

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



Efecto del selenio más vitamina E sobre el comportamiento sexual de carneros de la raza Dorper.

Por:

BENJAMIN ACEVEDO LUNA

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Torreón, Coahuila, México
Junio 2021

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

Efecto del selenio más vitamina E sobre el comportamiento sexual de carneros de la raza Dorper.

Por:

BENJAMIN ACEVEDO LUNA

TESIS

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

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por:



Dr. Oscar Angel Garcia
Presidente




Dr. Juan Manuel Guillen Muñoz
Vocal



Dra. Leticia Romana Gaytán Alemán
Vocal



Dr. Gerardo Arellano Rodriguez
Vocal Suplente



MVZ. J. GUADALUPE RODRIGUEZ MARTÍNEZ
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal

Torreón, Coahuila, México
Junio 2021

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

Efecto del selenio más vitamina E sobre el comportamiento sexual de carneros de la raza Dorper.

Por:


BENJAMIN ACEVEDO LUNA

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. Juan Manuel Guillen Muñoz

Coasesor



Dra. Leticia Romana Gaytán Alemán

Coasesor



MC. J. GUADALUPE RODRIGUEZ MARTINEZ
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal

Torreón, Coahuila, México

Junio, 2021

Agradecimientos

A Dios:

Porque siempre me dio esa fuerza y me ilumino para seguir adelante en mis estudios y en mi vida cotidiana. Por darme la valentía para vencer los obstáculos que se me presentaron y por haberme permitido concluir una nueva fase de mi vida y así mismo por conservar a mi familia para que pudieran estar presentes en este logro tan importante.

A mi asesor:

Dr. Oscar Ángel García, su esfuerzo, dedicación, sus conocimientos, orientación, su paciencia, y motivación para mi formación.

A mi familia:

Que siempre estuvieron conmigo en las buenas y en las malas, dándome su apoyo incondicional, gracias a todos.

A mi Alma Terra Mater:

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por permitirme lograr como profesional, y por haberme recibido con las puertas abiertas.

A todos gracias

Dedicatoria

A mis padres:

Benjamin Acevedo Julio y Francisca Luna Gallardo; por todo el amor, cariño y comprensión brindada a lo largo de estos 5 años de carrera, pero sobre todo por haber confiado en mí y nunca dejarme solo. Agradezco por el gran sacrificio sentimental, moral y económico que hicieron para que yo pudiera culminar mis estudios, gracias a mi padre por sus grandes consejos y gracias a mi madre por siempre apoyarme por encima de cualquier circunstancia, los amo muchísimo.

A mis hermanos:

Jonathan, Francisco y Obdulio Acevedo Luna por su apoyo moral e incondicional que me han brindado en todos los momentos de mi vida y de mi carrera, los quiero mucho.

A mis abuelos:

Anatolia, Obdulio, Cristóbal y Francisca, por cuidarme desde el cielo y nunca haberme dejado solo en los momentos más difíciles de mi vida.

A mis tíos:

A todos mis tíos, pero en especial a Isabel Luna Gallardo por haberme apoyado incondicionalmente durante varios años de mi formación académica y a Esperanza Acevedo Julio por apoyarme moral, sentimental y económicamente durante toda mi carrera.

A mi novia:

Sarait Cristino Sánchez, por todo el amor, por estar conmigo y por apoyarme incondicionalmente en los momentos más importantes de mi carrera y de mi vida, te amo mucho.

A mis primos:

Esperanza, Cristian, Josué, Jasmín y Manuel por apoyarme moralmente en todo el transcurso de mi carrera

A mis amigos:

Lucio, Yaneth, Lupita, Saúl, Rodrigo, Samuel, Delfino, Ramón, Jonathan, Atzin, por haber formado mi segunda familia conviviendo conmigo los 5 años de mi formación académica.

RESUMEN

El objetivo fue evaluar el efecto de la aplicación de selenio en combinación con la vitamina E y la vitamina E sobre el comportamiento sexual de carneros de la raza Dorper. Carneros adultos (PV; 61.3 ± 2.1 kg; CC; 2.6 ± 0.2) se sometieron a los siguientes tratamientos: 1) Selenio en combinación con vitamina E (GT; 1mg de selenito de sodio; 70 UI de vit.E); 2) control se les aplicó 0.5 mL de solución salina fisiológica (GC). Los tratamientos fueron aplicados cada 7d x 28 d. El peso vivo (PV), condición corporal (CC), circunferencia escrotal (CE) no mostraron diferencias ($P > 0.05$). El el CSA no mostro diferencia entre ambos grupos ($P > 0.05$). Al comparar el número total del de frecuencias del CSA (874 vs 1327; $P < 0.05$) para el GC y GT y para el CSC (43% vs 57; $P > 0.05$) respectivamente. Mientras que el ISR (54% vs 46%) para el GT y GC, respectivamente. Los resultados del presente estudio demuestran que el tratamiento por 28 d de Se en combinación con vitamina E no estimularon el CSA y CSC en carneros de la raza Dorper. Estos resultados, sugieren que la duración del tratamiento sea más prolongada, además de realizarlo en otros meses del año para mejorar el comportamiento sexual.

Palabras clave: Comportamiento sexual, Selenio, Vitamina E, Carneros, Dorper.

Índice de contenido

AGRADECIMIENTOS	I
DEDICATORIA	II
RESUMEN	III
ÍNDICE DE CONTENIDO	IV
ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS	V
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA	2
2.1.- INTERACCIÓN NUTRICIÓN-REPRODUCCIÓN.....	2
2.2.- GENERALIDADES DEL SELENIO Y LA VITAMINA E	4
2.3.- IMPORTANCIA DEL SELENIO EN LA REPRODUCCIÓN.....	5
2.4- IMPORTANCIA DEL SELENIO SOBRE LA CALIDAD ESPERMÁTICA	5
2.7.- EFECTO DEL SELENIO Y LA VITAMINA E EN LA ESPERMATOGÉNESIS ...	6
2.8.- SELENIO Y ESPERMATOZOIDES.....	6
2.9.- BIOESTIMULACIÓN SEXUAL	7
2.9.1.- EFECTO MACHO	8
2.9.2.- EFECTO MACHO-HEMBRA.....	8
2.9.3.- EFECTO HEMBRA-MACHO.....	9
2.10 USO DE LA VITAMINA E Y SELENIO EN LA REPRODUCCIÓN DEL MACHO	10
2.11. EFECTOS DE LA DEFICIENCIA DE SELENIO Y VITAMINA E	11
HIPOTESIS.....	13
OBJETIVO	13
III. MATERIALES Y MÉTODOS	14
3.1 LOCALIZACIÓN Y CONDICIONES AMBIENTALES	14
3.2. ANIMALES EXPERIMENTALES Y MANEJO	14
3.3.-TRATAMIENTO EN MACHOS.....	14
3.4. VARIABLES DETERMINADAS	14
3.4.1. Peso corporal	14
3.4.2. Condición corporal	15
3.4.3. Prueba de comportamiento sexual.....	15
3. 5. Análisis estadísticos	15
IV RESULTADOS	17
V. DISCUSION	20
VI. CONCLUSION	23
VII LITERATURA CITADA	24

Índice de Cuadros y figuras

No.	Título de figuras	Pag.
1	Las espermatogonias experimentan una división mitótica en la cuál se renuevan a sí mismas y producen una célula hija que entrará en división meiótica. Esta célula recibe el nombre de espermatocito primario. Al terminar la primera división meiótica, las células hijas reciben el nombre de espermatocitos secundarios. Cada una de ellas completa una segunda división meiótica para formar las espermatides. Observe que las cuatro espermatides producidas por la meiosis de un espermatocito primario están interconectadas. Cada espermatide forma un espermatozoide maduro (Tomada de Russell et al., 1990)	3
2	(Figura 2) Representación esquemática del impacto del estímulo sociosexual de un prospectivo empadre sobre la fisiología reproductiva de la hembra ovina (“efecto macho) y el macho ovino (“efecto hembra”) (Modificada de Hawken y Martin, 2012).	10

Cuadro de abreviaturas

Se	Selenio
GC	Grupo control
GT	Grupo tratado
CSA	Comportamiento sexual apetitivo
CSC	Comportamiento sexual consumatorio
CE	Circunferencia escrotal
CC	Condición corporal
PV	Peso vivo
Vit.	Vitamina
ROS	Especies reactivas de oxígeno
ISR	Índice de reposo sexual

I. INTRODUCCION

El manejo de la producción en los ovinos es esencial tanto para la reproducción, pie de cría, cordero para abasto y lana. Para lograr cualquiera de estos propósitos, es fundamental tener una alta eficiencia reproductiva (Ramírez, 2010). Para contrarrestar la inactividad reproductiva en ovinos y caprinos es necesario la utilización de métodos de inducción de la actividad reproductiva tanto en el macho como la hembra (Veliz et al., 2006, Carrillo et al., 2014; Luna-Orozco et al., 2012; Ángel-García et al., 215), el cual puede ser a través del “efecto macho” (Luna-Orozco et al., 2012), o “efecto hembra-hembra” (Hawken y Martín, 2012).

La vitamina E y el Se son micronutrientes esenciales y los antioxidantes más importantes del organismo, la vitamina E es un antioxidante liposoluble componente integral de las membranas celulares, mientras que el selenio es un componente de la enzima glutatión peroxidasa, que al ser hidrosoluble se localiza en el citosol celular al tener funciones similares. Las dietas con altos niveles de vitamina E disminuyen los requerimientos de Se y viceversa, pero debido a la diferencia en la solubilidad y por lo tanto en la localización en la célula, ambos nutrientes son necesarios para el buen funcionamiento antioxidante (Smith et al.,1997).

Los efectos antioxidantes del Se y la vitamina E son diferentes, pero son complementarios. La vitamina E previene la formación de peróxidos grasos por secuestro de radicales libres antes de que estos inicien la peroxidación grasa. El Se por su parte, reduce los peróxidos ya formados para hacerlos menos reactivos (Mitzi, 2003). La inclusión de Se en la dieta, o por aplicación parenteral, mejora la ganancia de peso de los corderos, la fertilidad de las ovejas y la respuesta inmune de ambos (Vázquez-Armijo et al., 2011).

En la actualidad, los efectos que se conocen de la aplicación de selenio y vitamina E en la reproducción de machos ovinos son muy variables. Por lo anterior, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto que tiene la administración exógena de Se mas vitamina E, sobre el comportamiento sexual en carneros de la raza Dorper al final de la época de reposo sexual.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1.- Interacción nutrición-reproducción

La nutrición es el principal factor que influye en el desempeño reproductivo en mamíferos. Las funciones reproductivas como cíclicas, estral y el inicio de la gestación son funciones de escasa prioridad dentro de la escala de direccionamiento de nutrientes. Estas funciones solo serán activadas cuando la demanda de nutrientes para mantenimiento, crecimiento y reserva haya sido superada. La Vitamina E y el selenio (Se) son micronutrientes que comparten un papel biológico común. Ambos nutrientes como los beta-carotenos, vitamina C, zinc y cobre funcionan para mantener bajas concentraciones de especies reactivas de oxígeno (ROS) y lípidos hidroperoxidados (Granja *et al.*, 2012).

Los problemas reproductivos de tipo individual (patológicos, endocrinos o infecciosos) pasan a un segundo plano, cuando los requerimientos nutricionales no son cubiertos adecuadamente. Así mismo, existen interacciones negativas entre nutrientes, en especial entre minerales, que llevan a desbalances nutricionales, pueden acentuar las fallas y generar mayores factores de ineficiencia en el manejo reproductivo en su conjunto (Campos *et al.*, 2008).

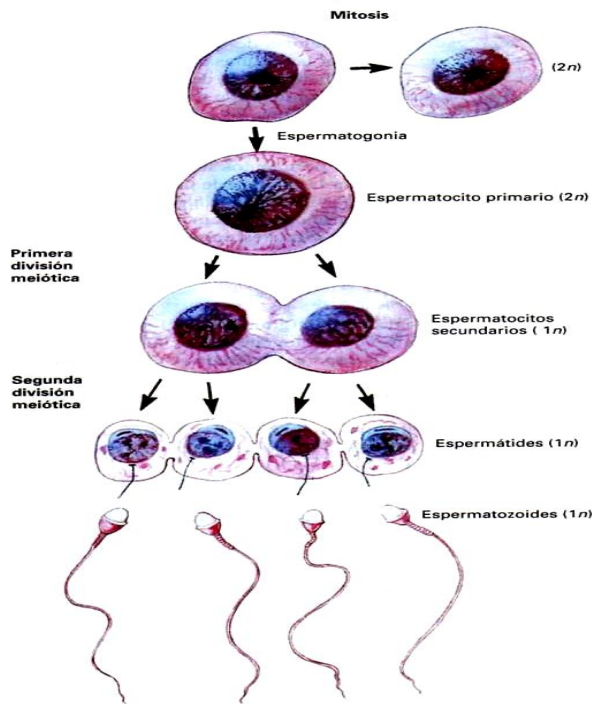
Las causas más importantes de fallas reproductivas por causas nutricionales, es el fracaso de los sistemas digestivo y hepático para aportar suficiente energía para el mantenimiento, crecimiento, desarrollo de las diferentes estructuras, tejidos y líneas celulares involucradas en los procesos reproductivos (Kankofer *et al.*, 2005). El suministro de Se en bolos intraruminales aumenta la concentración de Se en sangre, mejora la movilidad y viabilidad espermática, así como la respuesta a la integridad de la membrana de la célula espermática (Kendall *et al.*, 2000).

2.2 Espermatogénesis

Antes de la pubertad, la diferenciación celular se manifiesta primero por la presencia de espermátocitos primarios, los que se degeneran, en general, en la fase de paquíteno por falta de estímulo hormonal. Al acercarse la pubertad, las

espermatogonias empiezan a dividirse aceleradamente por mitosis, mientras en el espacio intersticial las células mesenquimales también empiezan a diferenciarse y dar origen a las células de Leydig (Galina y Valencia, 2008).

En la formación del espermatozoide se distinguen 3 fases: espermatocitogénesis, mitosis y meiosis y la maduración. Está bien establecido que el control de la espermatogénesis depende de la función del eje hipotálamo-hipófisis-testicular. Sin embargo, muchos estudios indican la importancia de la regulación de la espermatogénesis a nivel paracrina-autocrina, o sea, a nivel local. Aunque la hormona foliculoestimulante (FSH) aumente la viabilidad del epitelio seminífero y la proliferación de las espermatogonias, y los andrógenos sean esenciales para la diferenciación del aparato reproductivo masculino, no son suficientes para inducir el desarrollo normal de la espermatogénesis. El desarrollo de la función testicular requiere también una producción de factores locales y una interacción de célula a célula que regula el crecimiento y la diferenciación del tejido (Galina y Valencia, 2008).



(Figura 1). Las espermatogonias experimentan una división mitótica en la cual se renuevan a sí mismas y producen una célula hija que entrará en división meiótica. Esta célula recibe el nombre de espermatocito primario. Al terminar la primera división

meiòtica, las células hijas reciben el nombre de espermatoцитos secundarios. Cada una de ellas completa una segunda división meiòtica para formar las espermátidas. Observe que las cuatro espermátidas producidas por la meiosis de un espermatoцитo primario están interconectadas. Cada espermátida forma un espermatozoide maduro (Tomada de Russell *et al.*, 1990)

2.2.- Generalidades del Selenio y la vitamina E

El Se un elemento que se encuentra en forma constante pero en pequeñas cantidades en los tejidos animales. Investigaciones de tipo bioquímico, ubican él Se como uno de los micronutrientes esenciales para los animales (Acosta, 2007). Él Se es un elemento traza, los elementos trazas son necesarios para la síntesis de vitaminas, hormonas de producción, actividad de enzimas, formación de colágeno, síntesis de tejidos, transporte de oxígeno, producción de energía y otros procesos fisiológicos relacionados con el crecimiento, reproducción y salud (Burk y Hill 2005).

La función bioquímica del selenio (Se), es actuar como componente de la enzima Glutación Peroxidasa (GSH-Px). La actividad de esta enzima en eritrocitos guarda relación directa con la concentración sanguínea de selenio en mamíferos y aves. La enzima contiene 4 átomos de selenio por mol de enzima y la función precisa de la GSH-Px es participar en la protección de células; destruyendo agentes oxidantes como el peróxido de hidrógeno y peróxidos lípidos que son capaces de causar desnaturalización irreversible de proteínas celulares esenciales, lo que provoca degeneración y necrosis (Ghaffari *et al.*, 2011; Hall *et al.*, 2014). Esta interdependencia de la actividad de GSH-Px sobre la presencia de selenio puede explicar la interrelación de selenio, vitamina E y aminoácidos que contienen azufre, pueden ser precursores del Glutación, que a su vez actúa como substrato de la GSH-Px y mantiene grupos sulfhidrilo en la célula (Podoll *et al.*, 2002; Ferguson y Karunasinghe, 2011).

La vitamina E es un compuesto liposoluble bajo el nombre de tocoferoles, es sus formas alfa, beta, gamma y delta tocoferoles y como tocotrienoles (alfa, beta, gamma y delta). Todos los compuestos con base en vitamina E se diferencian entre sí, por su absorción, contenido y potencia de dicha vitamina. El a- tocoferol es la forma

biológicamente más activa de la vitamina E. la vitamina E disponible en el mercado se encuentra en forma de acetato DL- α - tocoferol (Church et al., 2003).

2.3.- Importancia del selenio en la reproducción

El Se es un elemento mineral traza con actividad antioxidante que, en conjunto con la vitamina E, realiza funciones esenciales para prevenir daños celulares (Mahmoud et al., 2013). Por lo tanto, ambos son parte del sistema antioxidante del organismo contra el estrés oxidativo, el cual es una condición del resultado del desequilibrio entre las ROS y los antioxidantes en el cuerpo, que puede conducir a daños en los espermatozoides, deformidades y, finalmente, infertilidad en el macho (Bansal y Bilaspuri, 2011; Agarwal et al., 2014).

En sementales caprinos, el Se orgánico, mejora el estado antioxidativo y los niveles de testosterona y T3 en plasma seminal y suero sanguíneo, lo cual confiere mayor protección a los espermatozoides contra el daño oxidativo, aspecto importante en la producción de semen de buena calidad (Kumar et al., 2013). A diferencia que, en cabras lecheras, la deficiencia de Se y vitamina E reduce la respuesta inmune y compromete la salud y comportamiento productivo de la hembra y sus crías (Ramírez-Bribiesca et al., 2005).

2.4- Importancia del selenio sobre la calidad espermática

Hay una selenoproteína con funciones protectoras relevantes en la cápsula mitocondrial del espermatozoide (Ahsan *et al.*, 2014); en sementales ovinos, el Se y la vitamina E mejoran la calidad del semen, asociado a una mayor concentración de testosterona y mayor actividad de la enzima GSH-Px en suero sanguíneo (Mahmoud *et al.*, 2013).

El selenio tiene un papel muy importante en la determinación del número de espermatozoides de reserva y células de Sertoli, mientras que suplementos de vitamina E, no afectó dichos criterios. A causa de la temporada de cría y la poligamia

del carnero, las necesidades de producción de semen serán relativamente grandes en una breve temporada de reproducción y esto puede provocar una deficiencia de selenio, lo que da lugar a una disminución en la calidad de semen (Kendall et al., 2000).

2.7.- Efecto del selenio y la vitamina E en la espermatogénesis

Diferentes investigaciones indican que estos dos micro-nutrientes juegan un papel fundamental en la espermatogénesis. Deficiencias de vitamina E producen degeneración testicular. La vitamina E tiene un efecto antioxidante en los espermatozoides por lo que aumenta la motilidad y capacidad fecundante de los mismos. El Se es muy importante para el desarrollo de las células de Sertoli y por ende en la capacidad de producción de espermatozoides maduros y de reservas espermáticas testiculares. Niveles adecuados de Se mostraron un menor número o porcentaje de espermatozoides con anomalías morfológicas, como así también una mayor concentración de adenosina trifosfato ATP en las células espermáticas y una mayor tasa de fertilización (Kendall *et al.* 2000).

Los espermatozoides localizados en el epidídimo con deficiencia de Se, presentan reducción o pérdida de la motilidad y muestran defectos en el flagelo principalmente en la pieza media. También la deficiencia de Se reduce el tamaño de los testículos, y una prolongada deficiencia atrofia el epitelio seminífero (Sprinker *et al.* 1971, Hill *et al.* 2007).

2.8.- Selenio y espermatozoides

Wennemuth *et al.*, (2004) afirman que los espermatozoides maduros dependen de la PHG-Px como proteína estructural, puesto que las alteraciones de la morfología de la porción media de las células, que se observan en la deficiencia de Se, probablemente resultan de una síntesis alterada de la selenoproteína. Por lo tanto,

concluyen que no es su capacidad antioxidante sino la habilidad para formar un elemento estructural lo que es fundamental para la fertilidad.

La deficiencia de Se en la dieta genera un retraso en el crecimiento testicular durante el desarrollo puberal. Las gónadas del macho mostraron una atrofia severa, los túbulos seminíferos redujeron considerablemente su diámetro. Las alteraciones fueron reversibles y la espermatogénesis fue restaurada con una alimentación adecuada que incluya Se. Los resultados indican que la morfología testicular y sus funciones se ven afectadas por una grave deficiencia de Se, y que este elemento es necesario para la biosíntesis de testosterona, formación y desarrollo normal de los espermatozoides (Behne *et al.* 1996, Marti *et al.* 2007).

2.9.- Bioestimulación sexual

Bioestimulación es un término utilizado para describir los efectos estimulatorios de un macho, o una hembra causadas por efecto de feromonas y otros factores como el clima, luz y temperatura para motivar actividad sexual (Cordova *et al.*, 2002; Fiol y Ungerfeld, 2012). Este término se refiere a la estimulación del sistema reproductivo de un animal por un individuo de la misma especie. El ejemplo más claro es el efecto macho en ovejas y cabras, en el cual se induce la ovulación por la introducción de un macho sexualmente activo con cabras en anestro. En la exposición de hembras, el macho induce en pocos minutos un incremento en las frecuencias de los pulsos de la hormona LH, presentando la ovulación en los próximos 3 a 5 días (Álvarez y Zarco, 2001; Squires, 2006).

La introducción del macho y hembras en estro a grupos de ovejas y cabras anéstricas, provoca una respuesta ovulatoria sincronizada en los primeros tres a cinco días siguientes (efectos macho y hembra). La señal del macho es principalmente feromonal y desencadena un incremento en la frecuencia y amplitud de los pulsos LH (Kimoto y Touhara, 2005; Okamura y Mori, 2005; Okamura *et al.*, 2010; Rosa y Bryant, 2002). El porcentaje de hembras ovulando en respuesta al olor del macho es menor

que cuando existe contacto físico total con el semental, esto último indica que otros sentidos están involucrados en la mediación del fenómeno pero ninguno es indispensable (Okamura *et al.*, 2010).

En caprinos y ovinos existen tres procesos principales de bioestimulación sexual: efecto macho sobre la hembra, efecto hembra sobre el macho y efecto hembra sobre otra hembra (figura 2) (Álvarez y Zarco, 2001; Okamura *et al.*, 2010). (Córdova *et al.*, 2002).

2.9.1.- Efecto macho

Las ovejas no presentan estro durante el anestro estacional, el anestro prepuberal, el postparto y la gestación (en este periodo no se puede hacer nada). El “efecto macho” puede, por ejemplo, utilizarse para manejar el restablecimiento de la actividad reproductiva durante los periodos de anestro (estacional y postparto) e inducir la ovulación en hembras prepúberes, y consiste en la introducción repentina de machos, lo cual provoca la ovulación (Martin *et al.*, 1986; Álvarez y Zarco, 2001; Morales-Terán *et al.*, 2011).

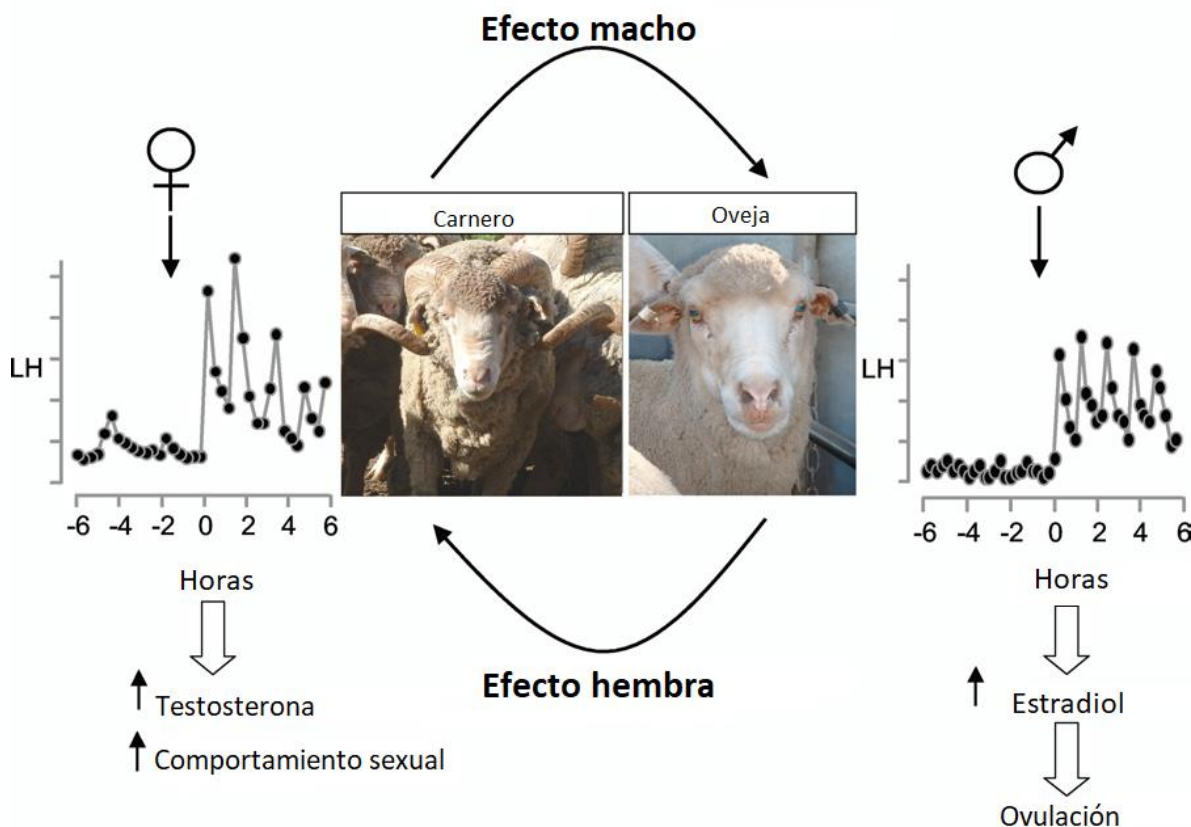
2.9.2.- Efecto macho-hembra

El "efecto macho" fue reportado por primera vez en el ganado ovino en la década de 1940 y describe la capacidad del macho para aumentar la secreción de hormonas reproductivas y de inducir la ovulación en la hembra (Hawken y Martin, 2012). Unos de los factores más importantes que influyen en la bioestimulación es el comportamiento sexual de los machos (Álvarez y Zarco, 2001). Cuando las cabras se encuentran en anestro estacional, se puede inducir y sincronizar a su actividad sexual mediante la introducción de un macho sexualmente activo a lo cual se le denomina “efecto macho”. Sin embargo, para que se pueda inducir la actividad sexual de las

estas hembras, los machos deben mostrar un 80% de su comportamiento, muchos estudios han demostrado que la introducción de hembras en estro aun grupo de machos induce ciertos cambios en el comportamiento y estado endocrinológico de estos machos, un fenómeno que puede ser definido como “efecto macho”(Rosa y Bryant, 2002).Las cabras y ovejas que muestran un periodo de anestro estacional reproductivo, la introducción un macho a un grupo de hembras anovulatorias puede estimular su actividad sexual entre 72 horas. Este fenómeno es conocido como “efecto macho” que se ha venido estudiando ampliamente en hembras (Bedos *et al.*, 2012; Veliz *et al.*, 2006).

2.9.3.- Efecto hembra-macho

La presencia de hembras generalmente promueve el nivel de la actividad sexual y aumenta las concentraciones de la LH y testosterona. Estos efectos son mediados para ser más pronunciados durante el anestro estacional y cuando las hembras son introducidas (Rosa y Bryant, 2002). Al igual que las hembras son estimuladas en el efecto macho, los machos cabríos también pueden ser estimulados por la presencia de hembras en estro para que a su vez estimulen a otras hembras en anestro. Este proceso se le denomina “efecto hembra indirecto” (Álvarez y Zarco, 2001). La exposición de machos sexualmente inactivos a las cabras en estro es una forma barata, práctica y eficaz para inducir la actividad sexual en machos, que posteriormente desencadena la actividad de reproductiva de cabras en anestro (Carrillo *et al.*, 2011).



(Figura 2) Representación esquemática del impacto del estímulo sociosexual de un prospectivo empadre sobre la fisiología reproductiva de la hembra ovina ("efecto macho") y el macho ovino ("efecto hembra") (Modificada de Hawken y Martin, 2012).

2.10 Uso de la vitamina E y selenio en la reproducción del macho

Vitamina E

La investigación sobre los efectos de la vitamina E sobre la reproducción en animales machos se ha centrado en la espermatogénesis y la calidad del semen. Hay pocos datos sobre los efectos de la vitamina E en el inicio de la pubertad y la libido del macho (Liu et al., 2014). Brown (1994) revisó los efectos de la nutrición sobre la reproducción en el macho y reconoció que los órganos reproductores de los animales inmaduros son más sensibles a la nutrición dietética que en los toros, carneros y verracos adultos, pero que los cambios inducidos por la nutrición en las funciones reproductivas son temporales.

La vitamina E juega un papel importante en el manejo del estrés oxidativo. Los espermatozoides están sujetos a daño oxidativo debido a la alta tasa metabólica y la alta concentración de ácidos grasos poliinsaturados en sus membranas. El estrés oxidativo también puede comprometer el desarrollo folicular y la actividad ovárica. La vitamina E también participa en la mejora de la respuesta inmunitaria (Liu et al., 2014).

Los requerimientos para la producción de semen son mayores en ese periodo, esto puede generar deficiencias de oligoelementos resultando en una disminución de la calidad del semen y por lo tanto de la eficiencia reproductiva (Marai, 2003). La frecuencia de la eyaculación influye sobre la composición enzimático-iónica del plasma seminal y resultan en una disminución de calidad de semen y de la producción diaria de espermatozoos (Kaya, 2002). La suplementación con Zn, Se y vitamina E mejora la espermatogénesis, la maduración del espermatozoide y la preservación del epitelio seminífero. (Kendall, 2000).

2.11. Efectos de la deficiencia de Selenio y vitamina E

La deficiencia en las crías de ovejas, causa enfermedades relacionados con el sistema inmune, crecimiento reducido, distrofia muscular (marcha rígida y lomo arqueado en ovejas), los casos agudos resultan en muerte. En adultos se observa un pobre comportamiento reproductivo, el esperma de los animales con deficiencia de Se tiene poca motilidad, alta mortalidad embrionaria, partos prematuros, mortinatos y alta incidencia de retenciones placentarias. Esta enfermedad se caracteriza por niveles bajos de Se y GSH-Px en sangre, y altos de glutámico oxalacético transaminasa (GOT), esta es una enzima que en condiciones normales solo se encuentra dentro de las células, se libera cuando existe daño tisular. El examen postmortem, muestra vetas blanquecinas en los músculos estriados, por eso se conoce como “enfermedad del músculo blanco”. Si el músculo cardíaco es afectado resulta en muerte súbita (Villanueva, 2011).

Hay una relación estrecha entre el tamaño de los testículos y la producción de semen; así, sementales ovinos con testículos pequeños pueden no producir suficiente esperma durante el período de empadre para lograr buena tasa de fertilidad

(Mahmoud, 2013). Durante la época reproductiva, el incremento de la actividad sexual de los sementales ovinos aumenta sus requerimientos nutricionales para la producción de semen en un período corto (época de empadre), esto puede inducir a deficiencia de Se y causar mayor estrés oxidativo, con menor producción y calidad del semen (Ahsan *et al.*, 2014; Zubair *et al.*, 2015).

HIPOTESIS

La aplicación de selenio combinado con vitamina E induce el comportamiento sexual en carneros de la raza Dorper.

OBJETIVO

Evaluar el efecto de la aplicación de selenio en combinación con la vitamina E sobre el comportamiento sexual de carneros de la raza Dorper. Carneros adultos

.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización y condiciones ambientales

El presente estudio se realizó durante los meses de junio y julio de 2020, en una explotación de ovinos con manejo intensivo en un área semidesértica del norte de México (Comarca Lagunera, 26° 23'N, 104'O, altitud 1140 msnm). Con una precipitación media anual de área de estudio es de 230 mm y una altitud de 1122 msnm. La temperatura ambiente es de 41 °C en mayo y junio y bajas de 3°C en diciembre y enero. Los rangos de humedad relativa van desde 26,14 % y 60.59 y duración de hora luz de 13 h, 41 min durante el solsticio de verano (junio) a 10 h, 19 min en solsticio de invierno (diciembre).

3.2. Animales experimentales y manejo

Se utilizaron 10 carneros de la raza Dorper de 2 a 4 años de edad, con fertilidad probada (utilizados en monta natural), divididos en dos grupos (n=5), homogéneos en cuanto a peso vivo y condición corporal. Los carneros fueron alimentados dos veces al día (1000 y 1800 h) con sobranse de ganado lechero (17% PC y 1.5 EM), y sales minerales y agua a libre acceso.

3.3.-Tratamiento en machos

A un primer grupo (Tratado; GT) se le administró 1 mg/kg de PV de Selenio más 70 UI vitamina E. Mientras que aun segundo grupo (Control; GC) se le aplicarán 0.5 ml de solución salina fisiológica. Todos los tratamientos se repitieron cada 7 días por un periodo de 28 días.

3.4. Variables determinadas

3.4.1. Peso corporal

El peso de los machos se determinó al inicio y al final del periodo de estudio. El peso corporal fue determinado en la mañana antes de alimentarlos. Para ello se utilizó una báscula con capacidad para 100 kg y una precisión de 50 g.

3.4.2. Condición corporal

La condición corporal se determinó al inicio y al final del periodo de estudio mediante la técnica descrita por Walkden-Brown *et al.* (1997). Esta fue determinada por la misma persona. Esta técnica consiste en medir la masa muscular de la región lumbar del animal. El valor dado fue en una escala de 1 a 5 niveles con puntos intermedios, donde: 1= Animales muy descarnados permitiendo el paso de los dedos entre los espacios espinosos de las vértebras de la región lumbar. 2= Animales descarnados con poco tejido muscular que no permite el libre paso de los dedos entre las vértebras de la región lumbar. 3= Animales con cantidad adecuada de masa muscular en la región lumbar. 4= Animales con abundante masa muscular en la región lumbar dándole a está una forma redondeada.

3.4.3. Prueba de comportamiento sexual

Al finalizar los tratamientos cada macho de ambos grupos fue expuesto a una hembra estrogenizada, para lo cual se aplicaron 2 mg de cipionato de estradiol vía IM, se les realizó una prueba de comportamiento sexual (1h x 2 d), en donde se registró el comportamiento sexual apetitivo (CSA: Flemen, Olfateo genital, Aproximaciones, Pataleo, Vocalización y Desenvaine del pene), así como también el comportamiento sexual consumatorio (CSC: Intento de monta, Monta y Monta con eyaculación) bajo la técnica descrita por Calderón-Leyva *et al.*, 2018.

3. 5. Análisis estadísticos

Los datos fueron analizados mediante un análisis de varianza (ANOVA) usando el procedimiento Modelo Lineal General (GLM). Las medias obtenidas del número de frecuencias de cada componente del comportamiento sexual fueron comparadas a través de una Chi². Todos los datos fueron analizados utilizando el paquete estadístico SAS (SAS Institute Inc. Cary, NC, USA, V9.1). Las diferencias se consideraron significativa a un valor de $P \leq 0.05$.

IV RESULTADOS

En el cuadro 1 se muestra el comportamiento sexual apetitivo y consumatorio de los machos sometidos a dos tratamientos. El CSA no mostro diferencias entre tratamientos (40% vs 60%; $P>0.05$) para los machos del GT, y GC, respectivamente. Al comparar el número total de frecuencias del CSA (874 vs 1327; $P<0.05$) y CSC (43% vs 57; $P>0.05$) para el GT y GC, respectivamente. El índice de reposo sexual (54% vs 46%; $P>0.05$) no mostro diferencias para el GT y GC, respectivamente. El número de vocalizaciones fue mayor en el GC (195 vs 64) del GT ($P<0.05$). Al igual que el número de frecuencias totales de ISR no mostro diferencias entre grupos.

El número de Olfateos ano-genitales, pataleos, vocalizaciones fueron mayores en el GC ($P<0.05$).

Cuadro 1. Frecuencias de comportamiento sexual Apetitivo (CSA) y consumatorio (CSC) de carneros de la raza Dorper ($n= 10$) tratados (cada 7d x 28d) con selenio combinado con vitamina E (GT) y/o solución salina fisiológica (GC) durante los meses junio y julio (26° LN).

Variables	GT (n=5)	GC (n=5)	Valor de <i>P</i>
CSA%	40	60	0.155
Olfateos ano-genitales (n)	417	687	0.000
Aproximaciones s(n)	213	189	0.385
Pataleos (n)	45	78	0.034
Vocalizaciones (n)	64	195	0.000
Flehmen (n)	97	155	0.009
Desenvaine (n)	38	23	0.173
Total (n)	874	1327	0.000
CSC%	43	57	0.321
Intentos de monta (n)	9	8	0.866
Montas con desenvaine (n)	0	4	0.102
Montas con eyaculación	0	0	1.000
Total (n)	9	12	0.647
ISR%	54	46	0.571
Aislamiento de pie (n)	24	32	0.449
Aislamiento echado (n)	2	6	0.302
Intentos de huida (n)	1	0	1.000
Distracciones externas (n)	24	9	0.060
Agresiones (n)	3	0	0.171

Total (n)	54	47	0.623
-----------	----	----	--------------

Figura 3. Circunferencia escrotal (CE) e intensidad de olor (IO) de carneros de la raza Dorper (n= 10) tratados (cada 7d x 28d) con selenio combinado con vitamina E (GT) y/o solución salina fisiológica (GC) durante los meses junio-julio (26° LN). NS= no significativo.

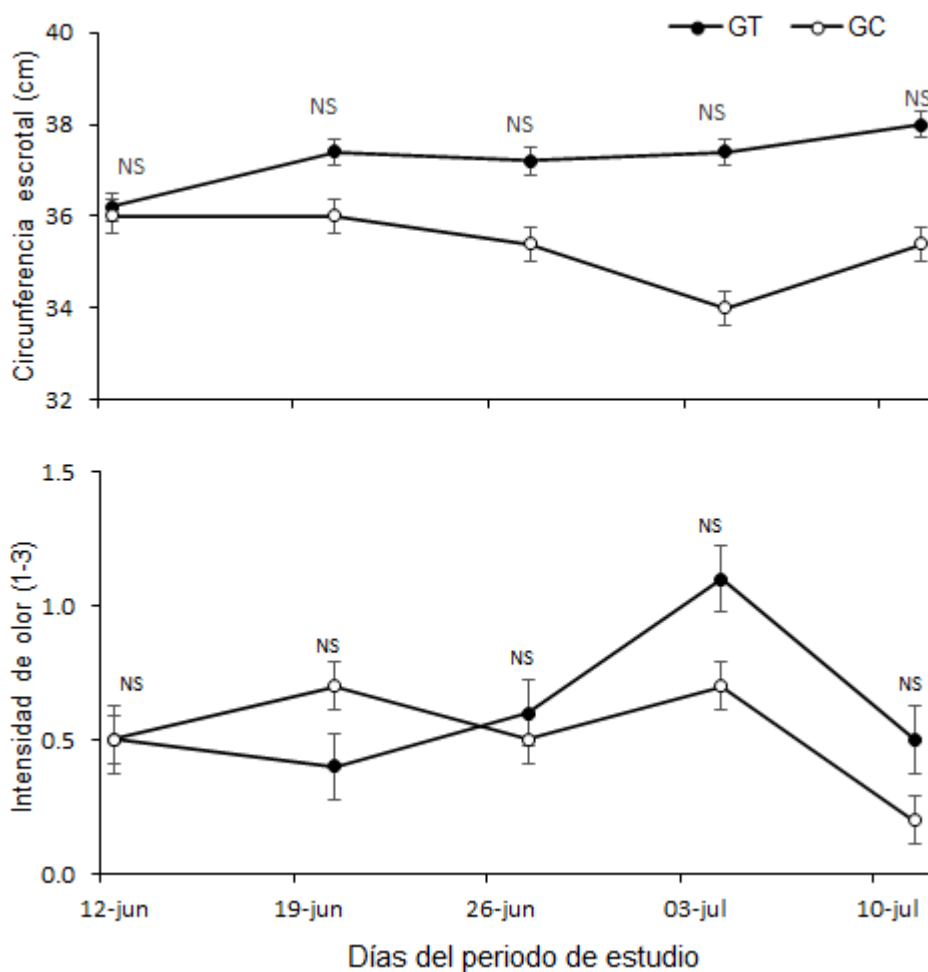
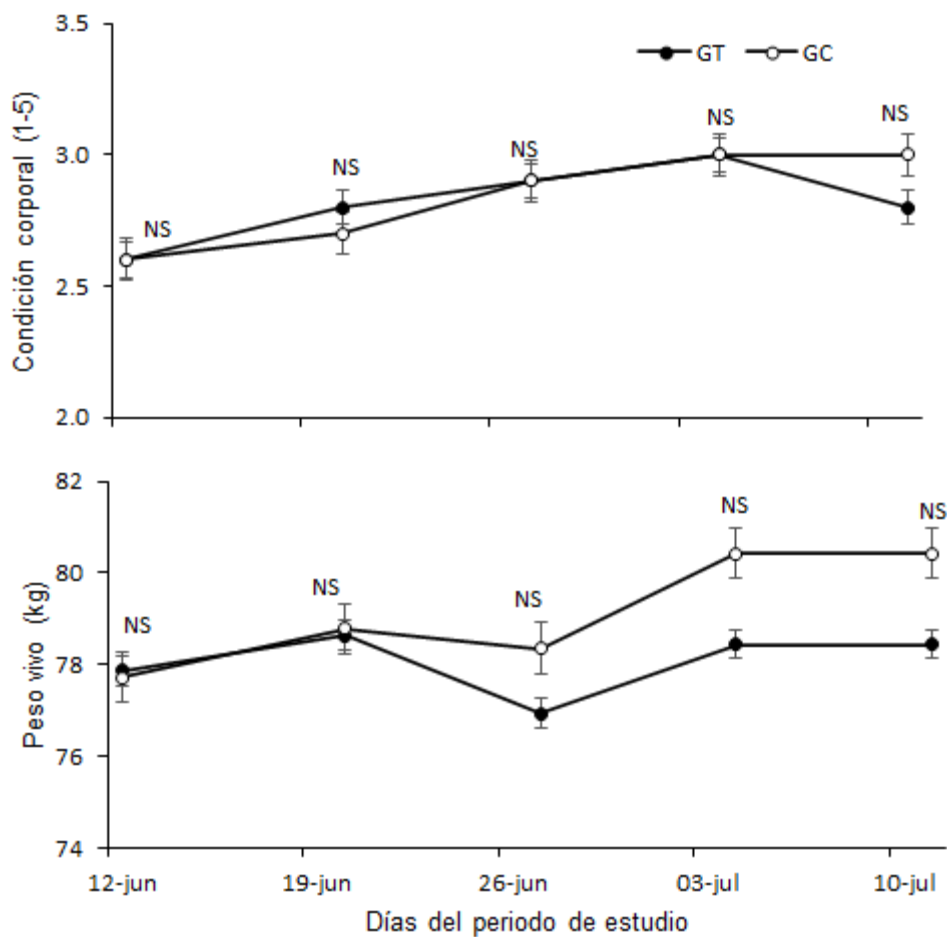


Figura 3. Medias para PV y CC (\pm EEM) de carneros de la raza Dorper (n= 10) tratados (cada 7d x 28d) con selenio combinado con vitamina E (GT) y/o solución salina fisiológica (GC) durante los meses junio-julio (26° LN). NS= no significativo.



V. DISCUSION

En este estudio el tratamiento por 28 días con selenio en combinación con vitamina E no mostro diferencias en el porcentaje de comportamiento sexual apetitivo (CSA) y consumatorio (CSC) en los carneros del GT. Sin embargo, nuestros resultados respecto al GT son contrarios a los reportados por Ali *et al.* (2009) en machos de la raza Awassi tratados con Se en combinación con vit.E que mostraron un mayor libido y desempeño reproductivo. Es probable que estos resultados se deban a que no existió una sinergia entre la combinación de Se y la vit.E. Por otra parte, es probable que los machos del GT tuvieran una disminución de testosterona sanguínea (T4), hormona relacionada con la libido en los carneros (Jensen, 2012; Yue *et al.* 2010; Mahmoud *et al.* 2013). En efecto, se conoce que la Vit.E y Se puede además de tener un efecto sobre la espermatogénesis, también puede influir sobre las células de Leydig y mejorar la producción de T4 inducida por hormona LH (Huang *et al.*, 2015; Kotsa *et al.*, 2017).

En cuanto al número de conductas (Olfateos ano-genital, vocalizaciones, flehmen, pataleos) fueron mayores en el GC. Cabe mencionar que a pesar de que en este estudio no se determinó los niveles de T4 en sangre, estudios sugieren que existe una interacción compleja entre las vitaminas (A, D y E) en la función gonadal-pituitaria (Kim y Schlegel, 2008; Hwang *et al.*, 2015; Yang *et al.*, 2012). Es probable que los resultados encontrados en nuestro estudio se hayan visto afectado por otros factores como el tiempo de tratamiento (28 d) y época ((junio-julio)) en que se realizó el tratamiento, además de las dosis aplicadas y raza de los animales. En efecto, resultados encontrados por Mahmoud *et al.* (2013) en carneros Ossimi que confirman que la combinación de Se más Vit. E mejoraron las características del semen y el rendimiento reproductivo general cuando recibieron dos aplicaciones (5mg de Se + 450 mg de Vitamina E) dos veces por semana por 30 d durante la temporada de reproducción.

Es probable, que lo anterior se deba al tiempo de tratamiento de los machos en nuestro estudio. Lo cual está de acuerdo con resultados encontrados por Ali *et al.*, (2009) que demostraron que los niveles de testosterona plasmática y corticosterona

en ratas macho que recibieron una dieta deficiente en vitamina E durante un periodo de 130 días fueron significativamente más bajos que en ratas que recibieron la misma dieta suplementada con vitamina E.

En efecto, se sugieren la duración de los tratamientos combinados con vit.E y Se, ya sea sola o combinada requieren más 90 días para lograr estimular la espermatogénesis y el libido en carneros. Por otra parte, el tiempo de tratamiento para estimular la espermatogénesis deben ser a un tiempo mayor a los 60 días, ya el proceso de espermatogénesis implica la regulación principalmente a través de las células gonadotrópicas de la pituitaria anterior, que estimulan a las células de Leydig a producir T4 a través de la estimulación de la hormona luteinizante, mientras que la hormona folículo estimulante (FSH) y la T4 inducen el proceso de espermatogénesis y comportamiento sexual en el macho (Toocheck *et al.*, 2016).

En cuanto, a la duración de los tratamientos con Se + Vit.E o vit E sola, resultados indican que los tratamientos aplicados dos veces por semana de vitamina E sola (175 mg/animal) o combinada con selenio (70 mg vit. E + 2800 mg de Se) por 90 días mejoraron las características del semen y el rendimiento reproductivo (libido) de los carneros Awassi durante la época de calor (Ali *et al.*, 2009). Al igual Baiomy *et al.* (2009) sugiere que los tratamientos por 90 d con 0.5 ppm +50 mg de vit.E mejora significativamente ($p < 0.05$) los parámetros de calidad seminal en ovinos.

Otros estudios sugieren una mejora sobre las características del semen, lo que puede resultar en mejora del rendimiento reproductivo de los carneros tratados durante la temporada de reproducción (Ghorbani *et al.*, 2017). En efecto, en carneros tratados con 300 mg/ animal de Vitamina E o vitamina E + selenio dio como resultado, una mejorar el desempeño reproductivo, lo que se sugiere que la vitamina E y / o vitamina E + las aplicaciones de selenio pueden mejorar el desempeño reproductivo de los carneros (Kaya *et al.*, 2019).

La circunferencia escrotal CE no mostro diferencia entre grupos. Lo anterior, es contario a los resultados encontrados por Kaur y Kaur. (2000) que mostraron que el Se tiene una influencia sobre la morfología macroscópica e histológica de los

testículos. En efecto, se ha demostrado que el selenito de sodio a dosis de 0.1 ppm en carneros se asoció con un aumento significativo en la longitud y circunferencia escrotal (Marai et al., 2009). Es probable que lo anterior, se deba a que el contenido de minerales y proteínas requeridas por el tejido testicular y los espermatozoides en ambos grupos se encontraba en niveles adecuados.

Los componentes del índice de reposo sexual (no mostramos diferencias estadísticas) sin embargo, los machos del GT mostramos una tendencia ($P \leq 0.06$) a ser diferente en el GT. Lo anterior, probablemente se deba a que estos machos se encontraban menos activos que los machos del GC. Es probable que el GC tuviera niveles de T4 más elevados que el GT al mostrar un número mayor de frecuencias de CSA). En efecto, el comportamiento sexual implica una regulación a través de las células gonadotrópicas de la pituitaria anterior, que estimulan a las células de Leydig a producir T4 a través de la estimulación de la LH y FSH y la T4 induce el proceso de comportamiento sexual en el macho (Toocheck et al., 2016).

Nuestros resultados en cuanto al peso vivo y condición corporal, los machos del GT y GC no mostraron diferencia en cuanto a PV y CC en comparación. Es probable que lo anterior, se deba a los efectos positivos del Se debido a que este mineral permite un adecuado funcionamiento de las selenoproteínas, ya que estas proteínas incluyen a la enzima antioxidante glutatión peroxidasa (Quisirumbay-Gaibor et al., 2020), las cuales juegan un papel importante a nivel celular en la distribución de los nutrientes ingeridos a través del alimento hacia el depósito tisular y la consecuente ganancia de peso (Oblitas et al., 2000; Monroy, 2017). En efecto, se ha demostrado que la suplementación de Se (selenito de sodio) vía im, produce un incremento de la actividad de glutatión peroxidasa desde los 30 a 90 días de su aplicación, permitiendo obtener una mayor ganancia de peso (g/día) en vaquillas selenio deficientes a pastoreo (Oblitas et al., 2000).

VI. CONCLUSION

Los resultados del presente estudio nos permiten concluir bajo las condiciones de este estudio, que el tratamiento por 28 con Se combinado con vitamina E en carneros de la raza Dorper no estimulo el porcentaje de CSA y CSC. Lo anterior, pudo deberse a que la duración de los tratamientos no fue suficiente para estimular el comportamiento sexual de estos machos. Estos resultados, sugieren que la duración del tratamiento sea más prolongada, además de realizarlo en otros meses del año, razas de ovinos para mejorar el comportamiento sexual.

VII LITERATURA CITADA

- Acosta.** 2007. El selenio. Laboratorio Santa Elena. Uruguay. Laboratorio de calidad Santa Elena. 1: 3-13.
- Agarwal, A., Virk, G. C., Plessis, S. S.** 2014. Effect of oxidative stress on male reproduction. *Journal of Men's Health.* 32: 1-17.
- Ahsan, U. Z., Kamran, I., Raza, S., Ahmad, W., Babar, M. H. Riaz., Iqbal, Z.** 2014. Role of selenium in male reproduction. *Animal Reproduction Science.* 146: 55-62.
- Álvarez, L. Zarco, L. A.** 2001. Los fenómenos de bioestimulación sexual en ovejas y cabras. *Veterinaria México* 32: 117-129.
- Ángel-García, O., Meza-Herrera, C. A., Guillen-Muñoz, J. M., Carrillo Castellanos, E., Luna-Orozco, J. R., Mellado, M., Véliz-Deras, F. G.** 2015. Seminal characteristics, libido and serum testosterone concentrations in mixed-breed goat bucks receiving testosterone during the nonbreeding period. *Journal Applied Animal Research.* 43: 457–461.
- Bansal, A. K., Bilaspuri, G. S.** 2011. Impacts of oxidative stress and antioxidants on semen functions. *Veterinary Medicine International* 20: 686
- Bedos, M., Flores, J. A., Fitz-Rodríguez, G., Keller, M., Malpoux, B., Poindron, P., Delgadillo, J. A.** 2010. Four hours of daily contact with sexually active males is sufficient to induce fertile ovulation in anestrus goats. *Horm and Behav.* 58:473–477.
- Behne, D., Weiler, H., Kyriakopoulos, A.** 1996. Effects of selenium deficiency on testicular morphology and function in rats. *Journal of Reproduction and Fertility, s.L.,* 106:291-297.
- Burck, R., Hill, K.** 2005. Selenoprotein P: an extracellular protein with unique physical characteristics and a role in selenium homeostasis. *Annual Review of Nutrition.* 25: 215-235.
- Bustos-Obregón, E., Torres-Díaz, L.** 2012. Seasonal Reproduction in the Male. *International Journal of Morphology* 30: 1266-1279.

- Campos G R.,** Hernández E. A. 2008. Relación nutrición fertilidad en bovinos un enfoque bioquímico y fisiológico. Facultad de ciencias agropecuarias departamento de ciencia animal. pp. 1-4.
- Carrillo, E.,** Tejada L. M., Meza-Herrera C. A., Arellano- Rodriguez G., Garcia, J. E., De Santiago-Miramontes M. A., Mellado M., Veliz F. G. 2011. Response of sexually inactive French Alpine bucks to the stimulus of goats in oestrus. *Livestock Science*, 141, 202–206.
- Carrillo, E.,** Meza-Herrera, C. A., Olan-Sanchez, A., Robles-Trillo, P., Leyva, C., Luna-Orozco, J. R., Rodriguez-Martinez, R., Veliz-Deras, F. G. 2014. The "female effect" positively affects the appetitive and consummatory sexual behavior and testosterone concentrations of Alpine male goats under subtropical conditions. *Journal Animal Science*. 59: 337-343.
- Chemineau, P.,** Delgadillo, J. A., 1994. Neuroendocrinologie de la reproduction chez les caprins. *INRA producción de animales*.5: 315-326
- Church, D.C.,** W.G. Pond, y K.R. Pond. 2003. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. 2a ed. Ed. Limusa- Wiley. México, D.F. 635 pp.
- Córdova, A. I.,** Nava, N. J., Pérez, G. J. 2002. Importancia de las feromonas en la reproducción animal. Departamento de producción Agrícola y Animal. 1: 1- 28
- Cruz-Castrejón, U.,** Véliz, F. G., Rivas-Muñoz, R., Flores, J. A., Hernández, H., Duarte M. G. (2007). Respuesta de la actividad sexual a la suplementación alimenticia de machos cabríos tratados con días largos, con un manejo extensivo a libre pastoreo. *Técnica Pecuaria en México*. 45: 1-11.
- Dominguez, J.,** Hull, E. 2005. Dopamine, the medial preoptic area, and male sexual behavior. *Physiology & Behavior*. 86: 356-368
- Duarte, G.,** Nava-Hernández, M. P., Malpaux, B., Delgadillo, J. A. 2010. Ovulatory activity of female goats adapted to the subtropics is responsive to photoperiod. *Animal Reproduction Science*. 120: 65-70.
- Ferguson, L. R.,** Karunasinghe, N. 2011. Nutrigenetics, nutrigenomics, and selenium. *Front Genet.*, 25:2-15.
- Fiol, C.,** Ungerfeld, R. 2012. Biostimulation in cattle: stimulation pathways and mechanisms of response. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 15:29 –45.

- Ghaffari**, T., Nouri, M., Irannejad, E., Rashidi, M.R. 2011. Effect of vitamin e and selenium supplement on paraoxonase-1 activity, oxidized low density lipoprotein and antioxidant defense in diabetic rats. *Bioimpacts*, 1:121-128
- Galina**, C., Valencia, J. (2008). Reproducción de los animales domésticos (Tercera Ed, p. 27). México
- Granja**, S. Y. T., Cerquera, G., Jefferson, E., Fernandez, B. O. 2012. Nutritional factors interfering in the reproductive performance of female bovine. *Revista Colombiana de ciencia animal*. 2: 458-472.
- Hawken** P. A. R., Martin G. B. 2012 Socio-sexual stimuli and reproductive function: emerging perspectives of the male effect in sheep and goats. In: East M.L., Dehnard M. (eds): *Chemical Signals in Vertebrates 12*. Springer Science Business Media, New York, USA, 397–413.
- Hall**, J. A., Bobe, G., Nixon, B. K., Vorachek, W. R., Hujeriletu, N. T.; Mosher, W. D., Pirelli, G. J. 2014. Effect of transport on blood selenium and glutathione status in feeder lambs. *Journal Animal Science.*, 92:4115-4122.
- Hill**, K. E., Zhou, J. D., Austin, L. M., Motley, A. K., Ham, A. J. L., Olson, G. E., Atkins, J. F., Gesterland, R. F., Burk, R. F. 2007. The selenium-rich C-terminal domain of mouse selenoprotein P is necessary for the supply of selenium to brain and testis but not for the maintenance of whole body selenium. *Journal of Biological Chemistry*. 282:10972-10980.
- Kankofer**, M., Lipko, J., Zdunczy, S. 2005. Total antioxidant capacity of bovine spontaneously released and retained placenta. *Phathophysiology*. 11: 215-219.
- Kaya**, A., Aksoy, M., Tekeli, T. 2002. Influence of ejaculation frequency on sperm characteristics, ionic composition and enzymatic activity of seminal plasma in rams. *Small Ruminant Research* 44:153-158
- Kendall**, N. R., McMullen, S. A., Grend, A., Rodway. R. G. 2000. The effect of a zinc, cobalt and selenium soluble glass bolus on trace element status and semen quality of ram lambs. *Animal Reproduction Science* 62: 277-283.
- Kimoto**, H., Touhara, K. 2005. Induction of c-Fos Expression in Mouse Vomeronasal Neurons by Sex-specific Non-volatile Pheromone(s). *Chemical Scienci* 30: 146-147.

- 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: 382-386.
- Leblond, C. P., Clermont, Y.** 1952. Spermiogenesis of rat, mouse, hamster and guinea pig as revealed by the periodic acid-fuchin sulfurous acid technique. *American Journal of Anatomy.* 90: 167-210.
- Luna-Orozco, J. R., J. M. Guillen-Muñoz, M. A. De Santiago-Miramontes, J. E. García, R. Rodriguez-Martinez, C. A. Meza-Herrera, M. Mellado y F. G. Veliz.** 2012. Influence of sexually inactive bucks subjected to long photoperiod or testosterone on the induction of estrus in anovulatory goats. *Tropical Animal Health and Production.* 44: 71-75.
- Mahesh, V., Brann, D.** 2005. Regulatory role of excitatory amino acids in reproduction. *Endocrine.* 28: 271-280.
- Mahmoud, G. B., Abdel-Raheem, S. M., Hussein, H. A.** 2013. Effect of combination of vitamin E and selenium injections on reproductive performance and blood parameters of Ossimi rams. *Small Ruminant Research.* 113: 103-108.
- Marquez, B.** 2004. Ritmos circadianos y neurotransmisores: estudios en la corteza prefrontal de la rata. Memoria para obtener el grado de Doctor. Facultad de Ciencias Biologicas, Universidad Complutense de Madrid. España. pp. 194.
- Marti, E., Mara, L., Marti, J. I., Muiño-Blanco, T., Cebrian, Pérez, J. A.** 2007. Seasonal variations in antioxidant enzyme activity in ram seminal plasma. *Theriogenology.* 67 (9): 1446-1454.
- Martin, G. B., Oldham, C. M., Cognie Y., Pearce D. T.** 1986. The physiological reponse of anovulatory ewes to the introduction of rams- Areview. *Livestock Production Science.* 219-247.
- Mateo, R. D.** 1997. Efficacy of dietary selenium sources on growth and carcass characteristics of growingfinishing pigs feed diets containing high endogenous selenium. *Journal Animal Science.* 85: 1177-1183.
- Meeker, R. B., Greenwood, R. S., Hayward. J. N.** 1994. Glutamate receptors in the rat hypothalamus and pituitary. *Endocrinology* 134: 621–629.
- Meza-Herrera, C. A., Calderon-Leyva, G., Soto-Sanchez, M. J., Serradilla, J. M., Garcia-Martinez, A., Mellado, M., Veliz-Deras, F. G.,** 2014. Glutamate supply

- positively affects cholesterol concentrations without increases in total protein and urea around the onset of puberty in goats. *Animal Reproduction Science*. 147: 106-111.
- Mitzi**, G. J. A. 2003. Interacciones funcionales de la vitamina E y selenio en la nutrición animal. Monografía de licenciatura. Torreón. México. 1-42.
- Morales-Terán**, G., Herrera-Corredor, A. C., Pérez-Hernández, P., Salazar-Ortiz J., Gallegos-Sánchez, J. 2011. Influencia del amamantamiento controlado y del efecto macho sobre el restablecimiento de la actividad ovárica postparto en la oveja pelibuey. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 13: 493-500.
- Nicholls**, D. G. 1993. The glutamatergic nerve terminal. *European Journal of Biochemistry*. 212: 613-631.
- Okamura**, H., Mori, Y. 2005. Characterization of the primer pheromone molecules responsible for the 'male effect' in ruminant species. *Chemical Scienc*. 1: 140-141.
- Okamura**, H., Murata, K. K., Sakamoto, Y., Wakabayashi, S., Ohkura, Y., Takeuchi, Y., Mori, Y. 2010. Male effect pheromone tickles the gonadotrophin-releasing hormone pulse generator. *Journal Neuroendocrinology*. 22: 825-832.
- Podoll**, K. L., Bernard, J. B., Ullrey, D. E., DeBar, S. R., Ku, P. K.; Magee, W. T. 2002 Dietary selenate versus selenite for cattle, sheep, and horses. *Journal Animal Science*. 70:1965-1970
- Ramírez**, B. V. 2010. Reproducción en ovinos. Monografía de licenciatura. Torreón. México. 1-97
- Ramírez-Bribiesca**, J., E., Tórtora, L. J., Huerta, B. M., Hernández, L. M., López, R., Crosby, M. M. 2005. Effect of seleniumvitamin E injection in selenium-deficient dairy goats and kids on the Mexican plateau. *Medicina Veterinaria Zootecnia*. 57:77-84.
- Rosa**, H. J. D., Bryant, M. J. 2002. The 'ram effect' as a way of modifying the reproductive activity in the ewe. *Small Ruminant Research*. 45:1-16.
- Ruckebush**, Y., Phaneuf, L. P., Dunlop, R. 1994. Fisiología de pequeñas y grandes especies. Editorial El Manual Moderno, México, D.F. pp 571.
- Rusell**, L. D., Ettlin, R. A., Sinha-Hikim, A.P., Clegg, E. D. 1990. Histological and histopathological evaluation of the testis. Clearwater; Cahe River Press.

- Smith**, J. F. 1997. Dietary vitamin E and selenium affect mastitis and milk quality..
Journal Animal. Science. 75:1659-1665.
- Sprinker**, L. H., Harr, J. R., Newberne, P. M., Whanger, P. D., Weswig, P. H. 1971.
Lesiones por deficiencia de selenio en ratas alimentadas con raciones
suplementadas con vitamina E. Nutrition Reports International. 4: 335-340
- Squires**, E. J. 2006. Manipulación Endócrina de la Reproducción. En: Endocrinología
Animal Aplicada. Zaragoza. Acribia. 169-179.
- Torres**, M. M. 2009. Efecto de la suplementación de Glutamato sobre la Pubertad y
los Niveles Séricos de Insulina en Cabras del Norte de México. Tesis de
Maestría en Ciencias. URUZA-UACH. México. pp 95.
- Van den Pol**, A. N., Kogelman, L., Ghost. P., Liljelund, P., Blackstone, C. 1994.
Developmental regulation of the hypothalamic metatropic glutamate receptor
mGluR1. Journal of the Neurological sciences. 14: 3816–3834.
- Vázquez-Armijo**, J., Rojo, R. R., López, J. D. González, N., Pescador, S., Dominguez,
V. 2011. Trace elements in sheep and goats reproduction: a review. Tropical
and Subtropical. Agroecosystems. 14: 1-13.
- Veliz**, F. G., Poindron, P., Malpoux, B., Delgadillo, J. A. 2006. Maintaining contact with
bucks does not induce refractoriness to the male effect in seasonally anestrous
female goats. Animal Reproduction Science. 92: 300-309.
- Villanueva**, C. G. J. Nutrición del ganado: selenio. 2011. Premezclas Minerales,
Zapopan, Jalisco, México.
- Walkden-Brown**, S. W., Restall, B. J., Scaramuzzi, R. J., Martin, G. B., Blackberry,
M. A. 1997. Seasonality in male Australian Cashmere goats: long term effects
of castration and testosterone or oestradiol treatment on changes in LH, FSH
and prolactin concentrations, and body growth. Small Ruminant Research. 26:
239- 252.
- Wennemuth**, G., Michae, I., Nolan, A., Donner, F., Babcock, William, B., Kimberly, A.
B., G. S. M. 2004. Sperm-specific protein kinase A catalytic subunit C2
orchestrates cAMP signaling for male fertility. Proceedings of the National
Academy of Sciences. 73: 13483–13488.

- Will, R., Hull, E., Dominguez, J.** 2014. Influences of dopamine and glutamate in the medial preoptic area on male sexual behavior. *Pharmacology Biochemistry and Behavior.* 121: 115-123.
- Zubair, M., Ali, M., Ahmad, S. M., Sajid, I., Gul, S. T.** 2015. Effect of selenium and vitamin E on cryopreservation of semen and reproductive performance of animals. *Journal of Entomology and Zoology Studies.* 3: 82-86.