100 entre el número de hembras total del grupo.

3.7.1 Análisis estadístico

Los datos del presente estudio fueron analizados por un Modelo Lineal General (GLM). Las medias obtenidas PV, CC, tamaño del ovario, número de CL, tamaño del CL, fueron comparadas usando una ANOVA. El porcentaje de ovulación y preñez se compararon a través de una Chi-cuadrada. Para el análisis de los datos se usó el paquete estadístico SAS (SAS Institute Inc. Cary. NC. USA, V9.1).

4. RESULTADOS

Los resultados del presente trabajo de tesis demuestran que las hembras tratadas con (Selenio + Vitamina B12) 20mg de selenito de sodio y hembras sin tratar (Control) al final de la época reproductiva (enero-febrero, 25°LN), bajo fotoperiodo natural, no mejoraron la actividad ovárica en cabras bajo condiciones de pastoreo.

Tabla 1. Respuesta reproductiva y productiva de cabras multirraciales (mezcla de diversas razas) tratadas con 20 mg de Selenito de sodio más vitamina B12 (Se+B12) mg o hembras tratadas con solución salina fisiológica (Testigo) al final de la época reproductiva (enero-febrero, 25°LN), bajo fotoperiodo natural.

Variables	Testigo (n=40)	Se+B12 (n=40)	Valor de P
Ovulación (%)	95	95	
Preñez (%)	87	85	
Tamaño del ovario (cm)	2.0±0.1	2.1±0.1	0.38
Cuerpos lúteos (n)	2.0±0.1	2.1±0.1	0.15
Diámetro del CL (mm)	14.0±0.0	13±0.0	0.55

^{ab}Superíndices desiguales entre columnas indican diferencia estadística significativa ($P \leq 0.05$).

5. DISCUSIÓN

Los resultados del presente trabajo de tesis demuestran que la actividad ovárica fue similar ambos grupos, tanto en el grupo tratado con selenio más vitamina B12 como el grupo Control, por lo cual es posible que nuestros animales sometidos al proceso experimental no carecían de micromineral para mejorar la actividad. Aun cuando el efecto del selenio es de gran importancia en funciones metabólicas, hormonales y reproductiva en los animales (Ziaei, 2015).

Sin embargo, existen investigaciones que hablan sobre la interacción de la nutrición de los animales en relación con los minerales y su efecto sobre el desempeño en la reproducción, por lo cual es importante analizar el consumo de los animales y evaluar sus nutrientes ya que si carecen de estos minerales tienden a tener efectos adversos (Ziaei., 2015).

La mayoría de las investigaciones de nutrición y requerimiento de minerales se llevan a cabo con especies en cautiverio, argumentando que, si se realizan estudios con animales en pastoreo, perjudicaría los resultados ya que estos elementos minerales están presentes de en la vegetación, en forrajeras, el suelo y el agua. Tomando en cuenta factores estacionales como son la lluvia y sequía, el calentamiento global, la estacionalidad de las plantas que limita su producción, y esto hacen necesario el uso de suplementos de macrominerales. (Márquez *et al.*, 2017; Ghaderzadeh *et al.*, 2016).

6. CONCLUSIÓN

Los resultados del presente trabajo de tesis demuestran que las cabras tratadas con selenio más vitamina B12 al final de la época reproductiva (enero-febrero), bajo condiciones de pastoreo no mejoraron la actividad ovárica. Se sugiere que en futuras investigaciones se determinen las concentraciones de minerales como el selenio en las plantas de la zona de pastorero, así como también hormonas relacionadas con la respuesta reproductiva como progesterona en sangre de las cabras.

7. LITERATURA CITADA

- Adam, C. L., Robinson, J. J. 1994. The role of nutrition and photoperiod in the timing of puberty. *Proceedings of the Nutrition Society*. 53(1): 89-102.
- Afonso J.A.B. 2006. Toxemia da prenhez. *J. Vet. Zootec. CRMV-PE* 26:7.
- Ali AB, Bomboi G, Floris B., 2009. Does Vitamin E or Vitamin E plus Selenium improve reproductive performance of rams during hot weather? *Ital J Anim Sci* 2010; 8:743e54.
- Ali AB, Bomboi G, Floris B., 2009. Does Vitamin E or Vitamin E plus Selenium improve reproductive performance of rams during hot weather? *Ital J Anim Sci* 2010; 8:743e54.
- Aréchiga, C., Aguilera, J., Rincón, R., Méndez de Lara, S., Bañuelos, V., & Meza-Herrera, C. (2008). Situación actual y perspectivas de la producción caprina ante el reto de la globalización. *Agroecosistemas tropicales y subtropicales* , 9 (1), 1-14.
- Baldi, A., Savoini, G., Pinotti, L., Monfardini E, Cheli F. and Orto VD. (2000). Effects of vitamin E and different energy sources on vitamin E status, milk quality and reproduction in transition cows. *J Vet Med Assoc*, 47(1), 599-608.
- Campos Gaona, R., & Hernández, É. A., 2008. Relación nutrición fertilidad en Bovinos: un enfoque bioquímico y fisiológico. Repositorio Universidad Nacional. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/7309>
- Carrillo-Nieto, O., Domínguez-Vara, I. A., Huerta-Bravo, M., Jaramillo-Escutia, G., Díaz-Zarco, S., Vázquez-Armijo, J. F., Revilla-Vázquez, A., 2018. GSX-Px activity, selenium concentration and semen quality on rams supplemented with selenium during reproduction stage. *Agrociencia* 52(6): 827- 839.
- Chemineau, P., Pellicer-Rubio, M. T., Lassoued, N., Khaldi, G., Monniaux, D. 2006. Male-induced short oestrous and ovarian cycles in sheep and goats: a working hypothesis. *Reproduction Nutrition and Development*. 46(4):417-429.
- Cruz-Monterrosa, R. G., Ramírez-Bribiesca, E., Cobos-Peralta, M. A., Revilla-Vázquez, A. L., Crosby-Galván, M. M., Cordero-Mora, J. L., 2011. Disponibilidad de selenio complementado con selenito de sodio y selenometionina en corderos. *Revista Científica*, XXI(1),31-38.[fecha de Consulta 28 de Mayo de 2021]. ISSN: 0798-2259. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=95918054006>
- Delgadillo, J. A., Canedo, G. A., Chemineau, P., Guillaume, D., Malpoux, B. 1999. Evidence for an anual reproductive rhithm independent of food availability in male creole goats in subtropical northern Mexico. *Theriogenology*. 52(4):727-737.
- Delgadillo, J. A., Flores, J. A., Véliz, F. G., Duarte, G., Vielma, J., Poindron, M. P., Malpoux, B. 2003. Control de la reproducción de los caprinos del subtrópico mexicano utilizando tratamientos fotoperiódicos y efecto macho. *Vet. Méx.* 34(1): 69-79.

- Delgadillo, J. A., Ungerfeld, R., Flores, J. A., Hernández, H., Fitz-Rodríguez, G. 2011. The ovulatory response of anoestrous goats exposed to the Male Effect in the Subtropics is unrelated to their follicular diameter at male exposure. *Reproduction in Domestic Animals*. 46(4):687-691.
- Díaz-Zarco, Soledad, Montes-de-Oca-Jiménez, Roberto, & Rodríguez-Domínguez, María Carla., 2022. Niveles de Selenio en suelo, pasto y en ovejas: Influencia del suplemento de Selenio en la concentración de IgG en ovejas gestantes y corderos. *Terra Latinoamericana*, 40, e950. 2022.<https://doi.org/10.28940/terra.v40i0.950>
- Díaz-Zarco, Soledad, Montes-de-Oca-Jiménez, Roberto, & Rodríguez-Domínguez, María Carla., 2022. Niveles de Selenio en suelo, pasto y en ovejas: Influencia del suplemento de Selenio en la concentración de IgG en ovejas gestantes y corderos. *Terra Latinoamericana*, 40, e950. 2022.<https://doi.org/10.28940/terra.v40i0.950>
- Duarte, G., Flores, J. A., Malpaux, B., Delgadillo, J. A. 2008. Reproductive seasonality in female goats adapted to a subtropical environment persists independently of food availability. *Domestic Animal Endocrinology*. 35(4):362-370.
- Dubeski, P. L., 1992. Ph.D. Thesis. Oklahoma State University; Stillwater, OK, USA. BVitamins for Cattle: Availability, Plasma Levels, and Immunity.
- Duncan, WRH, Morrison, ER y Garton, GA., 1981. Efectos de la deficiencia de cobalto en ovejas gestantes y posparto y sus corderos. *Revista Británica de Nutrición*, 46(02), 337. doi:10.1079/bjn19810039
- Dupont J, Scaramuzzi RJ., 2016. Insulin signaling and glucose transport in the ovary and ovarian function during the ovarian cycle. Review article. *Biochemistry Journal* 473: 1483-1501.
- Edens, F. W., Sefton, A. E., 2016. Organic selenium in animal nutrition – utilisation, metabolism, storage and comparison with other selenium sources. *Journal of Applied Animal Nutrition*, 4.
- Escareno, ~ L., Wurzinger, M., Iniguez, ~ L., Soelkner, J., Salinas, H., Meza-Herrera, C.A., 2013. Dairy goat production systems in dry areas: status-quo: perspectives and challenges. *Trop. Anim. Health Prod.* 45, 17–34.
- Fang, H., Kang, J., Zhang, D., 2017. Microbial production of vitamin B12: a review and future perspectives. *Microbial Cell Factories*, 16(1).
- FASS, 2010. Guide for the Care and Use of Agricultural Animals in Agricultural Research and Teaching. Federation Animal Science Society, Champaign, IL, USA, pp. 177.
- Flores-Santiago EJ, Sosa-Montes E, Alejos-de la Fuente JI, Germán-Alarcón CG, HernándezMarín JA, Cadena-Villegas S., 2021. Actividad ovárica y prolificidad de cabras sincronizadas con progestágenos y suplementadas con propionato de calcio. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios Núm. Esp. II*: e2975. DOI: 10.19136/era.a8nII.2975

- Ghaderzadeh, S., Aghjeh-Gheshlagh, F. M., Nikbin, S. & Navidshad, B., 2016. A Review on Properties of Selenium in Animal Nutrition. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 6(4), 753-761.
- Ghaderzadeh, S., Aghjeh-Gheshlagh, F. M., Nikbin, S. & Navidshad, B., 2016. A Review on Properties of Selenium in Animal Nutrition. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 6(4), 753-761.
- Ghosh, CP, Datta, S., Mandal, DS, Das, AK, Roy, DC, Roy, AH y Tudu, NK., 2019. Puntuación de la condición corporal en cabras: impacto y significado. *Revista de estudios de entomología y zoología*, 7 , 554-560.
- 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
- Hall, J. A., Van Saun, R. J., Bobe, G., Stewart, W. C., Vorachek, W. R., Mosher, W. D., ... Pirelli, G. J., 2012. Organic and inorganic selenium: I. Oral bioavailability in ewes. *Journal of Animal Science*, 90(2), 568-576. <https://doi.org/10.2527/jas.2011-4075>
- Hawkes, W. C., Alkan, Z., 2010. Regulation of Redox Signaling by Selenoproteins. *Biological Trace Element Research*, 134(3), 235-251.
- Hefnawy, A. E. G., & Tórtora-Pérez, J. L., 2010. The importance of selenium and the effects of its deficiency in animal health. *Small Ruminant Research*, 89(2–3), 185–192. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2009.12.042>
- Jiménez Badillo María del Rosario, Braña Varela Diego, Partida de la Peña José Armando., 2013. Guía práctica para la evaluación de la canal caprina. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Libro Técnico Núm.4, 17-18.
- Kessler, J., 1993. Carence en sélénium chez les ruminants: Mesures prophylactiques. *Rev. Suisse Agric.* 25, 21-26.
- Kumar, P., Yadav, B., & Yadav, S., 2013. Effect of zinc and selenium supplementation on antioxidative status of seminal plasma and testosterone, T4 and T3 level in goat blood serum. *Journal of Applied Animal Research* 41(4), 382-386. <https://doi.org/10.1080/09712119.2013.783482>
- Mahmoud, G. B. 2013. Sexual behaviour, testosterone concentration, semen characteristics and testes size of Ossimi rams as affected by age and scrotal circumference. *Egyptian J. Anim. Prod.* 50: 53-58.
- Márquez-Madrid, M., Gutiérrez-Bañuelos, H., BañuelosValenzuela, R., Muro-Reyes, A., & Valdez-Cepeda, R. D., 2017. Macro-mineral concentrations in soil and forage in three grassland sites at Zacatecas. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 8(4): 437-443.
- Martin, G. B., Blache, D., Miller, D. W., Vercoe, P. E. 2010. Interactions between nutrition and reproduction in the management of the mature male ruminant. *Journals Animal Science*. 4(7): 1214-1226.

- Martin, G. B., Kadokawa, H. 2006. "Clean, Green and Ethical". Case Study: Reproductive Efficiency in Small Ruminants. *Journal of Reproduction and Development*. 52(1):145-152.
- Mehdi, Y., Dufrasne, I., 2016. Selenium in Cattle: A Review. *Molecules*, 21(4), 545.
- Mellado, M., Rodríguez, A., Lozano, E. A., Dueñez, J., Aguilar, C. N., & Arévalo, J. R., 2012. The food habits of goats on rangelands with different amounts of fourwing saltbush (*Atriplex canescens*) cover. *Journal of Arid Environments*, 84, 91-96.
- Menassol, J.-B., Collet, A., Chesneau, D., Malpoux, B. y Scaramuzzi, R.J., 2012. La interacción entre el fotoperíodo y la nutrición y sus efectos sobre los ritmos estacionales de reproducción en la oveja¹. *Biología de la reproducción*, 86(2). doi:10.1095/biolreprod.111.092817
- Montemayor, Héctor, Silva-Jarquín, Juan C., Escalante-Hernández, Isaac, Vera-Avila, Hector. (2017). LA CABRA CRIOLLA NEGRA, UN RECURSO ZOOGENÉTICO EN PELIGRO: BASES DEL PROGRAMA DE RECUPERACIÓN EN EL BAJÍO MEXICANO. 12.
- Musa, S.I., Bitto, I.I., Ayoade, J.A., Oyedipe, O.E. (2018). Effects of vitamin E and selenium on fertility and lamb performance of yankasa sheep. *Open Journal of Veterinary Medicine*. 8(09): 167.
- NAM, 2002. Guide for the Care and Use of Laboratory Animals. Guide for the Care and Use of Laboratory Animals. Co-produced by the National Academy of Medicine Mexico and the Association for assessment and accreditation of laboratory animal care international, Harlan Mexico, D. F., México.
- NRC 2007. Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and New World camelids. In National Research Council of the National Academies (Washington, DC, the National Academies Press).
- Pugh, D. and Baird, A., 2012. Sheep and goat medicine. Second Edition. Elsevier, U.K. pp 621
- Ren, S.Q., Wang, J.W., Chen, H.Y., Xu, M.Q., Jiang, H. & Gao, Y. (2016). Effect of vitamin E on bovine granulosa cells apoptosis and proliferation through cx43. *China Anim Husb Vet Med*, 43(1), 615-621.
- Rivera, G. M., Alanís, G. A., Chavez, M. A., Ferrero, S. B., Morello, H. H. 2003. Seasonality of estrus and ovulation in Creole goats of Argentina. *Small Ruminant Research*. 48(2):109-117.
- Rizzo, G., Laganà, A. S., 2020. *Molecular Nutrition*. Elsevier; Amsterdam, The Netherlands: A review of vitamin B12; pp. 105-129.
- Rosa, H.J. y Bryant, M., 2003. Estacionalidad de la reproducción en ovinos. *Investigación sobre pequeños rumiantes*, 48(3), 155–171. doi:10.1016/s0921-4488(03)00038-5
- Russel A (1984) Body condition scoring of sheep. In *Practice*; 6:91-93.
- Senosy W, Mahmoud GB, Abdel-Raheem ShM., 2016. Influence of short-term energy supplementation on estrus, ovarian activity and blood biochemistry in Ossimi

- ewes synchronized with fluorogestone acetate in the subtropics. *Theriogenology* 88: 152-157.
- Shimada, A. (2009). *Nutricion Animal* (2a ed, p. 205).
- SIAP., 2020, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera Producción Ganadera | Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera | Gobierno | gob.mx (www.gob.mx)
- Silanikove, N. 2000. The physiological basis of adaptation in goats to harsh environments. *Small Ruminant Research*. 35(3):181-193.
- Silva-Jarquín, Juan Carlos, Andrade-Montemayor, Héctor Mario, Vera-Ávila, Héctor Raymundo, Durán-Aguilar, Marina, Román-Ponce, Sergio Iván, Landi, Vincenzo, Martínez-Martínez, Amparo, Delgado Bermejo, Juan Vicente, & BioGoat, Consorcio. (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. Epub 30 de abril de 2020. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v10i4.4908>
- Soni, R.K., Gupta, P.S.P., Nandi, S., Mondal, S., Ippala, J.R., Mor, A., Mishra, A., Tripathi, S.K. (2018). Effect of in vitro copper supplementation on granulosa cell estradiol synthesis and associated genes. *Indian Journal of Animal Research*. 52(5)
- Souza-Silva, C. M., Nunes-de Medeiros, A., Germano-Costa, R., Pereira-Sales, E., de Azevêdo-Silva, A. M., & de Lima-Júnior, V., 2013. Micromineral nutritional requirements for weight gain in Canindé goats under grazing in the brazilian semiarid. *Acta Scientiarum*, 35(2), 173-179. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v35i2.16731>
- Stemme, K., Lebzien, P., Flachowsky, G., Scholz, H., 2008. The influence of an increased cobalt supply on ruminal parameters and microbial vitamin B12 synthesis in the rumen of dairy cows. *Archives of Animal Nutrition*, 62(3), 207-218.
- Tej, J.N.K., Johnson, P., Kaushik, K., Krishna, K., Tripathi, S.K., Gupta, PSP., Nandi, S. and Mondal, S. (2022). Efficiency of Copper and Selenium during Estrus Synchronization on Estrus Behaviour, Estradiol and Progesterone Concentration in Salem Black Goats. *Indian Journal of Animal Research*. DOI: 10.18805/IJAR.B-4515
- Underwood, E. J., Suttle, N. F. , 2002. *Los Minerales en la Alimentación del Ganado*. Acibia., Zaragoza, Spain., 2002. 3rd. version.
- Vázquez-Hernández, S.D., Miranda-Jiménez, L., Segura-León, O., Quero-Carrillo, A.R., 2017. Goats' follicle and corpora lutea development as a response to selenium supply. *Agroproductividad*. 10(2): 15-18.
- Vázquez-Hernández, S.D., Miranda-Jiménez, L., Segura-León, O., Quero-Carrillo, A.R. (2017). Goats' follicle and corpora lutea development as a response to selenium supply. *Agroproductividad*. 10(2): 15-18.

- Velez, Rosales-N., Cesar., Nájera M., Chávez So., Ulises S., (2015). Produccion de leche de cabra en la comarca lagunera (Intensivo y Extensivo) durante la epoca de estiaje.
- Wani, M.A., Razzaque, W.A., Sharma, U. (2016). Effect of vitaminE and selenium supplementation on oxidative stress parameters in postpartum anestrus Buffaloes. *Journal of Animal Research*. 6(4): 629.
- Yao, X., Ei-Samahy, M.A., Fan, L., Zheng, L., Jin, Y., Zhang, G., Liu, Z., Wang, F. (2018). In vitro influence of selenium on the proliferation of and steroidogenesis in goat luteinized granulosa cells. *Theriogenology*. 114: 70-80
- Zarazaga, L. A., Guzmán, J. L., Domínguez, C., Pérez, M. C., & Prieto, R., 2005. Effect of plane of nutrition on seasonality of reproduction in Spanish Payoya goats. *Animal Reproduction Science*, 87(3-4), 253–267. doi:10.1016/j.anireprosci.2004.11
- Ziaei, N., 2015. Efecto de la suplementación con selenio y vitamina E sobre los índices reproductivos y los metabolitos bioquímicos en cabras Raieni. *Revista de investigación animal aplicada*, 43 (4), 426–430. doi:10.1080/09712119.2014.980415
- Zoidis, E., Seremelis, I., Kontopoulos, N., & Danezis, G. P., 2018. Selenium-Dependent Antioxidant Enzymes: Actions and Properties of Selenoproteins. *Antioxidants*, 7(5), 66. [https:// doi.org/10.3390/antiox7050066](https://doi.org/10.3390/antiox7050066)
- Zubair M, Ali M, Ahmad M, Sajid SM, Ahmad I, Gul ST., 2015. Effect of Selenium and Vitamin E on cryopreservation of semen and reproductive performance of animals (a review). *J. Entomol. Zool. Studies*, 3(1), 82-86.
- Zubair M, Ali M, Ahmad M, Sajid SM, Ahmad I, Gul ST., 2015. Effect of Selenium and Vitamin E on cryopreservation of semen and reproductive performance of animals (a review). *J. Entomol. Zool. Studies*, 3(1), 82-86.