

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO



DETERMINACIÓN DEL RANGO SOCIAL, CARACTERÍSTICAS
MORFOMÉTRICAS CRANEALES Y CALIDAD SEMINAL EN CARNEROS
DORPER

Tesis

Que presenta ADÁN TONATIUH FABELA HERNÁNDEZ

Como requisito parcial para obtener el Grado de
MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Torreón, Coahuila

Julio 2020

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO



DETERMINACIÓN DEL RANGO SOCIAL, CARACTERÍSTICAS
MORFOMÉTRICAS CRANEALES Y CALIDAD SEMINAL EN CARNEROS
DORPER.

Tesis

Que presenta ADÁN TONATIUH FABELA HERNÁNDEZ

Como requisito parcial para obtener el Grado de
MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Firma manuscrita en azul de Dra. Virdiana Contreras Villarreal.

Dra. Virdiana Contreras Villarreal
Director (UAAAN)

Firma manuscrita en azul de Dr. Raymundo Rivas Muñoz.

Dr. Raymundo Rivas Muñoz
Director Externo (ITT)

Torreón, Coahuila

Julio 2020

DETERMINACIÓN DEL RANGO SOCIAL, CARACTERÍSTICAS
MORFOMÉTRICAS CRANEALES Y CALIDAD SEMINAL EN CARNEROS
DORPER.

Tesis

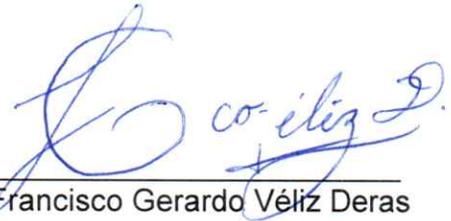
Elaborada por ADÁN TONATIUH FABELA HERNÁNDEZ como requisito parcial
para obtener el grado de Maestro en Ciencias en Producción Agropecuaria con
la supervisión y aprobación del Comité de Asesoría



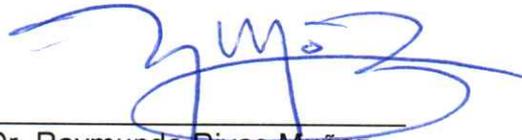
Dra. Viridiana Contreras Villarreal
Asesor Principal



Dr. Óscar Angel García
Asesor



Dr. Francisco Gerardo Véliz Deras
Asesor



Dr. Raymundo Rivas Muñoz
Asesor



Dra. Leticia Romana Gaytán Alemán
Jefe del Departamento de Postgrado



Dr. Marcelino Cabrera De la Fuente
Subdirector de Postgrado

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna por darme la oportunidad de formarme como Médico Veterinario Zootecnista, posteriormente como Maestro en Ciencias y como una persona de bien.

Al establo El Milagro por darme la oportunidad de desarrollar el trabajo de investigación para la tesis en sus instalaciones y brindarme todo el apoyo requerido para la misma.

A la Dra. Viridiana Contreras Villarreal por ser el asesor principal de la investigación y brindar todo el apoyo requerido para el logro de la meta.

Al Dr. Raymundo Rivas Muñoz por ser asesor del trabajo de investigación y el apoyo durante el desarrollo de la misma.

Al Dr. Manuel Guillen Muñoz por ser asesor en la investigación y su constante apoyo en la revisión del documento de tesis hasta su finiquito.

Al Dr. Francisco Gerardo Véliz Deras por ser asesor de la investigación y el apoyo para el logro de la meta.

Al Dr. Oscar Angel García por ser asesor de la investigación en apoyo y revisión de la misma.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres, MC. Adrián Fabela Zacarías y C. María del Carmen Hernández Velásquez, quienes fueron un gran apoyo emocional, así como económico durante el tiempo en que desarrolle mis estudios hasta lograr concluir la última tarea de maestría “la tesis”.

A mis Hijos Adrián Fabela, Adanny Fabela quienes me apoyaron y alentaron para continuar, cuando parecía que me iba a rendir.

A mis maestros, quienes nunca desistieron al enseñarme, aun sin importar que muchas veces no ponía atención en clase, a ellos que continuaron depositando su esperanza en mi.

A los sinodales quienes evaluaron mi tesis y la aprobaron.

A todos los que me apoyaron para escribir y concluir esta tesis.

Para ellos es esta dedicatoria de tesis, pues es a ellos a quienes se las debo por su apoyo incondicional.

Índice General

1	INTRODUCCIÓN	1
2	REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1	RANGOS JERÁRQUICOS	3
2.1.1	<i>RANGO JERÁRQUICO LINEAL</i>	4
2.1.2	<i>RANGO JERÁRQUICO NO LINEAL</i>	4
2.2	DOMINANCIA Y SUMISIÓN	4
2.3	CARACTERÍSTICAS RELACIONADAS AL RANGO SOCIAL	5
2.3.1	<i>PRESENCIA-AUSENCIA DE CUERNOS</i>	6
2.4	DETERMINACIÓN DE LA DOMINANCIA-SUBORDINACIÓN.....	6
2.5	RANGOS JERÁRQUICOS Y REPRODUCCIÓN	7
2.5.1	<i>EFFECTOS SOBRE LAS HORMONAS</i>	7
2.6	REPRODUCCIÓN EN EL CARNERO.....	8
2.6.1	<i>ATRIBUTOS DEL SEMEN</i>	8
2.6.2	<i>VOLUMEN</i>	9
3	MATERIALES Y MÉTODOS	10
3.1	GENERAL	10
3.2	LOCALIZACIÓN Y CONDICIONES AMBIENTALES	10
3.3	ANIMALES EXPERIMENTALES Y SU MANEJO.....	10
3.4	MANEJO DE LOS CARNEROS.....	11
3.5	VARIABLE DE CALIDAD SEMINAL.....	13
3.6	ANÁLISIS ESTADÍSTICOS	13
4	RESULTADOS	14
5	DISCUSIÓN	18

6	CONCLUSIÓN.....	21
7	LITERATURA CITADA	22

Lista de Cuadros

Cuadro 1. Clasificación del rango social.....	14
Cuadro 2. Características morfométricas de los carneros.....	15
Cuadro 3. Temperatura corporal.....	15
Cuadro 4. Características seminales de carneros Dorper con diferentes rangos sociales.....	16

Lista de Figuras

Figura 1. Diseño experimental: RB = Machos de rango bajo, RM= Machos rango medio y RA = Machos rango alto, bajo las variaciones de fotoperiodo natural a 26 °N.....	11
---	----

RESUMEN

Evaluación del rango social, características morfométricas craneales y calidad seminal en carneros dorper

Por: Adán Tonatiuh Fabela Hernández

Para obtener el grado de Maestro en Ciencias en Producción Agropecuaria

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

Director de tesis: Dra. Viridiana Contreras Villarreal

Para evaluar el rango social sobre las características morfométricas y la calidad seminal en carneros de raza Dorper en el norte de México (26° N), se utilizaron 52 carneros se determino el rango social mediante las interacciones agonísticas se registró en un formato especial para el estudio conductual. También se determino la caracterización de la morfometría de los carneros así como, si presentaban cuernos, su longitud, distancia entre los mismos y grosor. Se midió el tamaño y ancho de la cabeza. Se tomo la temperatura corporal. Finalmente se recolectó semen (vagina artificial; temperatura de 38 °C), utilizando como estímulo a la monta una hembra en estro. Se evaluó la calidad seminal: volumen del eyaculado (mL), concentración espermática, motilidad masal (%) y pH y e intensidad del olor. Los datos se analizaron con el Modelo Lineal General (SAS Institute Inc, Cary, NC, EE. UU., V9.1). El modelo para analizar las variables de respuesta incluyó el del rango social. Una mayor proporción de los machos dentro de un rango medio, es decir arriba del 60% y el 36% restante están dividido tanto en los del rango bajo y alto. No podemos observar una relación en cuanto a peso ni condición corporal. En cuanto a las características seminales no afecta el rango social la mayor parte de los parámetros espermáticos que evaluamos en un nuestro estudio. Sin embargo, si se vio afectado negativamente la concentración seminal en el rango bajo con respecto al medio y alto.

Palabras clave: Machos, calidad espermática, Rango social, morfometria.

ABSTRACT

Evaluation of social rank, cranial morphometric characteristics and seminal quality in dorper rams.

By: Adán Tonatiuh Fabela Hernández

To obtain the degree of Maestro en Ciencias en Producción Agropecuaria
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro
Thesis director: Dra. Viridiana Contreras Villarreal

To evaluate the social rank on the morphometric characteristics and the seminal quality in Dorper breed rams in northern Mexico (26° N), 52 rams were used. The social rank was determined by means of the agonistic interactions, it was recorded in a special format for the study. behavioral. The characterization of the morphometry of the rams was also determined, as well as, if they had horns, their length, distance between them and thickness. The size and width of the head were measured. Body temperature was taken. Finally, semen was collected (artificial vagina; temperature of 38 ° C), using a female in estrus as a stimulus to mount. Seminal quality was evaluated: ejaculate volume (mL), sperm concentration, mass motility (%) and pH and intensity of odor. Data were analyzed with the General Linear Model (SAS Institute Inc, Cary, NC, USA, V9.1). The model to analyze the response variables included that of the social rank. A greater proportion of males within a medium range, that is, above 60% and the remaining 36% are divided into both those of the low and high range. A greater proportion of males within a medium range, that is, above 60% and the remaining 36% are divided into both those of the low and high range. We cannot observe a relationship regarding weight or body condition. Regarding the semen characteristics, the social rank does not affect most of the spermatic parameters that we evaluated in our study. However, the seminal concentration in the low range with respect to the medium and high was negatively affected.

Keywords: Males, sperm quality, social rank, morphometry.

1 INTRODUCCIÓN

El estudio de las relaciones de dominación entre los animales ha interesado a los etólogos desde principios de 1920. En condiciones naturales, es difícil la observación del comportamiento, por lo que mucha investigación sobre el tema se basa en observaciones de animales en cautiverio o en sus sitios de alimentación. En condiciones naturales, estos comportamientos son a menudo observados cerca de pozos de agua o sitios de alimentación suplementarios o artificiales (saladeros), suponiendo a menudo, que las interacciones observadas deberían tener resultados similares a las que ocurren en condiciones naturales (Côté, 2000).

Es un hecho que los animales pasan toda o gran parte de sus vidas en grupos que ocupan un territorio colectivo. Tales grupos tienen una cantidad limitada de recursos disponibles para ellos, los cuales deben dividirse de alguna manera entre cada uno de los miembros; por lo tanto, es común que se forme una jerarquía de dominancia, donde los animales se ordenan de una manera que les permita dividir los recursos disponibles (Broom, 2002). El poner en contacto machos activos a un grupo de ovejas en anestro estacional causa el incremento de los niveles de LH con una subsecuente ovación lo cual es llamado “efecto macho” (Coahen-Tannoudji y Signorte, 1987). En carneros se ha observado que la dominancia tiene influencia en el efecto macho, estos machos tienen mayores conductas sexuales lo cual hace que las hembras expuestas a los machos de jerarquía alta ovulen más (Perkins y Fitzgerald, 1994) y niveles más altos de LH (Alvarez *et al.*, 2007). Esto relacionado al nivel de testosterona podría afectar la competencia con sus compañeros (Martin *et al.*, 2013). Calderon-Leyva *et al.* (2017), encontraron que machos con testosterona tenían mayor número de conductas sexuales. La mayoría de los estudios de jerarquía son para determinar el comportamiento sexual (Perkins y Fitzgerald, 1994), y su relación de la edad con y el desarrollo de rasgos sexuales secundarios conductuales y morfológicos (Martin *et al.*, 2013). Así como sobre la calidad seminal de los carneros (Ungerfeld

y Lacuesta, 2010). En otras especies como primates indican que la temperatura fecal es un indicador confiable de la temperatura corporal en mamíferos, asociados con el comportamiento de apareamiento macho (Negrey *et al.*, 2020). Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue determinar el rango social, características morfométricas craneales y calidad seminal en carneros dorper.

2 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Rangos jerárquicos

El estudio de las relaciones de dominación entre los animales ha interesado a los etólogos desde principios de los años veinte. En condiciones naturales, es difícil la observación del comportamiento, por lo que mucha investigación se basa en observaciones de animales en cautiverio o en sitios de alimentación. En condiciones naturales, estos comportamientos son a menudo observados cerca de pozos de agua o sitios de alimentación suplementarios o artificiales (saladeros), a menudo suponiendo que las interacciones observadas deberían tener resultados similares a los que ocurren en condiciones naturales (Côté, 2000). Es un hecho que los animales pasan toda o gran parte de sus vidas viviendo en grupos que ocupan un territorio colectivo. Tales grupos tienen una cantidad limitada de recursos disponibles para ellos, que deben dividirse de alguna manera entre cada uno de los miembros; por lo tanto, es común que se forme una jerarquía de dominancia, donde los animales se ordenan de una manera que les permita dividir los recursos disponibles (Broom, 2002).

Entre los ungulados en los cuales se ha documentado la tasa de interacción agonística de hembras adultas, se ha observado que las cabras montés (*Oreamnos americanus*) son las más agresivas en esta especie, las hembras están organizadas en jerarquías de dominancia altamente lineales y estables, fuertemente correlacionadas con la edad, donde el dominio es importante en la organización social, debido a la observación de que el número de partos aumenta de acuerdo con el rango materno (Côté, 2000).

2.1.1 Rango jerárquico lineal

Broom (2002), menciona que, dentro de una jerarquía lineal, el animal A domina a todos los demás, mientras que el animal B domina a todos los demás excepto A, y así sucesivamente; sin embargo, para diferentes tipos de grupos, la estructura particular varía. Además, se ha comprobado que comúnmente existen coaliciones que ayudan a preservar una jerarquía, las cuales ocurren a menudo cuando los parientes se apoyan entre sí, aunque también se han observado coaliciones entre individuos no relacionados, donde las jerarquías de dominación se mantienen al reconocer individuos dominantes y no dominantes, por el olor como sucede en los peces o por voz como en el caso de los pájaros.

2.1.2 Rango jerárquico no lineal

Kochhann (2017) menciona que una jerarquía de dominación no lineal se produce si se presentan algunos de estos factores: (a) hay al menos una relación desconocida o no definida y (b) hay al menos una relación circular, por ejemplo: si A domina a B, B domina a C y C domina a A.

2.2 Dominancia y Sumisión

La dominancia se define como un atributo del patrón de interacciones agresivas repetidas entre dos individuos, caracterizada por un resultado a favor de un individuo. Esto determina el rango social, que se refiere a la posición relativa de un individuo en la jerarquía de dominio que puede desarrollarse dentro de un grupo (Pelletier y Festa-Bianchet, 2006). En este sentido, el dominante es quien obtiene el resultado a favor sobre otro individuo y, de esta manera, el segundo será el subordinado (Heitor *et al.*, 2006). El surgimiento de jerarquías de dominio en animales sociales es de naturaleza muy común y tiene grandes ventajas durante la búsqueda de alimentos y adquisición de territorio o pareja. En este último punto, el rango en la jerarquía influye en la capacidad de aparearse

(Kochhann, 2017). Barroso *et al.* (2000), mencionan que la producción se ve afectada por el predominio; sin embargo, al contrario de lo que podría pensarse, las cabras con rango medio fueron las más productivas.

2.3 Características relacionadas al rango social

Côté (2000), observó que más del 50% de las hembras adultas cambiaron de rango en uno de los años del estudio, lo cual podría sesgar las conclusiones sobre el papel del predominio en la organización social o sobre los efectos potenciales del predominio en los rasgos de aptitud física.

La magnitud de los efectos estacionales no era suficiente para evitar que los carneros se utilizaran para la reproducción durante todo el año y que la variación estacional dentro de las variables afectó a los rangos sociales de manera diferente (Aguirre *et al.*, 2007).

Andersen *et al.* (2008), mencionan que excepto por el mayor nivel de agresión en los grupos inestables, la inestabilidad social no tuvo otros efectos significativos sobre factores como el crecimiento, el nivel de cortisol o la producción de cabritos en las cabras.

Yiakoulaki *et al.* (2018), La colectividad de las ovejas mejoró mientras se alimentaban de pastos, aunque si se observó tendencia a la jerarquización dentro del rebaño. En cuanto a la proximidad, hubo un aumento durante el pastoreo de herbáceas, mientras se fortaleció su individualismo al pastar arbustos. La proximidad de las ovejas mientras pastorea en presencia de árboles parece ser la opción más conflictiva.

Flota-Bañuelos *et al.* (2019), Las ovejas en ambos sistemas de pastoreo no exhibieron datos significativos en sus niveles jerárquicos.

2.3.1 Presencia-ausencia de cuernos

Estudios sobre la competencia social y sus consecuencias realizados en machos, demuestran que, la competencia entre los machos por el acceso a grupos hembras individuales fortalece la selección de las características que confieren éxito en las peleas o atraen potenciales parejas de apareamiento. Se ha demostrado que existen relaciones consistentes entre el tamaño de los grupos de hembras y el desarrollo de caracteres sexuales secundarios en los machos, incluidos el tamaño del cuerpo y de los cuernos. En algunas especies, el dominio masculino y el éxito en las peleas son efectivamente inseparables: por ejemplo, en el ciervo rojo y el borrego cimarrón, el rango social de los machos depende de su capacidad de lucha, que tiene que ver directamente con su cornamenta (Clutton-Brock y Huchard, 2013). Tölü *et al.* (2007), observaron que los animales que ocuparon el máximo rango jerárquico, tenían cuernos, eran más pesados y más agresivos. Las hembras dominantes tendieron a parir más machos. Los autores sugieren realizar trabajos a nivel genético y molecular para aclarar algunos mecanismos.

2.4 Determinación de la dominancia-subordinación

Aschwanden *et al.* (2008), dicen que sus resultados enfatizan la importancia de un manejo sensato de la agrupación en cabras con el objetivo de agrupar a los animales en una etapa temprana con la finalidad de mantener estable la composición del grupo. Miranda-de la Lama *et al.* (2013), mencionan que las cabras mantenidas en mejores condiciones ambientales tuvieron una reacción de mayor excitación que el grupo de menor condición. Los resultados tienen implicaciones importantes sobre los efectos del enriquecimiento ambiental y el rango de dominio en el manejo de cabras.

2.5 Rangos jerárquicos y reproducción

Se cree que los rasgos masculinos, como el gran tamaño corporal, han evolucionado para ayudar a los machos que disputan el acceso a las hembras. Los carneros dominantes tienden a ser más pesados que los subordinados, a menudo porque tienen acceso primario a los recursos alimenticios (Aguirre *et al.*, 2007). Álvarez *et al.* (2003), observó que después de la introducción de los machos en los corrales, las hembras con rango social más alto fueron las primeras en ovular y concebir. Álvarez *et al.* (2009), la respuesta inmediata de LH a la presencia del macho es mayor en las cabras dominantes, en comparación con las cabras subordinadas, esto se asocia con un mayor número de cabras dominantes que ovulan en respuesta al efecto macho.

2.5.1 Efectos sobre las hormonas

Los hallazgos de que los carneros subordinados tenían niveles más bajos de testosterona que los animales dominantes y a su vez, menos incrementos en la testosterona durante la temporada de reproducción, podrían explicarse por el estrés inducido por su proximidad a los animales dominantes. Experimentos con roedores han encontrado que la reducción de la testosterona sérica es uno de los primeros signos de una disminución de la función reproductiva inducida por el estrés. La disminución de la testosterona podría ser el resultado de una reducción en los niveles séricos de la hormona luteinizante (LH) después del estrés crónico o por una inhibición de la esteroidogénesis de células de Leydig por un mecanismo mediado por el receptor de glucocorticoides o un aumento de la corticosterona después del estrés agudo (Aguirre *et al.*, 2007). Álvarez *et al.* (2010), indica que sus resultados sugieren una relación entre los niveles circulantes de progesterona y los rangos sociales de las cabras. Zuñiga-García *et al.* (2020), revelan el efecto del rango social vinculado al peso vivo, sobre los

parámetros reproductivos en cabras anéstrias sometidas a un protocolo de inducción del estro.

Álvarez *et al.* (2007), mencionan que el rango social de la cabra Cachemira australiana influye en su respuesta al efecto macho en cuanto a la secreción temprana de LH y la expresión del estro.

2.6 Reproducción en el carnero

El rendimiento reproductivo de un semental está relacionado con la producción de esperma, viabilidad y capacidad de fertilización del esperma eyaculado, capacidad de servicio y comportamiento sexual. La capacidad de producción de esperma y la libido son los principales factores que permiten el uso extensivo de un semental para un mayor número de hembras durante un período más largo. Estas características reproductivas pueden estar influenciadas por factores genéticos y ambientales, así como por las interacciones entre ellos (Oliveira 2012).

2.6.1 Atributos del semen

Las características mejoradas del semen y la libido de los carneros dominantes durante la temporada de reproducción podría ser una respuesta adaptativa para que los machos de alto estatus se apareen con un mayor número de hembras sexualmente receptivas, ya que se ha encontrado que algunas ovejas de pelo muestran una tendencia a una mayor actividad ovulatoria durante los días cortos. La libido mejorada y las reservas de esperma de los carneros dominantes se necesitan para aparearse con un número relativamente grande de hembras que están simultáneamente en celo (Aguirre *et al.*, 2007).

2.6.2 Volumen

Los hallazgos de que los carneros subordinados tenían niveles de testosterona más bajos que los animales dominantes y menos incrementos de testosterona durante la temporada de reproducción podrían explicarse por el estrés inducido por su proximidad a los animales dominantes. Los experimentos con roedores han encontrado que disminuir la testosterona sérica es uno de los primeros signos de una disminución de la función reproductiva inducida por el estrés. Disminución de la testosterona podría resultar de una reducción en los niveles séricos de la hormona luteinizante (LH) después del estrés crónico o por una inhibición de la esteroidogénesis de las células de Leydig por un mecanismo mediado por el receptor de glucocorticoides o por un aumento de la corticosterona después del estrés agudo (Aguirre *et al.*, 2007).

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 General

Todos el manejo y mantenimiento de los animales usados en este estudio fueron acorde a la guía de uso ético, y de animales para investigación (FASS, 2010), nacional (NAM, 2002) e institucional, con numero de referencia UAAAN/UL/1330-8241-2868.

3.2 Localización y condiciones ambientales

El estudio se realizó del 21 de marzo del 2017 al 7 de mayo del 2017, en Matamoros, Coahuila, México. (103° 13' 49" LO y 25° 31' 41" LN, a una altura de 1,115 msnm). El área se caracteriza por un clima muy seco, con una temperatura que oscila entre los 14 – 22 °C, con un promedio anual de 23.1 °C y una precipitación pluvial de 100 - 400 mm anuales. El promedio máximo de temperatura es de 41 °C en mayo y junio y el promedio mínimo de -3 °C durante diciembre y enero. El rango de humedad relativa oscila de 26% a 61% y las variaciones de luz son de 13 h 41 min durante el solsticio de primavera (junio) a 10 h 19 min durante el solsticio de invierno (diciembre).

3.3 Animales experimentales y su manejo

Se seleccionaron 52 machos y 10 hembras nulíparas, todos de la raza Dorper; los animales de ambos sexos tuvieron una edad promedio 3 años (rango de 2 a 4 años). Se determinó el peso y condición corporal de los machos (Jefferies, 1961; Phythian *et al.*, 2012), basados en una escala de 0 a 5, donde 0 = emaciado y 5 = muy gordo). Todos los animales fueron alimentados dos veces al día (1000 y 1800 h) con sobrante de ganado lechero (17% PC y 1.5 EM), además de tener libre acceso a sales minerales y agua y fueron vacunados y desparasitados tres semanas antes del estudio, de acuerdo con el manejo rutinario del hato. Diseño experimental figura 1.

La primera parte del estudio, tuvo como objetivo determinar el rango social y características morfométricas de los carneros, a los cuales, les determinó el peso

y condición corporal (Jefferies, 1961; Phythian *et al.*, 2012), basados en una escala de 0 a 5, donde 0 = emaciado y 5 = muy gordo). Se utilizaron las 10 hembras como medio de competencia para los machos, y así poder determinar el rango social de éstos. La segunda parte del estudio, tuvo como objetivo determinar la calidad seminal en los carneros Doorper, una vez terminada la fase de determinación de su rango social.

El diseño experimental se muestra en figura 1.

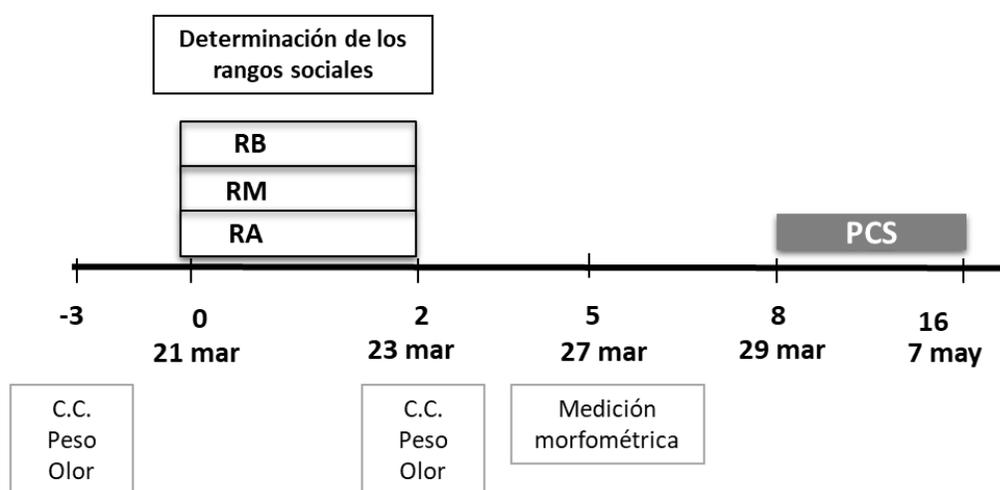


Figura 1. Diseño experimental: RB = Machos de rango bajo, RM= Machos rango medio y RA = Machos rango alto, bajo las variaciones de fotoperiodo natural a 26 °N. La prueba de rangos social se realiza una vez al día por 3 min. PCS = Pruebas de calidad seminal (barra gris claro).

3.4 Manejo de los carneros

Etapa 1. Evaluación del rango social

Las hembras del experimento se alojaron en corrales individuales de 2.5 X 2.5 mts, protegiendo los animales de las condiciones medioambientales con el propósito de meter dos machos con cada hembra, durante un lapso de 3 min por corral, para evaluar y registrar el comportamiento del macho.

El rango social de cada macho se determinó por medio del estudio conductual adaptado de Álvarez *et al.* (2003) y Barroso *et al.* (2000):

Las observaciones del estudio conductual (interacciones agonísticas) se realizó por una sola persona, y la información se registró en un formato especial. Con la información obtenida del estudio conductual (las consecuencias de ganar o perder), se procedió a calcular el índice de éxito para cada macho. El índice de éxito resulta de dividir el número de eventos ganados entre el número de eventos perdidos. En base a esto se determinaron rangos sociales bajo, medio y alto (Índex) Según la técnica descrita por Hass y Jenni, (1991).

Etapas 2. Características morfométricas craneales y temperatura corporal del animal:

La caracterización de la morfometría de los carneros se determinó con base en los siguientes aspectos: presencia o ausencia de cuernos, así como su longitud, grosor y distancia entre los mismos, el tamaño y ancho de la cabeza (cm), estas últimas medidas con el uso de un flexómetro. Se midió la temperatura rectal, timpánica y ocular con ayuda de una cámara térmica y un termómetro digital. Esto a las 8:00 am tratando de evitar estresar al animal y antes de comer para que no existieran variaciones de esta.

Características seminales y olor en los carneros

Posterior a la determinación de los rangos sociales, se determinó la calidad seminal, para lo cual, se recolectó el semen con una vagina artificial estándar para ovinos, a una temperatura de 38 °C, usando como estímulo a la monta de los carneros una hembra de estro (celo natural). La vagina artificial fue atemperada a 45°C con el uso de agua caliente. El semen se colectó en tubos graduados, los cuales se sumergieron inmediatamente en un baño maría a 38 °C y se transportaron al laboratorio para su análisis durante los siguientes 10 minutos posteriores a su recolección.

3.5 Variable de calidad seminal

Las medidas de calidad del semen consideradas fueron:

- 1) El volumen eyaculado (mL) se cuantificó directamente en el tubo cónico recolector, graduado con intervalos ópticamente visibles de 0.1 mL.
- 2) La concentración espermática se determinó mediante análisis fotométrico (Spermacue®, 12300/0500 Minitub, Landshut, Alemania; Olivera-Muzante *et al.*, 2011), utilizando semen no diluido, y se expresó como x10⁶ células por mL.
- 3) La motilidad masal (%) se evaluó con el uso de una escala arbitraria de 1 a 5; donde 1 = 25% y 5 = 100% espermatozoides móviles; Mahsud *et al.*, 2013). La motilidad de los espermatozoides se determinó con el uso de una plataforma precalentada (37 °C), usando un microscopio de contraste de fase de 400X.
- 4) PH se evaluó a través de una tira poniendo unas gotas sobre la misma y posteriormente determinando su valor en la escala.
- 5) Olor se determinó con la técnica descrita por Walkden-Brown *et al* (1994), en una escala de 1 a 4 donde 1 era considerado el olor que muestra una oveja y 4 es un olor muy fuerte del carnero.

3.6 Análisis estadísticos

Los valores de las medias se analizaron mediante el procedimiento ANOVA del Modelo Lineal General (GLM) de SAS (SAS Institute Inc, Cary, NC, EE. UU., V9.1). El modelo estadístico para analizar las variables de respuesta incluye el efecto del tratamiento; los resultados se presentan como medias no transformadas \pm SEM y se consideraron estadísticamente significativas a $P < 0.05$.

4 RESULTADOS

Evaluación del rango social

En el cuadro 1 se presenta la clasificación del rango social de los animales del estudio. El rango medio fue el que mostro una mayor de proporción de animales (63%; $P < 0.05$) mientras los rangos altos y bajos tuvieron un menor número de individuos, pero no fueron diferentes entre ellos (16 y 19 %; respectivamente, $P > 0.05$). Los machos de rango alto mostraron un mayor número de eventos ganados con respecto a los eventos perdidos (73% vs 26.6%, respectivamente, $P < 0.05$). Pero esta proporción se invierte con los grupos de bajo rango donde los eventos ganados son menores a los eventos perdidos (23.3% vs 76%, respectivamente, $P < 0.05$). En ambos casos siguiendo podemos ver una proporción de 1:3 eventos ganados, tanto a favor como en contra (Alto vs Bajo). El Rank fue mayor en el grupo alto seguido del medio y finalmente el bajo (0.74 ± 0.02 , 0.50 ± 0.03 y 0.24 ± 3.3 , respectivamente, $P < 0.05$).

Cuadro 1. Clasificación del rango social

Rango	Proporción de animales (%)	% de eventos		Index
		Ganados	Perdidos	
Bajo	19.4% (7/36) ^b	23.3% (60/257) ^{Bb}	76.6% (197/257) ^{Aa}	0.24 ± 3.3^c
Medio	63.8% (23/36) ^a	50.6% (527/1040) ^a	49.3% (513/1040) ^b	0.50 ± 0.03^b
Alto	16.6% (6/36) ^b	73% (119/267) ^{Aa}	26.9% (72/267) ^{Bc}	0.74 ± 0.02^a

^{a,b} Valores en la misma línea, ^{A,B} Valores en la misma columna, con diferente superscripto, son diferentes ($P < 0.05$).

Características morfométricas y temperatura corporal del animal

En el cuadro 2 se presenta la clasificación del rango social de los animales del estudio. No existió ninguna diferencia estadística entre los tres rangos con respecto al peso, CC, Largo y ancho de cabeza o ancho de cuernos ($P > 0.05$)

Cuadro 2. Características morfométricas de los carneros

	Peso	CC	Largo cabeza	Ancho cabeza	Presencia cuernos	Longitud	Ancho entre cuernos
	(kg)	(1-4)	(cm)	(cm)	(%)	(cm)	(cm)
Bajo	83.9± 3.4	3.43± 0.2	28.1±0.4	10.1±0.1	0 (0/4)	0	6.7±0.6
Medio	81.9± 4.2	3.17± 0.2	28.8±0.7	10.5±0.3	41.6 (5/12)	7.24	7.5±0.3
Alto	81.6± 3.8	3.50± 0.2	28.5±0.5	10.0±0.2	50 (2/4)	11	7.6±0.4

^{a,b} Valores en la misma línea, con diferente superscripto, son diferentes (P<0.05).

Mientras en el cuadro 3, se presenta la temperatura corporal de los machos con los tres rangos sociales. No existió ninguna diferencia estadística entre los tres rangos con respecto a la temperatura rectal, timpánica y del ojo (P>0.05)

Cuadro 3. Temperatura corporal

Rango	Temperatura (°C)		
	Rectal	Timpánica	Ojo
Bajo	39.3±0.2	38.6±1.0	39.6±0.5
Medio	39.5±0.1	39.0±0.3	39.8±0.4
Alto	39.8±0.3	38.1±1.0	39.8±1.3

^{a,b} Valores en la misma línea, con diferente superscripto, son diferentes (P<0.05).

Experimento 3. Características seminales y olor en los carneros

En el cuadro 4 se muestran las características seminales de los tres rangos sociales. No existió una diferencia entre los rangos medio y alto (P>0.05) pero estos si difirieron respecto al rango bajo (P<0.05). Mientras en cuanto a montas con eyaculado los machos del rango alto mostro una mayor cantidad (66%) y los

del bajo una menor cantidad (28%). Un dato interesante es que también en eyaculaciones se mantuvo una proporción de 1:3 eyaculaciones, tanto a favor como en contra (Alto vs Bajo). Por otra parte, no se encontró diferencias entre el volumen, motilidad, pH y color ($P > 0.05$), solamente se observó una variación en las concentraciones espermáticas del rango bajo el cual fue inferior respecto al rango medio y alto (2660 ± 463 vs 3687 ± 101 y 3848 ± 187 ; respectivamente, $P < 0.05$).

Cuadro 4. Características seminales de carneros Dorper con diferentes rangos sociales

	Olor	Eyaculaciones		Volumen	Concentración	Motilidad	pH	Color
Rango	(1-4)	Monta (%)	Rechazo (%)	(mL)	(X10 ⁶)	(%)	(1-14)	(1-4)
Bajo	0.75±0.1 ^b	28.5% (2/7) ^b	71.4% (5/7) ^b	0.9±0.2	2660±463 ^b	1.8±0.7	7.7±0.2	1.8±0.6
Medio	1.92±0.2 ^a	34.7% (8/23) ^b	65.2% (15/23) ^b	1.0±0.1	3687±101 ^a	2.3±0.3	7.6±0.1	2.5±0.2
Alto	2.5±0.7 ^a	66.6% (4/6) ^a	33.3% (2/6) ^a	0.9±0.1	3848±187 ^a	2.8±0.4	7.4±0.1	2.6±0.2

^{a,b} Valores en la misma línea, con diferente superscripto, son diferentes (P<0.05).

5 DISCUSIÓN

En el presente estudio se pudo demostrar una mayor proporción de los machos dentro de un rango medio, es decir arriba del 60% y el resto está dividido tanto en los del rango bajo y alto. En este sentido, sin el efecto de un mayor peso o edad (Loison *et al.*, 1999) a la cual le han relacionado mucho los rangos sociales, se sigue teniendo una estructura social con machos de características similares. Por otra parte, el típico predictor morfométrico utilizado en ungulados para determinar el rango social es la edad y masa muscular (Fouriner *et al.*, 1995). Sin embargo, no se encontraron diferencias morfométricas en la estructura ósea de la cabeza lo cual nos hace pensar que estas características no son un determinante al momento de relacionarlo con su rango social. Creemos que tiene mayor importancia la presencia de cuernos ya que podemos observar que los de rango social bajo no contaban con cuernos y los del rango medio y alto presentaban arriba de un 40% y 50%, respectivamente. Lo anterior concuerda con lo descrito por Hass (1991), quien mencionan que la cornamenta tiene un rol en el rango de dominancia. Pero si el porcentaje de animales con cuernos era similar tanto en medio como en alto, el factor determinante puede estar relacionado con la longitud de los mismos ya que el rango alto los carneros tenían mayor tamaño con respecto al rango medio, lo cual explica probablemente que sea un factor determinante en la dominancia. También se observó que los machos de rango bajo tenían los cuernos un ancho inferior que en general era aproximadamente de 1 cm comparado con los otros grupos.

No podemos observar una relación en cuanto a peso ni condición corporal. Esto porque desde el inicio del estudio los animales se encontraban con algunas similitudes corporales por el manejo realizado en el hato. Sin embargo, Pelletier *et al.* (2006) encontraron una relación directa entre el peso con el rango social, con lo cual en nuestro estudio podemos decir que no siempre está relacionada esta variable con la dominancia de los carneros. Cote (2000), encontró en ungulados (cabra de montaña “*Oreamnos americanus*”) una relación directa del

rango social con la masa muscular, mientras en nuestro estudio no pudimos relacionar la condición corporal de los machos con su rango social. Por otra parte, no encontramos una variación en cuanto a la temperatura corporal, por ende, no relacionarlo con los rangos sociales. Esto debido a que los reguladores térmicos en los animales tratan de ajustar de manera eficiente la homeostasis (Terrien *et al.*, 2014), independientemente del estatus social que tengan.

Finalmente, los niveles de olor fueron menores en los carneros de bajo rango, lo cual se a podido relacionar que el olor está vinculado con los niveles de testosterona que, aunque en este estudio no se consideró esta variable hay evidencia que sugiere su fuerte relación (Cruz-Castrejón *et al.*, 2007). Dicha hormona se a propuesto que es la encargada de estimular una conducta sexual en carneros lo cual también esta relacionado con las conductas sexuales consumatorias (Calderon-Leyva *et al.*, 2017), donde los carneros con bajo libido pudieran tener bajos niveles de testosterona por lo cual, muestran menor cantidad de montas eyaculatorias y aumentan los rechazos, lo cual podemos apreciar en el grupo de bajo rango social. En cuanto a las características seminales no afecta el rango social la mayor parte de los parámetros espermáticos que evaluamos en un nuestro estudio. Pudimos observar que no influyo en el rango social medio y alto contrario a lo que se suponía, pero ésto probablemente se debió a que como estaba en condiciones intensiva se les daba de comer a libre acceso, y aunque hay diferente comportamiento sexual, al tener la misma calidad sexual de la mayoría de las variables seminales y probablemente estos machos si se utilizan durante efecto macho las hembras no tengan diferente respuesta. Sin embargo, si se vio afectada negativamente la concentración seminal en el rango bajo con respecto al medio y alto. Y esto podemos relacionarlo con el color del semen y su correlación con la concentración espermática. Según Evans y Maxwell (1990), determinaron una escala de color donde más baja (claro-nebuloso) menor concentración espermática y esto pudimos observarlo en nuestro estudio. También otro factor pudo estar determinado por una menor disponibilidad de los recursos sobre todo

en cuanto alimentación que tiene los de bajo rango social (Drews, 1993) y esto afectar de manera negativa la espermatogénesis.

6 CONCLUSIÓN

Con los siguientes datos podemos inferir que el rango social no está relacionado con las características morfométricas craneales y la temperatura corporal. Sin embargo, se puede determinar que animales con bajo rango tendrán un menor desempeño reproductivo tanto en la cantidad de montas como en su concentración seminal con los cual estos dos factores son fundamentales para tener buenos parámetros productivos.

7 LITERATURA CITADA

- AGUIRRE, V., ORIHUELA, A., VÁZQUEZ, R. 2007. Seasonal variations in sexual behavior, testosterone, testicular size and semen characteristics, as affected by social dominance, of tropical hair rams (*Ovis aries*). *Animal Science Journal*. 78: 417–423.
- ALVAREZ L., MARTIN, G.B., GALINDO, F., ZARCO, L.A. 2003. Social dominance of female goats affects their response to the male effect. *Applied Animal Behaviour Science*. 84: 119–126.
- ALVAREZ, L., ARVIZU, R.R., LUNA, J.A., ZARCO, L.A. 2010. Social ranking and plasma progesterone levels in goats. *Small Ruminant Research*. 90: 161–164.
- ALVAREZ, L., RAMOS, A.L., ZARCO, L. 2009. The ovulatory and LH responses to the male effect in dominant and subordinate goats. *Small Ruminant Research* 83: 29–33.
- ALVAREZ, L., ZARCO, L., GALINDO, F., BLACHE, D., & MARTIN, G. B. (2007). Social rank and response to the “male effect” in the Australian Cashmere goat. *Animal Reproduction Science*, 102(3-4), 258-266.
- ALVAREZ, L., ZARCO, L., GALINDO, F., BLACHE, D., MARTIN, G.B. 2007. Social rank and response to the “male effect” in the Australian Cashmere goat. *Animal Reproduction Science*. 102: 258–266.
- ANDERSEN, I.L., ROUSSEL, S., ROPSTAD, E., BRAASTAD, B.O., STEINHEIM, G., JANCZAK, A.M., JØRGENSEN, G.M., BØE, K.E. 2008. Social instability increases aggression in groups of dairy goats, but with minor consequences for the goats’ growth, kid production and development. *Applied Animal Behaviour Science* 114(2008): 132–148.

- ANDERSEN, I.L., TØNNESEN, H., ESTEVEZ, I., CRONIN, G.M., BØE, K.E. 2011. The relevance of group size on goats' social dynamics in a production environment. *Applied Animal Behaviour Science*. 134: 136–143.
- ASCHWANDEN, J., GYGAX, L., WECHSLER, B., KEIL, N.M. 2008. Social distances of goats at the feeding rack: Influence of the quality of social bonds, rank differences, grouping age and presence of horns. *Applied Animal Behaviour Science* 114: 116–131.
- ASCHWANDEN, J., GYGAX, L., WECHSLER, B., KEIL, N.M. 2009 Structural modifications at the feeding place: Effects of partitions and platforms on feeding and social behaviour of goats. *Applied Animal Behaviour Science* 119: 180–192.
- BARROSO, F.G. ALADOS, C.L. BOZA J. 2000. Social hierarchy in the domestic goat: effect on food habits and production. *Applied Animal Behaviour Science*. 69: 35–53.
- BERGERON, P., GRIGNOLIO, S., APOLLONIO, M., SHIPLEY, B., FESTA-BIANCHET, M. 2010 Secondary sexual characters signal fighting ability and determine social rank in Alpine ibex (*Capra ibex*). *Behavioral Ecology and Sociobiology*. 64: 1299–1307.
- BROOM, M. 2002. A unified model of dominance hierarchy formation and maintenance. *Journal of Theoretical Biology*. 219: 63–72.
- CALDERÓN-LEYVA, G., MEZA-HERRERA, C. A., RODRIGUEZ-MARTINEZ, R., ANGEL-GARCÍA, O., RIVAS-MUÑOZ, R., DELGADO-BERMEJO, J. V., & VÉLIZ-DERAS, F. G. (2018). Influence of sexual behavior of Dorper rams treated with glutamate and/or testosterone on reproductive performance of anovulatory ewes. *Theriogenology*, 106, 79-86.

- CLUTTON-BROCK, T. H., HUCHARD, E. 2013. Social competition and selection in males and females. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 368(1631): 20130074.
- CÔTÉ, S. (2000). Dominance hierarchies in female mountain goats: stability, aggressiveness and determinants of rank. *Behaviour*, 137(11), 1541-1566.
- CÔTÉ, S.D. 2000: Determining social rank in ungulates: a comparison of aggressive interactions recorded at a bait site and under natural conditions. *Ethology* 106: 945–955.
- CRUZ-CASTREJÓN, U., VÉLIZ, F. G., RIVAS-MUÑOZ, R., FLORES, J. A., HERNÁNDEZ, H., & MORENO, G. D. (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), 93-100.
- DREWS, C. (1993). The concept and definition of dominance in animal behaviour. *Behaviour*, 125(3-4), 283-313.
- FLOTA-BAÑUELOS, C., RIVERA-LORCA, J.A., CANDELARIA-MARTÍNEZ, B. 2019. Importance of sheep social hierarchy on feeding behavior and parasite load in silvopastoral and grass monoculture grazing systems. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 10(1): 52–67.
- FOURNIER, F., & FESTA-BIANCHET, M. (1995). Social dominance in adult female mountain goats. *Animal Behaviour*, 49(6), 1449-1459.
- HASS, C. C. (1991). Social status in female bighorn sheep (*Ovis canadensis*): expression, development and reproductive correlates. *Journal of Zoology*, 225(3), 509-523.
- HEITOR, F., OOM, M.M., VICENTE, L. 2006. Social relationships in a herd of Sorraia horses Part I. Correlates of social dominance and contexts of

- aggression. *Behavioural Processes*. 73(2006): 170–177.
- JEFFERIES, B.C., 1961. Body condition scoring and its use in management. *Tasmanian J. Agric.* 32, 19–21.
- KOCHHANN, D. 2017. Dominance Hierarchy. In: *Encyclopedia of Animal Cognition and Behavior*. Editors: Jennifer Vonk, Todd Shackelford. Springer, Cham.
- LOISON, A., FESTA-BIANCHET, M., GAILLARD, J. M., JORGENSON, J. T., & JULLIEN, J. M. (1999). Age-specific survival in five populations of ungulates: evidence of senescence. *Ecology*, 80(8), 2539-2554.
- MIRANDA-DE LA LAMA, G.C., PINAL, R., FUCHS, K., MONTALDO, H.H., DUCOING, A., GALINDO, F. 2013. Environmental enrichment and social rank affects the fear and stress response to regular handling of dairy goats. *Journal of Veterinary Behavior*. 8(5): 342–348.
- OLIVEIRA, M.E.F., DE ALMEIDA, O.M., PINHO, R.O., WILTER, R.R.V., RODRIGUES L.F.S. 2012. Behavioural and seminal characteristics of Santa Ines rams subjected to successive semen collections in the Amazonian region, *Italian Journal of Animal Science*, 11: 4.
- PELLETIER, F., & FESTA-BIANCHET, M. (2006). Sexual selection and social rank in bighorn rams. *Animal Behaviour*, 71(3), 649-655.
- PELLETIER, F., FESTA-BIANCHET, M. 2006. Sexual selection and social rank in bighorn rams. *Animal Behaviour*. 71(3): 649–655.
- TERRIEN, J., PERRET, M., & AUJARD, F. (2011). Behavioral thermoregulation in mammals: a review. *Front Biosci*, 16(4), 1428-1444.
- TÖLÜ, C., SAVAŞ, T., PALA, A., THOMSEN. H. 2007. Effects of goat social rank on kid gender. *Czech Journal of Animal Science*. 52(3): 77–82.

YIAKOULAKI, M.D., HASANAGAS, N.D., MICHELAKI, E., TSIOBANI, E.T., ANTONIOU, I.E. 2018. Social network analysis of sheep grazing different plant functional groups. *Grass and Forage Science*. 2018: 1–12.

ZUÑIGA-GARCIA, S. MEZA-HERRERA, C.A., MENDOZA-CORTINA, A., OTAL-SALAVERRI, J., PEREZ-MARIN, C., LOPEZ-FLORES, N.M., CARRILLO, E., CALDERON-LEYVA, G., GUTIERREZ-GUZMAN, U.N., VELIZ-DERAS, F.G. 2020. Effect of social rank upon estrus induction and some reproductive outcomes in anestrus goats treated with progesterone + eCG. *Animals*. 10: 1125.