

Universidad Autónoma de Sinaloa
COLEGIO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
MAESTRÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS



TESIS

**“USO DEL SELENIO EN LA CALIDAD ESPERMÁTICA EN ÉPOCA DE
BAJA PRODUCTIVIDAD EN OVINOS DORPER Y PELIBUEY”**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS**

PRESENTA:

PABLO CARLOS ARELLANO PIÑA

DIRECTOR DE TESIS: DR. MIGUEL ÁNGEL GASTÉLUM DELGADO
CO-DIRECTOR DE TESIS: DR. GUADALUPE ALFONSO LÓPEZ URQUIDEZ

CULIACÁN, SINALOA, JULIO DE 2024



Dirección General de Bibliotecas
Ciudad Universitaria
Av. de las Américas y Blvd. Universitarios
C. P. 80010 Culiacán, Sinaloa, México.
Tel. (667) 713 78 32 y 712 50 57
dgbuas@uas.edu.mx

UAS-Dirección General de Bibliotecas

Repositorio Institucional Buelna

Restricciones de uso

Todo el material contenido en la presente tesis está protegido por la Ley Federal de Derechos de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

Queda prohibido la reproducción parcial o total de esta tesis. El uso de imágenes, tablas, gráficas, texto y demás material que sea objeto de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente correctamente mencionando al o los autores del presente estudio empírico. Cualquier uso distinto, como el lucro, reproducción, edición o modificación sin autorización expresa de quienes gozan de la propiedad intelectual, será perseguido y sancionado por el Instituto Nacional de Derechos de Autor.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial
Compartir Igual, 4.0 Internacional



AGRADECIMIENTOS

Al **Dr. Guadalupe Alfonso López Urquidez**, mi director de tesis, que estuvo ahí constantemente brindándome toda la atención, orientándome y compartiendo todo su conocimiento y experiencia en el área de la investigación, pero sobre todo agradecerle la oportunidad y su confianza depositada en mi persona.

Al **Dr. Miguel Ángel Gastélum Delgado**, codirector de tesis por su amistad y el gran apoyo brindado para la realización de esta tesis.

A la **Dra. Silvia Alicia Félix Camacho**, por su compromiso, amistad, apoyo y sobre todo su gran aportación de conocimiento en la realización de esta tesis sus consejos fueron de gran aporte a mis estudios de investigación.

Al **Dr. Ulises Macías Cruz** y **Dr. José Antonio Aguilar Quiñones**, asesores de tesis por compartir todo su conocimiento durante la realización de este trabajo de investigación, las asesorías que fueron fundamentales para la comprensión de varios puntos claves que aun desconocía y sobre todo su gran profesionalismo.

Al **Dr. Juan Eulogio Guerra Liera**, **Ing. Luciano Abelino López Juárez** y **Dr. Jacobo Enrique Cruz Ortega** de la facultad de agronomía en la universidad autónoma de Sinaloa, por su amistad, consejos y apoyo para buscar la superación personal y constante en los estudios buscando siempre trabajar con ética y compromiso.

A todos los profesores que me impartieron, guiaron y apoyaron en esta etapa: **Dr. Jesús José Portillo Loera**, **Dr. Rubén Barajas Cruz**, **Dr. Javier Alonso Romo Rubio**, **Dra. Teresa de Jesús Velázquez Alcaraz** gracias por su gran aporte y un reconocimiento por su dedicación a la formación de personas comprometidas con la investigación bajo los valores y ética.

Al **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología** (CONACyT), por el aporte económico durante el tiempo programado de la maestría en Ciencias Agropecuarias y sobre todo gracias a los productores que hacen posible estos experimentos.

DEDICATORIA

Lleno de esperanza, fe y amor, dedico este proyecto de vida a DIOS, por la salud a cada uno de mis seres queridos, por ese apoyo incondicional, la fuerza moral, el acompañamiento siempre fiel, ya que gracias a nuestra fe, compromiso y dedicación de tiempo es posible lograr mucho de nuestros objetivos.

A mis padres **Jesús Arellano y Matilde Piña.**

Por estar apoyándome, motivándome con sus consejos y valores en esta etapa de mi vida. Gracias por buscar tener esa palabra de aliento y motivación para lograr los objetivos y no desesperar en busca de los mismos.

A mis hermanos

Por ser un apoyo incondicional para mis padres, hacerme sentir orgulloso de ellos y sobre todo gracias por confiar siempre en mí.

A mis compañeros y amigos de la maestría

Se llegaron a convertir en familia, muchas gracias por su gran apoyo para la aclaración de dudas en mis tareas, por prestarme un poco de su valioso tiempo a pesar de sus compromisos en especial a grandes compañeros: Oscar Armenta, Enrique Bojórquez y Práxedes Lara. Estarán siempre presentes.

Al productor de la unidad pecuaria Finca el Cielo

Por el gran apoyo incondicional para la elaboración del proyecto de investigación, la utilización de su infraestructura y animales para el proyecto, la estancia en su unidad pecuaria, por su compromiso con un desarrollo sustentable para nuestra nación.
Muchas gracias

ÍNDICE DE CONTENIDO

CONTENIDO	PÁGINA
AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIA.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	iv
ÍNDICE DE CUADRO.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. JUSTIFICACIÓN.....	2
III. HIPÓTESIS.....	3
IV. OBJETIVOS.....	4
4.1. Objetivo general.....	4
4.2. Objetivos específicos.....	4
V. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
5.1. La ovinocultura en México.....	5
5.2. Razas ovinas.....	5
5.3. Razas ovinas de pelo en México.....	7
5.3.1. Black Belly.....	9
5.3.2. Katahdin. L.....	10
5.3.3. Dorper.....	10
5.3.4. Pelibuey.....	10
5.4. Fisiología reproductiva del ovino semental Pelibuey.....	11
5.5. Comportamiento endocrino- reproductivo en el carnero.....	12
5.6. Espermatogénesis.....	13
5.6.1. Espermocitogénesis.....	14
5.6.2. Espermio genesis.....	14
5.6.3. Espermiación.....	16
5.7. Calidad seminal.....	15
5.7.1. Color.....	15

5.7.2. Aspecto.....	16
5.7.3. Volumen.....	16
5.7.4. pH.....	16
5.7.5. Motilidad Masal.....	16
5.7.6. Motilidad Individual.....	17
5.7.7. Concentración Espermiática.....	17
5.7.8. Vitalidad.....	18
5.8. Factores que afectan la fertilidad del ovino.....	19
5.9. El selenio y estacionalidad productiva en el macho.....	20
5.9.1. Efecto macho.....	21
VI. MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
6.1. Lugar del estudio y duración.....	23
6.2. Animales experimentales y tratamientos.....	23
6.3. Análisis estadístico.....	26
VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28
7.1 Interpretación de resultados.....	28
VIII. CONCLUSIÓN.....	32
IX. LITERATURA CITADA.....	33

ÍNDICE DE CUADRO

Cuadro	Título	Página
1	Características seminales de acuerdo con la raza de ovinos	12
2	Descripción de la calidad seminal del ovino	20
3	Resultados de análisis estadístico- generales del estudio	28
4	Correlación entre las variables evaluadas en el estudio	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Título	
Página		
1	Determinación de conteo en cámara Newbauer	27
2	Dinámica de la concentración espermática (CONC)	29

RESUMEN

En el año 2021, se produjeron en México 64 758 toneladas de carne en canal y 114 167 toneladas de carne en pie al año. Esta producción se ve afectada por la baja tasa de reproducción en ovinos (*Ovis orientalis aries*) y por las muy pocas o nulas estrategias para corregir dicho parámetro y como consecuencia, mejorar los rendimientos. Se desarrolló un trabajo para: a) determinar que la adición de selenio mejora la calidad espermática en época de baja reproductividad; b) evaluar la circunferencia escrotal; c) evaluar la motilidad microscópica masal; d) evaluar la motilidad progresiva individual; e) determinar la concentración espermática. Para evaluar y determinar la calidad espermática, el experimento se realizó en la etapa de baja actividad reproductiva del borrego (época de calor); se utilizaron 11 machos ovinos de registro de la raza pelliuey y 4 machos de la raza dorper en edad reproductiva de 2 a 5 años, a los cuales se les aplicó de manera aleatoria uno de los tres tratamientos (Se 1.5 ml), (Se 2.0 ml) y (CTRL), el cual recibió el manejo del sitio tradicional. A partir del día de adición, cada 30 días y durante 4 meses, mediante el uso de un electroeyaculador se extrajo el eyaculado de los sementales para realizar una prueba de fertilidad para cada semental, que consistió en medir y evaluar: a) circunferencia escrotal (CE); b) evaluación microscópica del semen; c) motilidad microscópica masal (MM); d) motilidad progresiva individual (MI); e) concentración espermática. Los tratamientos con él Se suministrado tuvo una correlación positiva ($r= 0.27$; $P=0.0491$) con MM, MI ($r=0.32$; $P=0.0202$), mientras que MI se correlacionó positivamente con CONCENT ($r=0.32$ $P=0.0083$). Es importante mencionar que durante la investigación los machos estuvieron realizando montas debido a la falta de sementales en el rancho, lo cual se vio afectado en algunos resultados esperados en CTRL y Se 1.5 ml. Sin embargo, en los machos con adición de 2 ml, las variables no fueron afectadas por las montas. Con base en los resultados

obtenidos se busca una base para mejorar los parámetros reproductivos en los hatos ovinos.

Palabras clave: Selenio, ovino, reproducción.

ABSTRACT

In 2020, a total of 64,758 tons of carcass meat and 114,167 tons of standing meat were produced in Mexico per year. This production is affected by low parameters such as the low reproduction rate in sheep (*Ovis orientalis aries*) and by very few or no strategies to correct said parameter and improve said production. A study was carried out to: a) Determine that the addition of selenium improves sperm quality in times of low reproductive performance; b) evaluate the scrotal circumference; c) assess the mass microscopic motility; d) assess individual progressive motility; d) determine sperm concentration. To evaluate and determine sperm quality, the experiment was carried out in the season of low reproductive activity (February to June 2021), 11 registered male sheep of the pelibuey breed and 4 males of the dorper breed of reproductive age from 2 to 5 years who randomly received one of the three treatments (Se 1.5 ml), (Se 2.0 ml) and (CTRL), which received traditional site management. From the date (February) of addition, every 30 days and for 4 months, a fertility test was performed per male, by using an electro ejaculator, the ejaculate was extracted from the stallions for this in each stallion it was measured and evaluated: a) scrotal circumference (CE); b) microscopic evaluation of semen; c) mass microscopic motility (MM); d) individual progressive motility (IM); d) sperm concentration. Treatments with it supplied had a positive correlation ($r= 0.27$; $P=0.0491$) with MM, MI ($r=0.32$; $P=0.0202$), while MI was positively correlated with CONCENT ($r=0.32$ $P=0.0083$). It is important to mention that during the investigation the males were mating due to the lack of stallions on the ranch, which affected some expected results in CTRL and Se 1.5 ml. However, in males with the addition of 2 ml Se, the variables were not affected by mounting. Based on the results obtained, a basis is sought to improve the reproductive parameters in sheep herds.

Keywords: Selenium, sheep, reproduction.

I. INTRODUCCIÓN

En México la producción de ovinos de pelo se incrementa por diversas condiciones que ayudan a mejorar la producción, entre ellas se tienen: agroclimáticas, sociales, éticas, tecnológicas y económicas. Por lo tanto, a nivel nacional, existe un incremento en el tamaño de la población ovina, que actualmente es de alrededor de 8.7 millones con la que se producen 64 758 toneladas de carne en canal y 114 167 toneladas de carne en pie al año, (SIAP, 2020). Según la FAO en la especie ovina existen más de 800 razas, las cuales se clasifican en razas de pelo y lana (Partida, 2009). Con base en ello, la asociación mexicana de criadores de ovinos (AMCO) en el 2007, asume la tarea de describir y clasificar a las razas de pelo para su comercio.

En México se explota una gran variedad de razas de ovinos, mismas que a través del tiempo se han adaptado localmente a diferentes zonas agroecológicas del País, siendo las razas Black Belly, Katahdin, Dorper y Pelibuey las más comúnmente explotadas (SAGARPA, 2002). Sin embargo, se estima una importación de más de 30,000 toneladas para satisfacer la demanda del consumo nacional (SIAP, 2014). Significa que hay un gran desabasto en el mercado nacional, por lo tanto, el mejoramiento en sistemas de producción ovina tiene importancia nacional.

El uso de alternativas que mejoren la producción de carne ovina podría aumentar para cumplir el desabasto de carne de ovino en México (De Lucas, 2006). Dentro de estas estrategias se encuentran la manipulación nutricional, la manipulación tecnológica reproductiva, así como la selección de machos con características y capacidades productivas con mejor eficiencia productiva.

II. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad la demanda de producción de ovinos ha crecido exponencialmente y con ello los productores buscan alternativas innovadoras basadas en la ciencia y experiencia para encontrar una solución al desabasto de ovinos (Soto y Col., 2007). Una alternativa es la adicción de selenio para aumentar la fertilidad ovina, lo que a su vez mejorará la producción ovina en los hatos ganaderos. Bajo este planteamiento se busca dar respuesta a uno de los problemas que se ha venido presentando, el cual es el desabasto de carne de ovino en México (Esqueda, 2010).

III. HIPÓTESIS

La adición de selenio mejora la calidad espermática en ovinos Dorper y Pelibuey sobre la baja temporada reproductiva.

IV. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

Determinar que la adición exógena de selenio mejora la calidad espermática en época reproductiva baja en ovinos de pelo Dorper y Pelibuey

4.2. Objetivos específicos

- a) Evaluar la productividad del ovino mediante la adicción de selenio en época de baja reproductividad.
- b) Evaluar la circunferencia escrotal mediante la adicción de selenio en época de baja reproductividad.
- c) Evaluar la motilidad microscópica masal mediante la adicción de selenio en época de baja reproductividad.
- d) Evaluar la motilidad progresiva individual mediante la adicción de selenio en época de baja reproductividad.
- e) Concentración espermática mediante la adicción de selenio en época de baja reproductividad.

V. REVISIÓN DE LITERATURA

5.1. La ovinocultura en México

La actividad pecuaria en México representa en la actualidad uno de los principales sustentos en algunas regiones agropecuarias, debido a la demanda productiva y tendencia de un alto consumo en la sociedad en los últimos años (Leyva, 2015). Los sistemas de producción pecuaria han incrementado significativamente su productividad en estas últimas décadas. A pesar de estos logros la actividad pecuaria se enfrenta a numerosos obstáculos para la producción. Dentro de estos destacan los siguientes: a) alza de los insumos para la alimentación de los hatos; b) el desarrollo urbano, el cual ha influido en el cambio climático, el cual se manifiesta mediante muchas variables que afectan a la especie; c) la tala de bosques y praderas donde el rebaño se alimentaba por los productores cárnicos (Espinosa, 2011). El inventario nacional realizado en el año 2010 arrojó una población de ovinos de 8.10 millones de cabezas, mientras que uno de los últimos inventarios realizados en el 2021 arrojó una población de 8.76 millones de ovinos, una cifra muy poco representativa por un muy bajo crecimiento del 7 % a nivel nacional teniendo como resultado un crecimiento anual promedio de un 0.7% durante estos últimos años (SIAP, 2021).

Con respecto a la población de ovinos en el País se puede destacar a los estados con mayor productividad con base en los datos de inventario, el Estado de México (1.36 millones) que representa el 16 %, Hidalgo (1.10 millones) que representa el 13 % y el estado de Veracruz (730.1 miles) que representa el 8 % del total nacional.

El estado de Sinaloa cuenta con una población de (162.9 miles), Otros estados que cuentan con un número alto en sus inventarios en población de ovinos son Puebla (550.4 miles de cabezas), Zacatecas (500.4 miles de cabezas) y Jalisco (434.4 miles de cabezas) equivalentes al 6, 6 y 5 % del inventario total nacional (SIAP, 2021).

La producción de ovino de carne en canal en el País en el año 2019 fue de 64 031 toneladas. Los estados que registraron una mayor producción destacan el Estado de México (9,289 toneladas), seguido del estado de Hidalgo (6,770 toneladas) y el estado de Veracruz (5,425 toneladas). Los estados de Jalisco, Puebla y Zacatecas contribuyeron de una manera significativa también en la Producción nacional de carne de ovinos en canal (SIAP, 2020).

El consumo per cápita de carne de ovino en México, se estima que es en promedio de 0.5 kg por persona, esto obliga a generar una demanda de 78 650 toneladas por año, dicho dato de consumo es relativamente superior a lo que se produce (64,031 t/año), generando un déficit aproximado de 14,619 t/año (SIAP, 2020).

5.2. Razas ovinas

El ovino (*Ovis aries*) que se domesticó por primera vez y se tiene conocimiento descende del muflón asiático en el cercano oriente. Luego al pasar del tiempo, fueron diseminados hasta el oeste de África, Lugar de donde se cree que provienen los ancestros de la raza de ovino mejor conocida como Pelibuey (fuente de la información).

En México se utiliza una gran variedad de razas de ovinos, las cuales a través del tiempo se han ido adaptando localmente a diferentes zonas agroecológicas del país, siendo las razas Black belly, Katahdin, Dorper y Pelibuey (SAGARPA, 2002).

La raza de ovino Pelibuey se presume que fue introducida al continente americano por los españoles los cuales trasportaban vía marítima para su consumo a la tripulación del barco ya que eran muchos los días que duraban en altamar y no contaban con sistemas de refrigeración para conservar sus alimentos frescos. Se considera que la raza de ovino Pelibuey ingresó a finales del siglo XIX según Valencia y Gonzales-Padilla (1983).

La Pelibuey es una de las más importantes y principales razas de ovino de producción que existe en México. El hábitat al cual se adapta fácilmente son zonas calurosas: subtropicales, tropicales e incluso clima seco (Wildeus, 1997). Lo que permite que esta raza actualmente se encuentre diseminada por gran parte del País. Además, es una de las razas de ovino con mayor población en México (Partida y Martínez, 2010).

5.3. Razas ovinas de pelo en México

Después de que las fibras sintéticas sustituyeron a la lana ovina, la producción mundial de este producto se redujo en un 44 % entre el periodo de 1991 a 2009. Además, esto ocasionó un descenso continuo en el precio internacional de la lana (Piomena, 2009). En México, entre 1998 y 2009, el precio de la lana disminuyó en un 43 % (SHCP, 2015), lo que ha orillado a los productores de ovinos a buscar nuevas alternativas de mercado. Esto, más el incremento en la

demanda de carne de ovino, ha motivado a productores nacionales a orientar la producción hacia la carne (Esqueda *et al.*, 2008), la cual en México tuvo un crecimiento promedio anual del 1.6 % entre 2009 y 2014 (SHCP, 2015).

La producción de ovinos carne es una actividad que se basa en gran medida en la explotación de razas de pelo, pues, aunque no se cuenta con una cifra exacta, se estima que más del 50 % de la población nacional de ovinos es del tipo de pelo (Partida, 2007). En la última década, cerca del 80 % de los ovinos que se registran en el Organismo de Unidad Nacional de Ovinocultores (UNO) son razas de pelo (Domínguez-Viveros y Rodríguez-Almeida, 2014), de los que aproximadamente el 16 % de registros anuales pertenecen a ovinos de raza Pelibuey (Bolaños-Carranza, 2015).

El crecimiento en el número de ovinos de pelo se debe principalmente a sus características productivas, ya que muestran un reducido anestro estacional, o bien, en algunos casos ausencia del mismo, lo que permite mantener programas reproductivos durante la mayor parte del año sin la necesidad de aplicación de fármacos u otras estrategias (Arroyo *et al.*, 2007; Arroyo, 2011).

En México se utiliza una gran variedad de razas de ovinos, las cuales a través del tiempo se han ido adaptando localmente a diferentes zonas agroecológicas del país, siendo las razas Black belly, Katahdin, Dorper y Pelibuey (SAGARPA, 2002).

Por otra parte, los ovinos de pelo tienen excelente habilidad reproductiva debido a que la prolificidad para este tipo de animales en México va de 1 a 4, dependiendo de la raza, manejo y ubicación (Segura *et al.*, 1996; Domínguez-Viveros y Rodríguez-Almeida, 2014). A nivel nacional, el número de corderos nacidos vivos de ovejas Pelibuey, Blackbelly, Dorper y Katahdin es de 1.82 ± 0.63 , 1.88 ± 0.61 , 1.49 ± 0.54 y 1.7 ± 0.57 , respectivamente. En cuanto a características productivas, el peso al destete de ovinos Pelibuey, Blackbelly, Dorper y Katahdin es de 17.3 ± 3.9 , 18.9 ± 3.63 , 25.0 ± 5.4 y 21.9 ± 5.0 kg, respectivamente. Además, la ganancia diaria posdestete (g) en Pelibuey es de 190 ± 68.9 , 156.2 ± 66.1 para Blackbelly, 217.9 ± 69.5 para Dorper y 218 ± 77.4 para Katahdin (Domínguez-Viveros y Rodríguez-Almeida, 2014).

Por otra parte, se considera que los ovinos de pelo muestran mayor resistencia a condiciones medioambientales adversas y a enfermedades propias del medio tropical que los ovinos de lana, ya que el medio ambiente nativo de este tipo de animales, se tienen altas temperaturas, alta humedad relativa, alta exposición al parasitismo interno y la dieta consiste en el pastoreo de forrajes de baja calidad (Wildeus, 1997). A continuación se presenta una breve descripción de las principales razas de acuerdo con UNO (2007).

Black Belly.

Es una raza adaptada originalmente en áreas tropicales. Esta raza de ovino se caracteriza por ser un animal muy rustico, prolífico y no estacional, es una raza con una habilidad materna muy marcada y un porcentaje muy alto de producción de leche para su cría

Katahdin.

La raza de ovino katahdin se caracteriza por su alta resistencia a enfermedades, es una raza que se adapta rápidamente, las hembras producen corderos con un alto promedio de peso al nacer logrando parámetros adecuados en la producción de carne y bajo contenido en grasa. Es una raza muy dócil. es utilizada como raza materna en la mejora de razas puras de cruzamiento para producir una base de raza de ganado ovino de pelo.

Dorper.

Es una raza de ovinos desarrollada para soportar condiciones climáticas adversas como en algunos casos temperaturas extremas. Es una raza con un alto contenido de producción de carne y las crías al nacer y destete presentan muy buenos parámetros de producción de carne como también una ganancia de peso esperada. Estudios confirman y han demostrado su baja respuesta al fotoperiodo.

Pelibuey.

Es una raza de la cual hay que tomar en cuenta su alto porcentaje de rusticidad, su gran capacidad productiva sobre todo en condiciones inadecuadas y adversas en lo que se refiere a la disposición del forraje en la zona. En la raza pelibuey cabe destacar que mediante estudios realizados a la misma se ha podido comprobar que hay hembras que pueden estar en ciclo todo el año. Sin embargo, en estudios se ha demostrado que su porcentaje de ciclo baja un poco su parámetro en las épocas estacionales.

Características seminales de acuerdo con la raza de ovinos

Raza	Volumen (ml)	Motilidad masal (+)	Motilidad indiv (%)	Concentración (x10 ⁶ por ml)	Anormalidades totales (%)
Pelibuey	0.55	4.82	88.42	3,768	7.82
Blackbelly	0.69	4.71	87.50	3,471	7.0
Dorper	0.70	4.30	84.60	3.523	8.69
Katahdin	0.76	4.55	87.25	2,863	9.10

Fuente Chit *et al*, 2009.

5.4. Fisiología reproductiva del ovino semental Pelibuey

Los componentes básicos del aparato reproductor del ovino macho consta de lo siguiente: cordón espermático, escroto, testículos, glándulas sexuales accesorias, pene y músculos para erección y eyaculación (Senger, 2003).

Los testículos son órganos endocrinos fácilmente palpables que reflejan cambios en la estación y fisiología reproductiva del ovino. Los testículos son las gónadas masculinas del ovino encargadas de la producción de espermatozoides. Estos se encuentran fuera de la cavidad abdominal suspendidos en una bolsa carnosa llamada escroto. El descenso testicular en el escroto se realiza antes del nacimiento y esto los ubica en la región inguinal con dirección vertical a nivel de corvejones (Hafez, 2000).

La estacionalidad reproductiva de esta raza está marcada significativamente por los cambios del fotoperiodo, Los cuales dan como resultado una menor libido, un menor porcentaje de actividad de espermatogénesis y niveles plásmicos de testosterona muy inferiores en el periodo de baja reproductividad (Cevik, 2017).

5.5. Comportamiento endocrino- reproductivo en el carnero

Los ovinos poseen características muy específicas en su comportamiento sexual, lo que los hace un modelo muy particular para el estudio de esta conducta (Orihuela, 2014). Los ovinos son por lo general reproductores estacionales que manifiestan una lubricidad en alto porcentaje durante los días con periodos cortos. Necesitan un principio en la concentración de testosterona para lograr y expresar la conducta sexual. Las hormonas, procedentes de la testosterona circulante, son cruciales para el sostenimiento de esta conducta (Orihuela, 2014).

Los ovinos, a diferencia de bovinos y caprinos no se estimulan sexualmente al presenciar la copula de otros corderos. La presencia de corderas en una edad temprana ayuda al buen comportamiento sexual, esto no es limitante para que algunos machos muestren inclinaciones homosexuales (Chávez, 2015).

(Vázquez Orihuela) encontró que la aplicación del moco vaginal de ovejas en celo en el morro de los ovinos, conlleva un aumento significativo en los niveles de testosterona circulante. Aunque, en este acrecentamiento está más bien conjugado con el crecimiento de la agresividad que prepara a los machos para disputar hembras en celo durante el periodo reproductivo.

La desigualdad en la secreción de LH o de reacción a su hormona de liberación (GnRH) son probablemente responsables de la distinción entre machos con alto y bajo desempeño sexual y, comúnmente, no la concentración de estas, en la medida en la que se encuentre arriba del umbral requerido. En esta conexión

entre las gonadotropinas y la conducta, se ve favorecida por patrones estacionales. Salvo en climas tropicales, los cambios en la actividad sexual durante el año son visibles, existiendo la acumulación de FSH y LH como actividad sexual, pocas durante la estación de la primavera y principios de verano cuando la duración del día se incrementa (Orihuela, 2014). Una hormona muy importante en el comportamiento sexual del ovino, es la melatonina, un parámetro clave entre la duración del día y la reproducción, ya que la generación de esta hormona se incrementa durante las noches largas, ayudando a la secreción de GnRH y aminorando la secreción de prolactina. Es significativo estimar que una de las actividades principales de la prolactina en el macho, es incitar la síntesis de testosterona en las células de Leydig, lo que podría explicar en parte la modulación en la conducta sexual del macho (Chávez, 2015). La monta y la intromisión del pene también están asociadas con el aumento en las concentraciones de prolactina y otras hormonas como el cortisol. En tanto, uno de los aspectos del cortejo está más relacionados con el aumento en la acumulación de LH y testosterona (Chávez, 2015).

Otras sustancias como la dopamina y la serotonina juegan un papel importante en la estimulación o inhibición de la eyaculación, respectivamente. Además de la época del año, la respuesta endocrina también es afectada por el periodo de manifestación ante las hembras y la pericia del ovino (Simonetti, 2008).

5.6. Espermatogénesis

El semen se genera en los tubos seminíferos, este evoluciona a partir de las espermatogonias del epitelio germinal que se encuentra sobre el borde externo de los túbulos; se genera un proceso de divisiones celulares, se va transformando

la apariencia y los caracteres de la célula hasta que por fin son liberados al exterior (Huanca, 2014).

Todo el mecanismo de creación de los espermatozoides es llamado espermatogénesis, el cual se compone de dos etapas principales que son:

Espermicitogénesis y Espermiogenesis.

La espermicitogénesis, esta se lleva a cabo desde las células de la línea germinal, están compuestas de una única línea ontogénica y simbolizan las etapas evolutivas en proceso de multiplicación y diversificación celular. Durante la espermatogénesis las espermatogonias sufren cambios hasta convertirse en espermatozoides presentándose tres fases: a) Fase de proliferación: las espermatogonias. Las espermatogonias son unidades cercanamente a una figura semiesférica, con cara plana en contacto con la membrana basal y una fisionomía convexa en enlace con las células sértoli. Estas se localizan en el compartimiento basal del túbulo seminífero. (Hafez, 2000); Etapa de la meiosis (los espermatocitos). Se sabe que el proceso de la meiosis consiste en una separación reduccional del material genético en la cual participan dos divisiones celulares subsecuentes, en la cual no hay reiteración del material genético entre ambas (Huanca, 2014).

La Espermiogenesis se adapta a los cambios que tienen lugar durante la modificación de una espermátida en un espermatozoide, aunque sin desarrollar completamente. En este proceso se crea la cabeza, la parte media y por último la cola (sustancial para la etapa reproductiva). En este proceso las células del esperma se adhieren a las unidades madres o de sértoli para tomar alimento hasta que se desunen y se transportan mediante los conductos de los colectores. Es el proceso por el que las espermátides redondas se transforman (sin más división) en espermátides elongadas, teniendo diversas etapas: Glogi, encasquetamiento, acrosómica y maduración (Hafez, 2000).

La Espermiación

Es el mecanismo mediante el cual los espermatozoides son expulsados de su unión en las unidades de Sertoli y conducidos mediante los conductos eferentes hacia el epidídimo. Elimina del citoplasma sobrante del espermátide para dar paso al espermatozoide lineal, dicha eliminación está totalmente a cargo de las células de Sertoli (Hafes, 2000). Una vez liberados del citoplasma, es importante mencionar que los espermatozoides recién formados no son móviles y son incapaces de fecundar un ovocito, lo cual requieren de la maduración en el conducto epididimario para adquirir la motilidad progresiva (Hafes, 2000)

5.7. Calidad seminal

La evaluación espermática nos permite estimar la fertilidad potencial de cualquier semental y consiste en la evaluación, en el laboratorio, de parámetros espermáticos que son indicadores de la calidad del semen reproductor de interés (Sorensen, 1991). Los parámetros pueden ser de carácter macroscópico (color, aspecto, volumen, pH) ya que pueden ser evaluados a simple vista de la muestra seminal; y microscópicos (motilidad masal, motilidad individual, concentración espermática, células normales, vitalidad) que deben ser evaluados utilizando un microscopio (Aisen, 2004).

5.7.1. Color

La cantidad de espermatozoides presentes en el eyaculado hace que la muestra tome una coloración blanquecina-amarillenta cuando la muestra es de buena calidad. Cuando es de baja calidad, es similar a la leche acuosa (Hafez, 1996). En este sentido puede admitirse una relación directa entre la intensidad del color y la riqueza espermática (Pérez y Pérez, 1985).

5.7.2. Aspecto

El aspecto del semen depende de la relación de dos constituyentes: la concentración de espermatozoides y la calidad del plasma seminal. El semen debe tener un aspecto cremoso- lechoso y uniforme (Evans y Maxwell, 1990).

5.7.3. Volumen

Normalmente se obtienen eyaculados de 1 ml. Este volumen varía según la edad, tamaño, condición corporal del animal, frecuencia de colección y destreza del operador (Gibbons *et al.*, 2004). Los volúmenes de eyaculados pueden admitirse como normales cuando sus rangos van de 0.5 ml a 2 ml con una media de 0.8 ml (Pérez y Pérez, 1985).

5.7.4. pH

En ovinos, el pH tiende a la acidosis, fenómeno importante ya que en él radica su capacidad fecundante. La reacción alcalina es característica de una escasa fertilidad y de una disminución en la concentración espermática y motilidad (Evans y Maxwell, 1990). En el carnero los valores de PH oscilan entre 6.2 – 7.3 (Pérez y Pérez, 1985).

5.7.5. Motilidad Masal

La motilidad masal valora la formación y progresión de ondas producidas por el desplazamiento de los espermatozoides. La onda de movimiento solo puede ser observada en especies de alta concentración espermática, como es el caso de pequeños rumiantes (Evans y Maxwell, 1990). Se determina mediante un microscopio óptico a 100 aumentos (100x) utilizando una pequeña gota de semen colocada sobre un portaobjeto temperado a 37 °C (Pérez y Pérez, 1985).

5.7.6. Motilidad Individual

La motilidad individual es una de las pruebas que se utiliza con mayor frecuencia para evaluar la calidad del semen diluido. La técnica consiste en la observación microscópica a 400 aumentos (400x) de una muestra de semen diluido en una lámina portaobjetos temperada. Se consideran espermatozoides motiles aquellos que aparecen activos y con movimiento progresivo. La motilidad individual es el porcentaje de espermatozoides motiles con respecto al total de espermatozoides visualizados (Sorensen, 1991; Arthur, 1991). Se toman como valores normales aquellos que presenten una motilidad individual $> 80 \%$ (Ramírez *et al*, 1991).

5.7.7. Concentración Espermática

Está definida como el número de espermatozoides por unidad de volumen, expresada normalmente en millones por ml de eyaculado (esp/ml). Los métodos para su cálculo varían en función de la rapidez y exactitud (Evans y Maxwell, 1990). Entre ellos figuran el recuento de la cámara de Neubauer y el método de fotocolorímetro. Ambos métodos son precisos y, si bien el fotocolorímetro permite un recuento más rápido, su costo es más elevado que la cámara de Neubauer (Gibbons, 2004). Debido a que se requiere aprovechar al máximo una muestra de semen de buena calidad, se procura dosificarlo (tener la cantidad óptima de espermatozoides en un volumen determinado) y así manejar varias muestras para la inseminación. Por lo tanto, es necesario conocer el número de espermatozoides por mililitro de eyaculado ya que permitirá saber cuántas dosis se pueden preparar; es decir,, cuántas veces puede ser diluirlo (factor dilución) (Evans y Maxwell, 1990).

5.7.8. Vitalidad

La membrana celular de los espermatozoides representa una barrera al paso de tinciones al medio intracelular, mientras que los muertos, los absorben. Este fenómeno biofísico permitió el desarrollo de técnicas orientadas a la diferenciación de espermatozoides vivos de muertos (Fernández *et al.* 1998). Se han descrito numerosas tinciones basadas en la permeabilidad selectiva de la membrana plasmática, por ejemplo, la eosina-nigrosina (Colas, 1975) y azul de tripan (Suttiyotin y Thwaites, 1992) de tal manera que, si el espermatozoide está vivo, la membrana celular actúa como barrera impermeable impidiendo el pase del colorante a través de ella, permaneciendo la célula sin teñirse. Ozturkler *et al.* (2000), trabajando con carneros y utilizando una tinción a base de eosina y nigrosina, reportaron 77.45 % de espermatozoides vivos en semen fresco.

Cuadro 2. Descripción de la calidad seminal en el ovino

Característica	Valor normal
Color	Blanquecino – amarillento
Aspecto	Cre moso
Volumen	≥.5ml
pH	6.2 – 7.3
Motilidad Masal	3 - 5
Motilidad Individual	≥ 80%

Concentración Espermática	$\geq 2 \times 10^9$ spz/ml
Células normales	≥ 85 %
Vitalidad	≥ 70 %

5.8. Factores que afectan la fertilidad del ovino

Buratovich (2010) menciona que la fertilidad de un ovino puede verse afectada por numerosos factores donde se pueden enumerar: estrés, estación del año, condiciones climáticas, edad, raza, sanidad, entre otras menos importantes.

Factores estresantes. El manejo ganadero como el arreo de los perros, transporte etc. pueden perjudicar el resultado reproductivo, ya que en este manejo la reproducción requiere de procesos hormonales precisos.

Fotoperiodo. El fotoperiodo en el macho no es tan marcado como en la hembra como una diferencia se puede observar que la oveja solo produce gametos durante estación época del año y los ovinos generan espermias de manera constante. Aunque, la eficacia reproductiva es diferente en cada etapa del año por la falta de secreción de testosterona (Simonetti, 2014).

Temperatura. Este factor es uno de los que más influyen (Simonetti, 2014) ya que la espermatogénesis debe ocurrir a unos 5 °C por debajo de la temperatura del cordero.

La **Raza.** Simonetti (2014) describe que con mayor aptitud cárnica o doble propósito, estas buscan producir semen de mayor densidad espermática que las

razas de lana. Se tienen reportes de un aumento de prepotencia o deseo sexual en los machos de raza cárnica que razas de doble propósitos..

Alimentación. Un desbalance en los nutrientes afecta la reproducción. La baja condición corporal suele tener menor concentración y calidad seminal, así como una baja disminución de libido.

Sanidad. Tanto malas medidas de sanidad y bioseguridad del lugar pueden llegar a presentar cuadros febriles o incidir directamente a la producción espermática, como, por ejemplo, epididimitis contagiosa causado por *Brucella ovis* siendo una enfermedad que afecta testículos y epidídimo afectando severamente la producción espermática.

5.9. El selenio y estacionalidad productiva en el macho

La carencia de Se determina baja fertilidad en los machos afectados, que presentan semen de baja calidad, con bajas cuentas espermáticas e incremento de anomalías. Principalmente se han observado anomalías del flagelo y de la pieza intermedia del espermatozoide, que ocurren desde la la espior

La implementación de un adecuado programa de nutrición en un hato ganadero tiene una gran influencia en la salud y productividad del hato (Weiss *et al.*, 1990). Siete elementos trazas son generalmente aceptados como esenciales en la ganadería donde se incluyen al cobalto (Co), cobre (Cu), Iodo (I), Hierro (Fe), Manganeso (Mg), Zinc (Zn) y el selenio (Se) (Schwarz, 1974). Deficiencias de (Se) y vitamina E implican enfermedades para el animal, severas deficiencias pueden provocar distrofia en los músculos (Ammerman y Millar, 1975), además de infertilidad (Smith *et al.*, 1984).

Se sabe que el Se influye en la morfología histológica y tamaño de los testículos (Kaur y Kaur, 2000). Se asocia con un aumento significativo en la longitud y circunferencia escrotal, además, mejora la calidad del semen al aumentar el volumen de semen por eyaculación, motilidad de los espermatozoides, la concentración y disminuye el porcentaje de espermatozoides muertos, así como, anomalías y daños en el acrosoma (Marai *et al.*, 2009). Además de tener una respuesta positiva en la circunferencia escrotal, la presencia de Se en cantidades adecuadas en testículos es altamente esencial para llevarse a cabo la espermatogénesis normal y tiene una gran función fundamental en la maduración del espermatozoide de ovinos (Ahsan *et al.*, 2014).

5.9.1. Efecto macho

Un alto porcentaje de los animales mamíferos tiene dos sistemas olfatorios que perciben las hormonas desde el órgano vomeronasal y asocia a otros órganos con el hipotálamo. Estas conexiones nerviosas son indispensables para el control de la actividad reproductiva en las hembras, ya que controlan la secreción de la hormona liberadora de gonadotropinas/ hormona luteinizante (GnRH/LH) y los efectos de las feromonas son regulados a través de dichas conexiones (Martin *et al.*, 1986). En cada estado reproductivo de la hembra, incluyendo el anestro estacional y posparto, la secreción hormonal de LH se caracteriza por liberación de pulsos, controlados a su vez por los pulsos de GnRH.

En la determinación de la eficacia del estímulo del macho, se deben de tomar en cuenta los siguientes parámetros: a) el número de hembras no cíclicas (hembras que no presentan actividad reproductiva) en la manada; b) el porcentaje de hembras que responden por ende su raza (esto involucra

discrepancia de sensibilidad al periodo de luz; lana vs pelo); c) el manejo de la ciclicidad (si las hembras continúan con el proceso de ciclado o no), una vez que la inducción de la ovulación por el efecto macho (es decisivo si se quieren lograr mayores indices de fertilidad; Martin *et al.*, 1986).

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1. Lugar del estudio y duración

El experimento se realizó en la época de baja actividad reproductiva (febrero a junio de 2021), donde se llevó a cabo en la finca el cielo, ubicada en el km 3.5 de la carretera libre Culiacán – Mazatlán, Culiacán, Sinaloa México, las coordenadas son: 24.6243 N -107.4412 L (Google Earth, 2021). Clima cálido y una temperatura en promedio de 25.9 °C, con una temperatura mínima promedio de 16.6 °C y las máximas promedio 36 °C, su precipitación anual en promedio es de 695.0 mm (INEGI, 2019). Se trabajó con un ganadero cooperante.

6.2. Animales experimentales y tratamientos

Se utilizaron 11 machos ovinos de registro de raza Pelibuey y 4 machos Dorper en edad reproductiva de 2 a 5 años y recibieron aleatoriamente uno de tres tratamientos:

Se 1.5 ml: grupo (n=5) de machos ovinos que recibieron la aplicación de selenio intramuscular (Vitalebs Se 100 MI, LEEBS, S.A de C.V)

Se 2 ml: grupo (n=5) de machos ovinos que recibieron la aplicación de 2 ml.

Control (CTRL) un grupo de machos (n=5) ovinos sin adición de selenio, el cual recibió el manejo tradicional del sitio experimental.

A partir de la fecha (febrero) de adicción, cada 30 días y durante 4 meses, se realizó una prueba de fertilidad por macho, para esto en cada semental se midió:

a). *Circunferencia escrotal (CE)*:

El muestreo se realizó según la técnica propuesta por Cevik *et al.* (2017). El carnero se mantuvo en posición de pie tomando los testículos y atrayéndolos hacia la parte inferior del escroto, midiendo con una cinta métrica la circunferencia total en la parte media.

b). Evaluación microscópica del semen:

Posterior al electro eyaculación (ONGO-ARBiotech), a partir de la muestra de semen se determinó de forma inmediata:

La motilidad microscópica masal (MM):

fue medida (Vera *et al.*, 2009) en un microscopio óptico a 10x, donde se tomaba una muestra de semen fresco observada en un portaobjetos, la cual fue calificada de la siguiente manera:

Carencia de espermatozoides móviles.

- * Poco porcentaje espermatozoides se mueven en su sitio.
- * Un alto porcentaje de espermatozoides móviles, pero en calidad insuficiente para generar olas.
- * Porcentajes de olas o remolinos muy lentos (50-70 % de espermatozoides móviles).
- * Las olas o remolinos encontrados se mueven velozmente (70-90 % de espermatozoides móviles)
- * La rapidez de formación de olas extremadamente alta (>90 % espermatozoides móviles).

Motilidad progresiva individual

La motilidad progresiva individual (MI) fue medida posterior a una dilución 1:2 con leche descremada comercial a 37 °C para lograr su apreciación. La muestra de semen diluido fue evaluada en un portaobjetos a 40x. Se considera a los espermatozoides con MI aquellos que muestran un desplazamiento energético, activo y rectilíneo. Para esto fue necesario observar al menos 50 células entre 4-5 campos del microscopio dando un porcentaje de 0-100 % donde se consideran normales aquellos eyaculados con un porcentaje arriba del 70 % (Vera *et al.*, 2009).

Concentración espermática con cámara de Newbawuer

Para esta determinación se diluyeron (1:400) 5 µl de eyaculado con 2ml de solución salina fisiológica, dejando pasar unos minutos y posteriormente tomar 10µl de la dilución para llenar la cámara de Newbawuer y evaluar en un microscopio óptico contando 5 cuadrantes (Figura 2).

Posterior al conteo, se determinó la concentración mediante la siguiente fórmula (Vera *et al.*, 2009):

No ESPEZ/ml= (Nº de ESPZ contados en 5 cuadros) (Factor común)

Volumen de 5 cuadros en cámara de Newbauer: 0.00002ml

Dilución 1:400: .0025 ml

Facto común: 1,000,000 /0.00000005= 20x10⁶

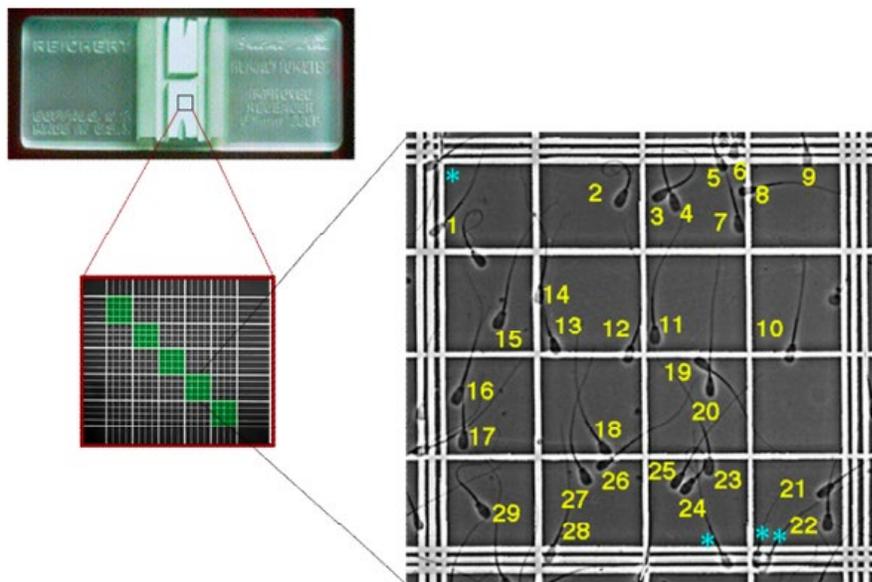


Figura 1. Determinación de conteo en cámara Newbauer

(Vera *et al.*, 2009)

6.3. Análisis estadístico

Las mediciones repetidas de las variables reproductivas fueron analizadas estadísticamente utilizando un modelo mixto (PROC MIXED) en el cual se incluyeron los efectos fijos de tratamiento, tiempo y la interacción del tiempo por tratamiento. El efecto de raza fue utilizado como efecto aleatorio en el modelo. Para seleccionar el modelo definitivo, para cada variable se utilizaron diferentes estructuras de covarianza a través de los criterios Bayesiano y Akaike para seleccionar el mejor modelo. Las variables sin una distribución normal (MM y MI) fueron transformadas (raíz cuadrada) en Excel previo al análisis de varianza y fueron transformadas a sus unidades originales para presentarse. Se realizó un análisis de correlación entre variables reproductivas (PROC CORR). Las correlaciones más altas fueron seleccionadas para explicar las unidades de cambio en las variables reproductivas, utilizando un modelo de regresión lineal

(PROC REG). Todos los procedimientos estadísticos fueron analizados utilizando el paquete estadístico SAS versión 9.4 para Windows (SAS, 2014).

VII.RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 Interpretación de resultados

En el cuadro 3, se observan las medias generales de las variables de estudio para cada tratamiento utilizado, donde se observa que el efecto aleatorio de RAZA afectó ($P=0.0075$) solo la circunferencia escrotal (CE). No se observó efecto ($P>0.05$) de la interacción de *fecha por tratamiento* sobre las variables de estudio. Para Motilidad Masal (MM), se observó una tendencia ($P=0.0958$) a ser afectada por el tiempo. El efecto de tratamiento solo afectó a la concentración espermática (CONC) ($P=0.0075$), con una tendencia ($P=0.0611$) de afectar la Motilidad Individual (MI).

Aunque no hubo efecto de tratamiento ($P>0.05$) para CONC, solo de manera ilustrativa la figura 1 muestra la dinámica de ambas variables durante el periodo de estudio. La CONC mostró un incremento progresivo desde la fecha de adición hasta el final del estudio. En el caso de la CONC de machos CTRL mostraron una tendencia a permanecer constantes a lo largo del estudio.

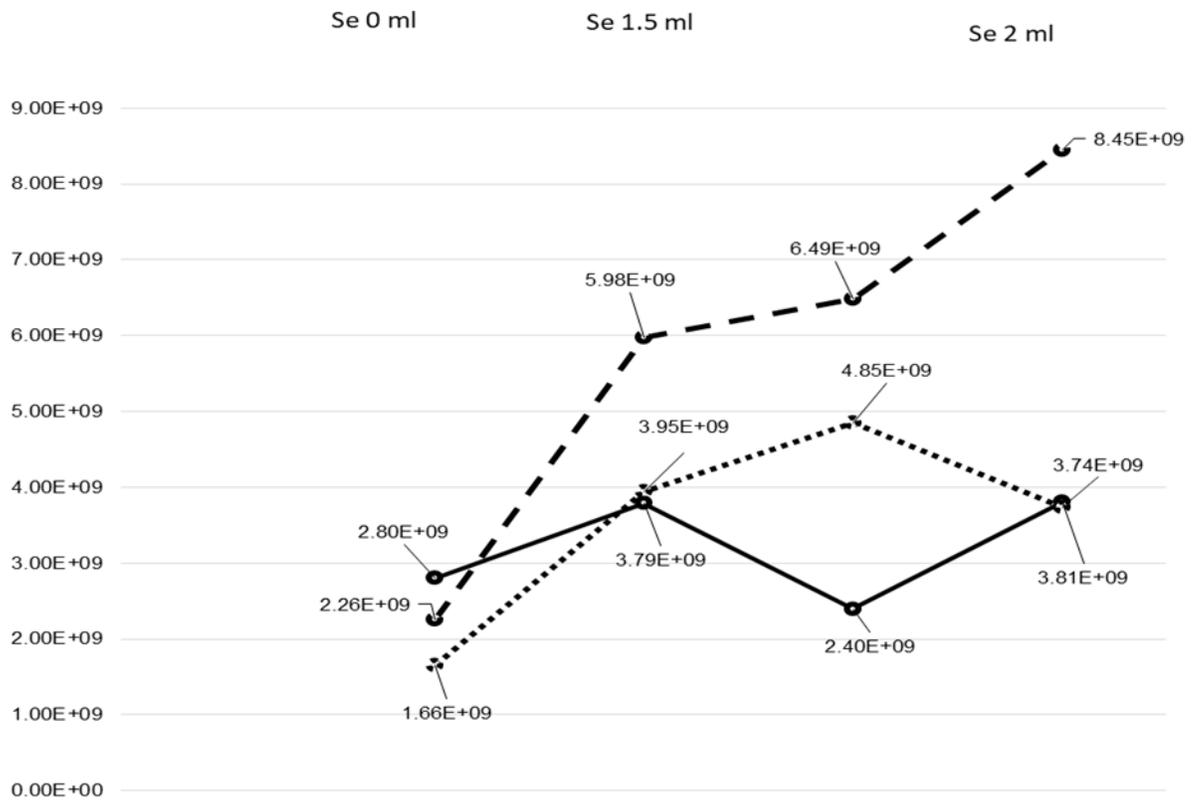
Cuadro 3. Resultados de análisis estadístico-generales del estudio.

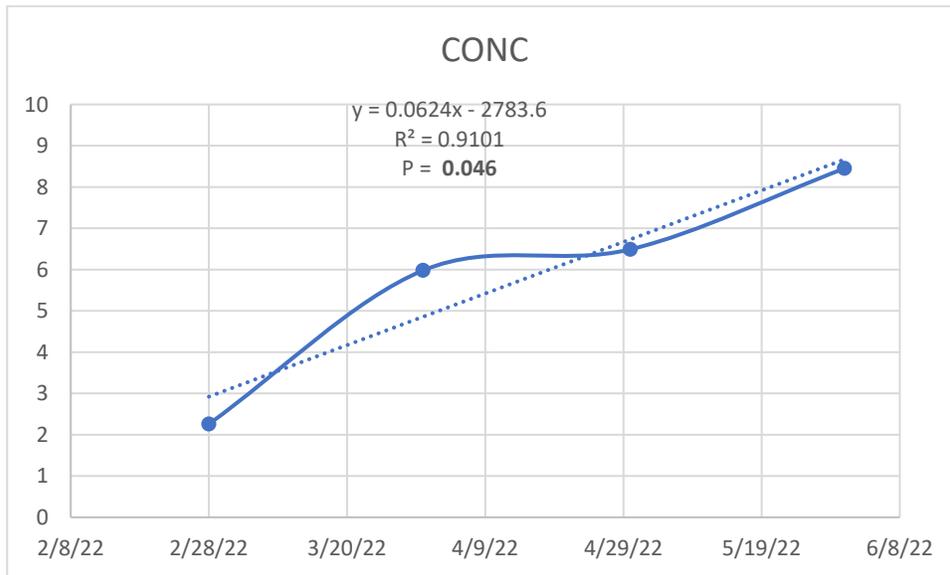
Tratamientos				Probabilidad			
Variable	<i>CTRL</i> <i>Media ± EE</i>	<i>Se 1.5 ml</i> <i>Media ± EE</i>	<i>Se 2 ml</i> <i>Media ± EE</i>	<i>Trat</i>	<i>Tiempo</i>	<i>Interac</i>	<i>RAZA</i>
CE	35.41± 0.6441	36.609± 0.6441	36.89± 0.7908	0.1912	0.9159	0.9581	0.0075
MM	1.8813± 0.072298	1.9359± 0.07224	2.0271± 0.08357	0.2095	0.0958	0.5877	0.2604

MI	0.8977±0.0 1349	0.9047± 0.01330	0.9395± 0.01627	0.0611	0.1149	0.1528	0.1561
CONC	3.20X10 ⁹ ± 6.00X10 ⁸ a	3.55X10 ⁹ ± 5.84X10 ⁸ ab	5.75X10 ⁹ ± 6.00X10 ⁸ b	0.0075	0.169	0.2812	ND

a,b Indican diferencia significativa entre medias de tratamiento P<0.05.

Figura 2. Dinámica de la concentración espermática (CONC) durante las fechas del estudio en los animales de los diferentes tratamientos.





El cuadro 4 muestra la correlación entre las variables evaluadas en el estudio, observando que el tratamiento de Selenio (Se) tuvo una correlación positiva ($r=0.27$; $P=0.0491$) con MM, MI ($r=0.32$; $P=0.0202$), mientras que MI se correlacionó positivamente con CONCENT ($r=0.32$; $P=0.0083$). Se mencionó anteriormente que él Se no afectó ($P>0.05$) la MM (Cuadro 3) y solo hubo una tendencia ($P=0.0611$) en MI. Sin embargo, el cuadro 4 de correlaciones fue posible identificar una correlación del Se con ambas variables.

	FECHA	SELENIO	CE	MM	MI	CONCENT
FECHA	1	0	0.08	-0.25	-0.18	0.17
		1	(0.501)	(0.0688)	(0.2049)	(0.242)
SELENIO		1	0.12	0.27	0.32	0.02

			(0.3125)	(0.0491)	(0.0202)	(0.8635)
CE			1	-0.02	-0.03	-0.04
				(0.8685)	(0.846)	(0.765)
MM				1	0.73	0.27
					(<.0001)	(0.052)
MI					1	0.36
						(0.0083)
CONCENT						1

Cuadro 4. Correlación efectuada con el procedimiento CORR en SAS. En paréntesis se indica el valor de la probabilidad.

Es importante mencionar que durante esta investigación los machos estuvieron realizando montas debido a la falta de sementales en el rancho, lo cual afectó los resultados esperados en CTRL y Se 1.5 ml. Sin embargo, en los machos con adición de Se 2 ml, las variables evaluadas no fueron afectadas por las montas.

Cadenas-Gallegos *et al.* (2012) midieron la capacidad reproductiva en cuatro razas de pelo, donde la raza Pelibuey tuvo una circunferencia escrotal menor (31.49 cm) a la Dorper (34.64cm), siendo la única variable en la que la raza Dorper superó a la Pelibuey. Similar a lo anterior, en el presente estudio se utilizaron estas dos razas, encontrando influencia de RAZA (Dorper) aunque este efecto no fue para encontrar diferencias entre razas sino para estandarizar el efecto racial sobre el resto de las variables que se evaluaron en este trabajo.

VIII. CONCLUSIÓN

La dosis de Se administradas en cantidades de 2 ml aumentan de manera significativa la concentración espermática, movilidad, motilidad, cantidad y calidad del semen viable en eyaculaciones de ovinos de la raza Dorper y Pelibuey en época de baja productividad.

IX. LITERATURA CITADA

- Arroyo, J. 2011. Estacionalidad reproductiva de la oveja en México / Reproductive seasonality of sheep in México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, (3), 829.
- Aguirre, Y. J., B. Parizadian y M. Zamani. 2013. The impact of organic selenium supplementation on rooster semen quality in liquid condition. *Poult. Sci. J.* 1: 21-28.
- Ahsan, U., Z. Kamran, W. Babar. M.H. Riaz y Z. Iqbal. 2014. Role of selenium in mate reproduction. *Review. An. Rep. Sc.* 146:55-62.
- Angulo-Castañeda N. Y. 2006. Intoxicación por selenio. In: Córdoba-Palacio D, editor. *Toxicología*. 5 ed. Bogotá: El Manual Moderno. Pp. 353-6.
- Ammerman, C. B., y S. M. Miller. 1975. Selenium in ruminant nutrition. A review. *J. Dairy Sci.* 58: 1561.
- Beckett G. J. y J. R Arthur. 2005. Selenium and endocrine systems. *J. Endoc.* 184:455-465.
- Brassesco, M. 1994. Técnicas de selección espermática (Capítulo 38). En: *Práctica Andrológica (POMAROL, J.M Y ARRONDO, J.L.)*. Editorial Masson-Salvat Medicina. Barcelona: 348-351.
- Buratovich. 2010. Eficiencia reproductiva en ovinos: factores que la afectan. Parte II: otros factores no nutricionales: No 36. Retrieved from http://www.producción-animal.com.ar/producción_ovina/producción_ovina/76-eficiencia_reproductiva.pdf.
- Bustos E. y L. Torres-Díaz. 2012. Reproducción estacional en el macho. *Int. J. Morfol.* 30(4):1266-1279.

- Carbajal H.M.A., Q.G. Aquí y G.C. Díaz. 2013. Uso de selenio en ovinos. *Abanico Veterinario*. 3(1): 44-54.
- Cárdenas-Gallegos, M., Aké-López, J., Centurión-Castro, F. y Magaña-Monforte, J. 2012, The Breed and Season effects on Scrotal Circumference and Semen Characteristics of Hair Sheep Rams Under Tropical Conditions. *Reproduction in Domestic Animals*, 47: e92-e94. doi:10.1111/j.1439-0531.2012.02001.x
- Ceballos M., A., y F. Wittwer G. 1996. Metabolismo del selenio en rumiantes. *Arch. Med. Vet.* 2; 5-18.
- Chávez I. 2015. Métodos de inducción de la actividad sexual en machos ovinos y caprinos. Torreón Coahuila: Universidad autónoma agraria Antonio Narro.
- Chemineau, P., Pelletier, J., Guérin, Y., Colas, G., Ravault, J.p., Touré, G., Almeida, G., Thimonier, J., Ortavant, R., 1988. *Reproduction Nutrition Development*, 28: 409-422.
- Chi S. P., R. Aké, Y. Domínguez, J. Magaña. 2009. Evaluación de la capacidad reproductiva en carneros de pelo en el trópico. VI Congreso de la asociación 43 Latinoamericana de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos (ALEPRyCS). Querétaro, México.
- CODESIN. (Consejo para el Desarrollo Económico de Sinaloa). 2018. Reporte de volumen y valor de producción pecuaria en Sinaloa, 2017. Consejo para el desarrollo económico de Sinaloa, No. 33.
- Delgado B.E. 2013. Evaluación espermática de semen de ovino tratado por la técnica de gradiente de densidad. Lima, Perú: Universidad Ricardo Palma.

De Lucas T.J. 2012. Alternativas biotecnológicas en la producción ovina. UNAM. 32 pp.

El Ghany H.A. and J.L. Tórtora-Pérez. 2010. The importance of selenium and the effects of its deficiency in animal health. *Sm. Rum. Res.* 89:185-192.

Fernández, H, A.; DE Luca, L.; Stegmayer, E.; Sabalza, M. y Casal, A. 1982. Determinación objetiva de velocidades espermáticas. *Gac. Vet. B. Aires*, XLIV n° 373: 804-807.

Fuentes, V., V. Sánchez, H. González, P. Fuentes, A. García y R. Rosales. 1997. La función endócrina del testículo en el carnero criollo mexicano durante las diferentes épocas del año y su control opioidérgico durante el anestro. *J.Vet. Med. A.* 44, 259-263.

Hafez, E. S. E.; Hafez B. 2000. Reproducción e inseminación artificial en animales. México DF: Mc Graw Hill.

Hefnawy A. E. G. y J. L. Tórtora-Pérez. 2010. The importance of selenium and the effects of its deficiency in animal health. *S. Rum. Res.* 89: 185-192.

Huanca W. 2014. Características Clínicas, seminales y endocrinas en carneros sometidos al aislamiento escrotal. Retrieved from <https://itson.idm.oclc.org/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsoai&AN=edsoai.ocn903875880&lang=es&site=eds-live>.

Leyva C. J. C., Morales P. M. I., Castillo S. C. A., y Munguía X. J. A. 2015. Guía práctica para manejar ovinos de pelo en Sonora. Instituto tecnológico de sonora. Depto. de Ciencias Agronómicas y veterinarias. Manual para productores. Cd. Obregón Sonora México. Pp. 40.

Liu, C. H., Y. M. Chen, J. Z. Zhang, M. Y. Huang, Q. Su, Z. H. Lu, R. X. Yin, G. Z. Shao, D. Feng, P.L. Zheng. 1982. Preliminary studies on influence of

selenium deficiency to the developments of genital organs and espermatogénesis of infancy boars. *Acta Vet. Zootech. Sin.* 13: 73-77.

Macías-Cruz, U., Sánchez-Estrada., Gastélum-Delgado, M., Avendaño- Reyes, L., Correa-Calderón, A., Álvarez-Valenzuela, F.,... Mellado, M. (2015). Actividad reproductiva estacional de ovejas pelibuey bajo condiciones áridas de México. *Archivos de Medicina Veterinaria*, (3), 381. <https://doi.org/10.4067/S0301-732X2015000300016>.

Mahmoud, G. B. 2013. Sexual behaviour, testosterone cocentration, semen characteristics and testes size of Ossimi rams as affected by age and scrotal circumference. *Egyptian J. Anim. Prod.* 50: 53-58.

Mahmoud, G. B., S. M. Abdel-Raheem, y H. A. Hussein. 2013. Effect of combination of vitamin E and selenium injections on reproductive performance and blood parameters of Ossimi rams. *Small Rum. Res.* 113: 103-108.

National Research Council. 1971. Nutrient requeriments of domestic animals. Nutrient requeriments of dairy cattle. Washington, D.C.

National Research Council. 1975: Nutrient requirements of domestic animals. Nutrient requirements of sheep. Washington. D.C.

National Research Council. 1989. The nutrient requirements of dairy cattle. 6th edition. Washington: National Academy of Sciences.

National Research Council. 2007. Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids. Animal Nutrition Series. National Research Council. National Academy Press U. S.A. 362 p.

- Orihuela-Trujillo, A. 2014. La conducta sexual del carnero: Revisión / Ram's sexual behavior: Review. *Revista Mexicana de ciencias pecuarias*, (1), 49.
- Partida, J. A. 2009. Uso del cruzamiento en ovinos para la producción de alta calidad. Ajuchitlán Qro: INIFAP.
- Partida J. A., Braña D., Jiménez J., Ríos F.G. y Buendía G. 2013. Producción de carne ovina. Ajuchitlán Qro: INIFAP.
- Porras A. A., L.A. Zarco y J.M.Valencia. 2003. Estacionalidad reproductiva en ovejas. *Cien. Vet.* 9 (4):1-34.
- Ramírez B. E., H. Camacho, H. Calva, y P. J. Tórtora. 2004. Efecto de un suplemento parenteral con selenito de sodio en la mortalidad de corderos y los valores hemáticos de selenio. *Agroc.* 38(1): 43-51.
- Salamanca, A. C. 2010. Mineral supplementation for cattle production. *Rev. Elec. De Vet.* 11(9): 1-10
- Sánchez D. F. y R. A. Ledezma. 2013. Variación en la estacionalidad de calidad seminal en carneros de pelo Saint Croix. En: memorias de XVII Congreso internacional de ovinocultura. Acapulco, México del 23 al 25 de octubre. P 231-236.
- SAS, Institute Inc. 2014. SAS/STAT® 13.2 User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Senger, P. L. 2003. Pathways to pregnancy and parturation. Washington, USA: Current Conceptions, Inc.
- Simonetti, L., Lynch G. M. y McCormick. 2014. Aspectos reproductivos de los carneros. *Divulgación técnica Agropecuaria, Agroindustrial y Ambiental*, 1, 15-20.

Tuner, R. J., y J. M. Finch. 1990. Immunological malfunctions associated with low selenium-vitamin E diets in lambs. *J. Comp. Path.* 102: 99-108.

Turner, R. J. y J. M. Finch. 1991. Selenium and the immune response. *Proc. Nutr. Soc.* 50: 275-285.

Underwood, E.J. y N. F. Suttle. 2003. *Los Minerales en la nutrición del ganado*. Tercera edición. Acribia. Zaragoza, España. 495 p.

UNO [Unión Nacional de Ovinocultores]. 2007. Razas ovinas. NO, de Organismo de la unidad nacional de ovinocultores. Sitio web: http://www.uno.org.mx/razas_ovinas/katahdin.html.

Velázquez, M. M., V. Vidal, J. A. Ortiz, J. A. Hernández, C. G. German, F.E. Martínez, A. Herrera, G. Morales y J. Gallegos-Sánchez. 2007. Manejo reproductivo del macho: Una revisión en rumiantes. En: *Memorias del V curso internacional de fisiología de la reproducción*. Colegio de postgraduados Campus Montecillo.

Vera, T. y Ricarte A. 2009. *Guía para la evaluación del semen de caprinos*. Catamarca: INTA.

Villanueva, C. G. J. 2011. *Nutrición del ganado: selenio. Premezclas Minerales*, Zapopan, Jalisco, México.