

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO



LA JERARQUÍA SOCIAL COMO DETERMINANTE DEL COMPORTAMIENTO
SOCIO-SEXUAL Y REPRODUCTIVO OVINO

Tesis

Que presenta MIGUEL ANGEL GAYTAN AGUILERA

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

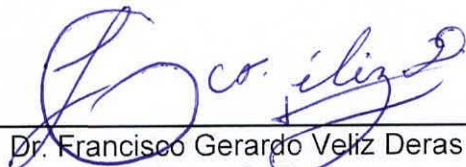
Torreón, Coahuila

Mayo 2025

LA JERARQUÍA SOCIAL COMO DETERMINANTE DEL COMPORTAMIENTO
SOCIO-SEXUAL Y REPRODUCTIVO

Tesis

Elaborada por MIGUEL ANGEL GAYTAN AGUILERA como requisito parcial
para obtener el grado de Maestro en Ciencias en Producción Agropecuaria con
la supervisión y aprobación del Comité de Asesoría



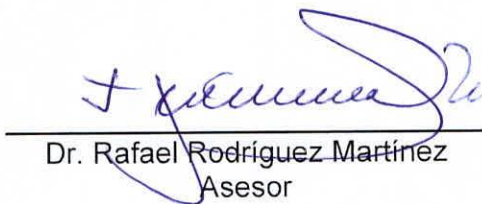
Dr. Francisco Gerardo Veliz Deras
Director de Tesis



Dr. Alan Sebastián Alvarado Espino
Asesor



Dr. Oscar Ángel García
Asesor



Dr. Rafael Rodríguez Martínez
Asesor



Dra. Dalia Ivette Carrillo Moreno
Jefe del Departamento de Postgrado



Dr. Antonio Flores Naveda
Subdirector de Postgrado

Torreón, Coahuila

Mayo 2025

AGRADECIMIENTOS

A la universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por continuar mis estudios profesionales.

A mis asesores: Dr. Francisco Gerardo Veliz, Dr. Alan Sebastián Alvarado, Dr. Oscar Ángel, Dra. Viridiana Contreras, Dra. Guadalupe Calderon, Dra. Dalia Ivette Carrillo, por su ayuda y su apollo

A todas y todos mis compañeros que me ayudaron a la realización de este proyecto: Valeria Berumen, Karen Sánchez, Lizeth Salas, Dilaily Briones, Sofía Calvillo, M.V.Z. Fortunato Nava, M.C. Jesús Varela, M.C. José Luis Ríos, Dr. Rafael Rodríguez, Edgar Macías, José Luis Herrera

Índice de Contenido

AGRADECIMIENTOS	1
Índice de cuadros	3
Índice de figuras	3
ABSTRACT	4
RESUMEN	5
I. INTRODUCCIÓN	6
II. REVISIÓN DE LITERATURA	8
2.1 Características generales y reproductivas de los ovinos	8
2.2 Endocrinología de la reproducción	8
2.3 Estacionalidad reproductiva	10
2.4 Ciclo estral	12
2.5 Parámetros reproductivos	15
2.6 Indicadores hematológicos, fisiológicos y comportamentales del bienestar animal	16
2.7 Dominancia	17
2.9 Jerarquía social	18
2.10 Comportamiento socio-sexual	19
III. MATERIALES Y MÉTODOS	21
3.1 General	21
3.2 Localización, condiciones ambientales, animales y manejo	21
3.3 Estudio conductual, cuantificación de comportamientos agonísticos, rango social, grupos experimentales, manejo y variables de respuesta	22
3.4 Estudio de dominancia hembras	23
3.5 Estudio conducta socio-sexual	23
3.6 Variables reproductivas	24
3.7 Variables hematológicas	24
3.8 Análisis estadísticos	25
III. RESULTADOS	26
IV. DISCUSIÓN	36
V. CONCLUSIÓN	44
VI. REFERENCIAS	45

Índice de cuadros

Cuadro 1. Resultados Índice de éxito (IE).....	26
Cuadro 2. Comparación morfométrica de machos y hembras entre dos grupos; Alto y Bajo.	26
Cuadro 3. Comparación de interacciones significativas y No significativas entre machos Dorper según el Tipo y Tratamiento.	27
Cuadro 4. Parámetros Hematológicos de ovejas bajo cuatro tratamientos diferentes.....	31
Cuadro 5. Resultados de modelos GLM, evaluación del efecto de tratamientos sobre variables reproductivas.	33

Índice de figuras

Figura 1. Gráficos de caja que muestran el número de interacciones (Tipo_Momento).....	28
Figura 2. Gráficos de caja que muestran el número de interacciones para diferentes comportamientos.....	29
Figura 3. Grafica de Análisis de Componentes Principales (PCA) - Biplot de Variables.....	30
Figura 4. Comparación de Parámetros Hematológicos de ovejas en Diferentes Tratamientos y Momentos.	32
Figura 5. Latencia de celos en ovejas en diferentes grupos experimentales.	33

ABSTRACT

Social hierarchy as a determinant of socio-sexual and reproductive behavior.

Miguel Angel Gaytán Aguilera
Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro

Dr. Francisco Gerardo Veliz Deras
Director de tesis

This study analyses how the social hierarchy between rams and females affects their socio-sexual behaviour and reproductive response. The experimental group of Dorper males consisted of (n=15) classified in (High; n=7, Low; n=8), for the combinations, (n=23) females were used with Low males and (n=36) to combine them with High males, different behaviours such as sniffing, stamping, flehmen, hitting, mounting and vocalisation were analysed. The results show that rams from the High range presented a higher number of interactions compared to Low range. The experimental treatments also significantly influenced certain behaviours. The differences observed between the groups were statistically significant with p values <0.001 , indicating a notable variation in behaviours between the different groups. Some behaviours did not show significant differences, with a p value >0.05 . Reproductive variables of estrus, ovulation, pregnancy and number of embryos, estimated coefficients and values for the effects of different treatments (A vs B) on reproductive variables, all p values >0.05 , indicating that no significant differences were found between treatments on the variables evaluated. This research seeks to analyze and describe these variables, focusing on key aspects such as sociosexual interactions, behavioral responses to reproductive stimuli and individual or group differences that affect reproduction.

RESUMEN

La jerarquía social como determinante del comportamiento socio-sexual y reproductivo

Miguel Angel Gaytán Aguilera
Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro

Dr. Francisco Gerardo Veliz deras
Director de tesis

Este estudio analiza cómo la jerarquía social entre carneros y hembras afecta su conducta socio-sexual y respuesta reproductiva. El grupo experimental de machos Dorper consistió de (n=15) clasificados en (Altos; n=7, Bajos; n=8), para las combinaciones, se utilizaron se utilizaron (n=23) hembras con los machos Bajos y (n=36) para combinarlos con machos Altos, se analizaron diferentes comportamientos como olfateo, pataleo, flehmen, golpes, monta y vocalización. Los resultados muestran que los carneros del rango Alto presentaron un mayor número de interacciones en comparación con rango Bajo. Los tratamientos experimentales también influyeron significativamente en ciertos comportamientos. Las diferencias observadas entre los grupos fueron estadísticamente significativas con valores de $p < 0.001$, lo que indica una variación notable en los comportamientos entre los diferentes grupos. Algunos comportamientos, no mostraron diferencias significativas, con un valor de $p > 0.05$. Las variables reproductivas de estro, ovulación, preñez y número de embriones, los coeficientes estimados y los valores para los efectos de diferentes tratamientos (A vs B) sobre las variables reproductivas, todos los valores de $p > 0.05$, lo que indica que no se encontraron diferencias significativas de los tratamientos sobre las variables evaluadas. Esta investigación busca analizar y describir estas variables, enfocándose en aspectos clave como las interacciones sociosexuales, las respuestas conductuales al estímulo reproductivo y las diferencias individuales o grupales que afectan la reproducción.

Palabras clave **dominancia; comportamiento animal; etología ovina; selección sexual; fertilidad.**

I. INTRODUCCIÓN

En las especies sociales, como los ovinos (*Ovis aries*), la jerarquía y el comportamiento social desempeñan un papel fundamental para la organización y supervivencia dentro del grupo. A través de la formación de jerarquías, los ovinos logran reducir conflictos y asegurar el acceso a recursos esenciales como alimento, agua y refugio, promoviendo una convivencia más armónica, comprender estos comportamientos no solo contribuye al manejo eficiente de los rebaños en sistemas de producción, si no que permite optimizar el bienestar animal. Para corderos y ovejas, por su estrecho lazo social puede permanecer intacto hasta el destete, dentro del rebaño se pueden formar subgrupos, así mismo, dos o más ovejas forman una relación y pueden angustiarse por la su separación (Dwyer, 2008). Kondo y Hurnik (1990) describieron la estabilización social como la relación entre las interacciones agonísticas, tanto con contacto directo como sin contacto, a lo largo del tiempo. En un grupo social, una jerarquía estable desempeña un papel fundamental en la regulación de la agresión, lo que contribuye a disminuir la cantidad de enfrentamientos y refleja la cohesión del grupo. En los ovinos, las jerarquías tienden a ser complejas y no lineales, lo que implica que la dominancia de un individuo sobre otro no es absoluta. La agresión excesiva entre animales con rangos extremos (Altos y Bajos) es poco común, ya que los enfrentamientos suelen ocurrir entre aquellos que tienen un rango similar (Rutter, 2002). Dentro de este contexto, el comportamiento reproductivo de los ovinos constituye un área de estudio esencial para optimizar prácticas de manejo, mejorar la eficiencia reproductiva y garantizar la calidad genética de los rebaños. En el ámbito de la producción ovina, comprender estas variables no solo permite identificar patrones de conducta que optimicen la gestión del rebaño, sino también abordar desafíos relacionados con la producción estacional, la fertilidad y el bienestar animal. Además, los estudios sobre el comportamiento sexual proporcionan herramientas para seleccionar estrategias de manejo adaptadas a diferentes

sistemas productivos. El manejo moderno de los pequeños rumiantes ha reducido la presión de la selección natural, lo que ha permitido la supervivencia de machos con un comportamiento sexual limitado o deficiente, ya que no enfrentan la necesidad de competir por las hembras (Cervantes *et al.*, 2014).

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Características generales y reproductivas de los ovinos

Los ovinos se clasifican como animales poliestricos estacionales de fotoperiodo negativo, lo que significa que su actividad reproductiva está influenciada por la disminución de las horas de luz (Soto *et al.*, 2024). Las ovejas alcanzan la pubertad entre los 5 y 10 meses de edad, mientras que los carneros lo hacen entre los 3 y 6 meses. Sin embargo, la edad ideal para inicial la reproducción es al cumplir un año. El ciclo estral de las hembras tiene una duración de 16 a 21 días, con un celo de 30 a 40 horas, durante el cual ocurre la ovulación ocurre en el último tercio (Cruz, 2010). Se reproducen tanto en ciclos estacionales como durante todo el año en climas tropicales con un promedio de 1.5 crías por parto (SADER, 2024).

2.2 Endocrinología de la reproducción

El ciclo estral de los ovinos es controlado por el eje hipotálamo-hipófisis-gonadal, cuya actividad está influenciada por la cantidad de horas luz diaria. Las variaciones de luz (estímulo físico) son detectados por la retina, que convierte este estímulo en señales químicas (neurotransmisores). Estas señales viajan a través del nervio óptico y el tracto retinohipotalámico hasta el núcleo supraquiasmático, luego al ganglio cervical superior, donde las neuronas postganglionares hacen sinapsis con neuronas inhibitoras conectadas a los pinealocitos de la glándula pineal. Durante las horas de oscuridad, la inhibición sobre los pinealocitos disminuye, permitiendo la síntesis y liberación de melatonina (Soto *et al.*, 2024).

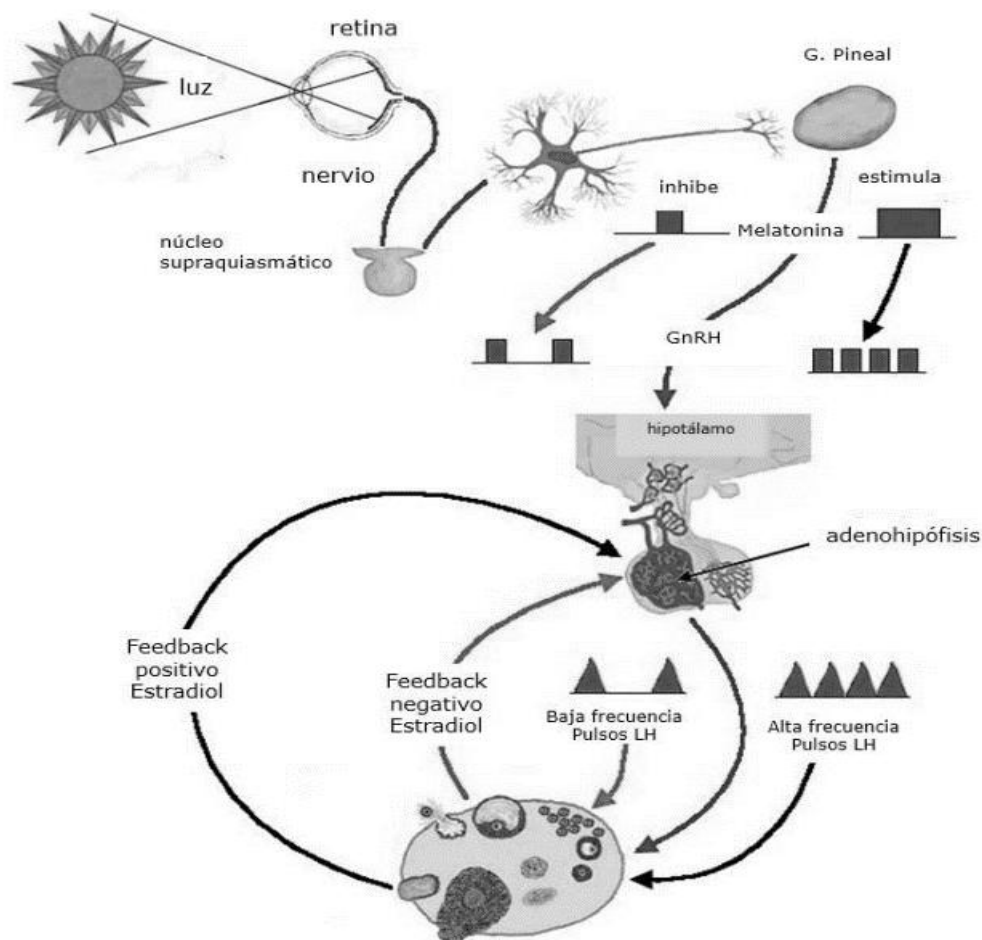


Imagen 1. Fotoperiodo y regulación neuroendocrina en la oveja; adaptado de KARSCH *et al.* (1984) y Malpoux *et al.* (2002).

La reproducción es fundamental para sostener una economía animal eficiente. Alteraciones en la fertilidad, asociadas al estro o ciclos reproductivos prolongados, generan importantes pérdidas de tiempo, durante las cuales la producción disminuye significativamente o incluso se detiene por completo (HERNANDEZ, 2024). Los procesos reproductivos dependen de una coordinación entre los órganos del aparato reproductor, acompañada de cambios metabólicos que permiten al animal adaptarse a las demandas de cada etapa. La reproducción debe ser capaz de ajustarse a factores externos, como la estación del año, la disponibilidad de nutrientes o la presencia de animales del sexo opuesto. Esta adaptación es posible gracias a las funciones de los

principales órganos endocrinos relacionados con la reproducción y el papel de las hormonas clave que estos producen (Zarco, 2018).

2.3 Estacionalidad reproductiva

La estacionalidad reproductiva se refiere a la iniciación de ciertos animales a reproducirse específicamente en momentos específicos del año, una conducta que suele estar estrechamente relacionada con factores ambientales (Chemineau *et al.*, 2007). La reproducción de los ovinos se clasifica como propia de días cortos debido a su sistema neuroendocrino sofisticado, que convierte la luz en señales hormonales. Este mecanismo permite identificar los cambios anuales en la duración del fotoperiodo, ajustando su ciclo reproductivo a dos fases principales a lo largo del año: una etapa reproductiva (otoño e invierno) y un periodo de anestro (primavera y verano). Este patrón natural funciona como una estrategia adaptativa para asegurar que los nacimientos coincidan con una época favorable, lo que optimiza la supervivencia de las crías, su desarrollo y el reinicio de la actividad ovárica (Valencia, 2018). Para alinear el periodo fértil con la época más propicia del año, muchas especies estacionales se basan en el fotoperiodo, es decir, la cantidad de luz diaria a lo largo del año. Esta señal ambiental es predecible, constante y se repite anualmente. En el caso de los ovinos y caprinos, la reproducción ocurre cuando los días son cortos, mientras que los equinos tienden a reproducirse en periodos de días largos.

La intensidad de la estacionalidad reproductiva varía según el origen de la raza. Las razas procedentes de regiones situadas en latitudes altas (mayores a 50°) presentan una estacionalidad más marcada, como los ovinos Soay, Blackface y Suffolk; los caprinos Saanen, Alpino francés y Toggenburg. Por último las razas criollas y las cabras africanas y asiáticas, muestran una estacionalidad baja o incluso inexistente (Valencia, 2018).

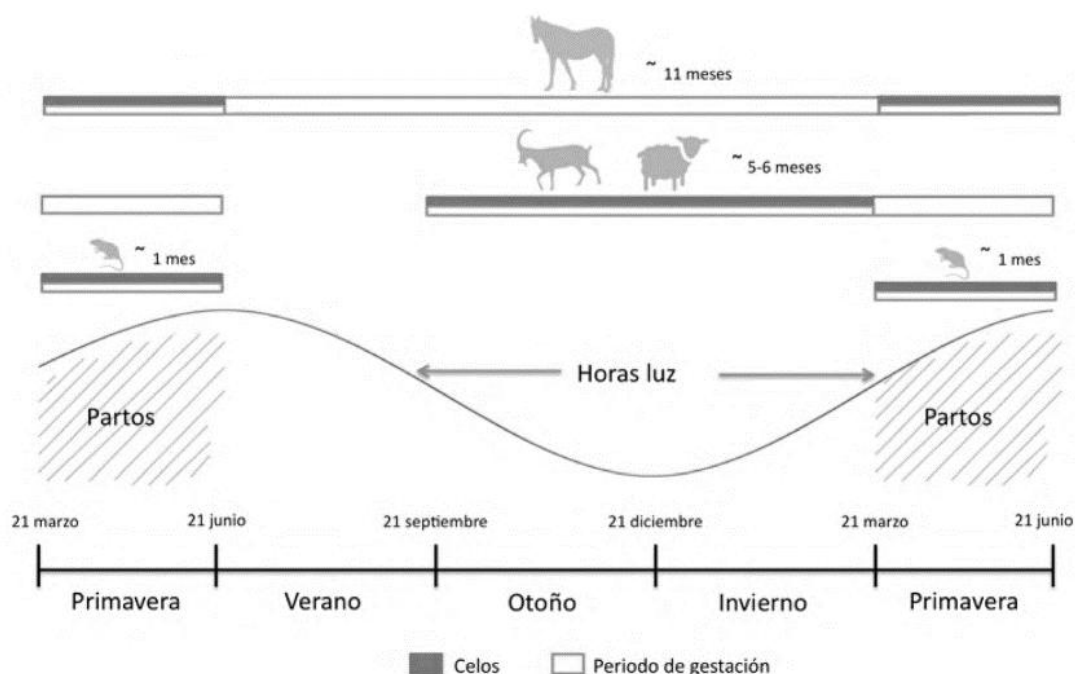


Imagen 1. Ciclo anual reproductivo en las especies estacionales; (Elaborada por el M.C. Juan Manuel González Huerta).

El macho es el menos influenciado que la hembra por las variaciones estacionales, ya que su actividad reproductiva generalmente no se detiene durante el periodo de anestro o descanso sexual. Sin embargo, pueden presentarse reducciones en la producción de hormonas reproductivas, el tamaño y tono testicular, la libido, la calidad y cantidad del eyaculado, así como la fertilidad de los espermatozoides. El grado de estas alteraciones está condicionado por el nivel de estacionalidad de la raza y la latitud en que se encuentre. Además, es importante distinguir los efectos del fotoperiodo de los cambios nutricionales, que también fluctúan según la época del año (Valencia, 2018).

Durante el anestro, el fotoperiodo inhibe el centro tónico de GnRH en el hipotálamo, reduciendo la frecuencia de sus pulsos. Esto provoca una menor liberación de LH, impidiendo la maduración folicular, el aumento de estrógenos, el pico preovulatorio de LH y en consecuencia, la ovulación. Este efecto se

debe a una mayor sensibilidad hipotalámica a la retroalimentación negativa e los estrógenos y otros factores.

A medida que se acerca la época reproductiva, la sensibilidad hipotalámica disminuye, lo que incrementa la pulsatilidad de GnRH y desencadena la ovulación. Este mecanismo hormonal en el anestro estacional es similar al observado en el anestro prepuberal y otros tipos.

La estacionalidad ilustra como el sistema neuroendocrino (imagen 1) traduce señales ambientales, como el fotoperiodo, en señales hormonales, principalmente a través de la melatonina, producida por la glándula pineal durante las horas de oscuridad. Los animales estacionales regulan su ritmo reproductivo mediante “ventanas de fotosensibilidad”, basadas en la duración del día. La señal luminosa es captada por la retina y transmitida al núcleo supraquiasmático, el reloj biológico, para luego pasar al núcleo paraventricular, el ganglio cervical y finalmente, a la glándula pineal, que responde liberando melatonina (Valencia, 2018).

La primavera ni siempre representa a la mejor temporada en todas las regiones del mundo. En latitudes tropicales, como muchas zonas de México, la primavera suele coincidir con periodos de sequía en lugar de abundancia y forraje, lo cual es crucial al planificar los empadres. Además, es importante tener en cuenta que las razas europeas estacionales mantienen su estacionalidad incluso bajo las condiciones de México.

2.4 Ciclo estral

El ciclo estral se describe como el intervalo entre un estro fisiológico y el comienzo del siguiente, durante el cual ocurren modificaciones hormonales que preparan el organismo para condiciones óptimas de fecundación. Este proceso ocurre de forma rítmica y tiene una duración promedio de 17 días. En ovejas adultas, entre el 60 % y el 75 % presentan ciclos estrales dentro del rango considerado normal, que varía entre 14 y 19 días (Tabarez y Grajales, 2021). El ciclo estral se divide en dos fases principales según la dinámica de las estructuras ováricas a lo largo del proceso. La primera es la fase folicular, que

abarca desde la regresión del cuerpo lúteo (CL) hasta la ovulación. Es una fase relativamente corta, representado aproximadamente en 20 % de la duración total del ciclo estral y está dominada por los folículos, cuya principal función es la producción de estradiol. La segunda fase lútea, que transcurre desde la ovulación hasta la regresión del cuerpo lúteo. Esta fase constituye el 80 % del ciclo y está caracterizada por el predominio del cuerpo lúteo, encargado de la producción de progesterona. Durante esta fase también se desarrollan folículos, pero al no generar suficiente estradiol, estos suelen experimentar atresia. Además, el ciclo estral se subdivide en 4 etapas que corresponden a partes específicas de las fase folicular y lútea: proestro, estro, metaestro y diestro (Góngora y Velásquez, 2021).

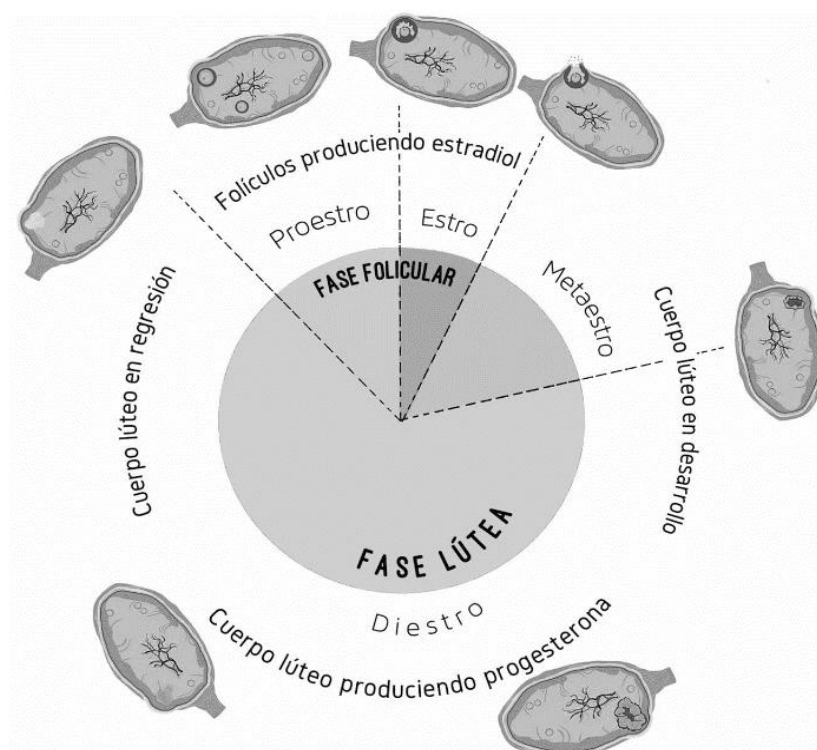


Imagen 2. Fases del ciclo estral.

Proestro: tiene una duración variable de entre 2 y 5 días, dependiendo de la especie animal. En esta etapa ocurre tras la luteólisis, marcando un cambio en el predominio de las estructuras ováricas y las hormonas que estas producen. Durante el proestro, los niveles de progesterona, que dominaban en la fase

previa (diestro), disminuyen significativamente, permitiendo que el estradiol se convierta en la hormona predominante. Los folículos antrales que se han escapado de la apoptosis continúan su desarrollo hasta alcanzar la madurez necesaria para la ovulación, dependiendo de si la especie es monovular o poliovular. Simultáneamente, el aparato reproductor se prepara para el estro y el apareamiento.

Estro: es la etapa más evidente del ciclo, ya que el estradiol genera cambios tanto el comportamiento de las hembras como en los órganos del tracto reproductivo. Durante esta fase, en el ovario se desarrollan uno o varios folículos que alcanzan la madurez preovulatoria, produciendo altas concentraciones de estradiol. Este aumento genera una retroalimentación positiva sobre la hormona luteinizante (LH), provocando un pico de LH y posteriormente, la ovulación (Góngora y Velásquez, 2021).

Metaestro: es el periodo comprendido entre la ovulación y la formación de un cuerpo lúteo funcional. En el sitio de la ovulación se desarrolla inicialmente un cuerpo hemorrágico, que rápidamente se transforma en una estructura temporal altamente vascularizada: cuerpo lúteo (CL). Esta estructura es responsable de la producción de progesterona, la hormona clave en esta etapa. La vascularización del CL es un proceso complejo mediado por factores angiogénicos como los factores de crecimiento similares a la insulina (IGF-I y II) (Góngora y Velásquez, 2021).

Diestro: es la etapa más prolongada del ciclo estral, caracterizada por la máxima funcionalidad del cuerpo lúteo, que persiste hasta su destrucción o luteólisis. Durante esta fase, los niveles de progesterona alcanzan su punto más alto, ejerciendo un efecto inhibitorio sobre la (LH) al bloquear la formación de receptores de GnRH en el hipotálamo, lo que impide la liberación de LH. Mientras tanto, la hormona folículo estimulante (FSH) promueve el desarrollo folicular y la producción de estradiol e inhibina. Sin embargo, debido a las condiciones hormonales de esta etapa, los folículos no adquieren la capacidad

ovulatoria y experimentan atresia. Por esta razón, los animales no presentan estro durante el diestro (Góngora y Velásquez, 2021).

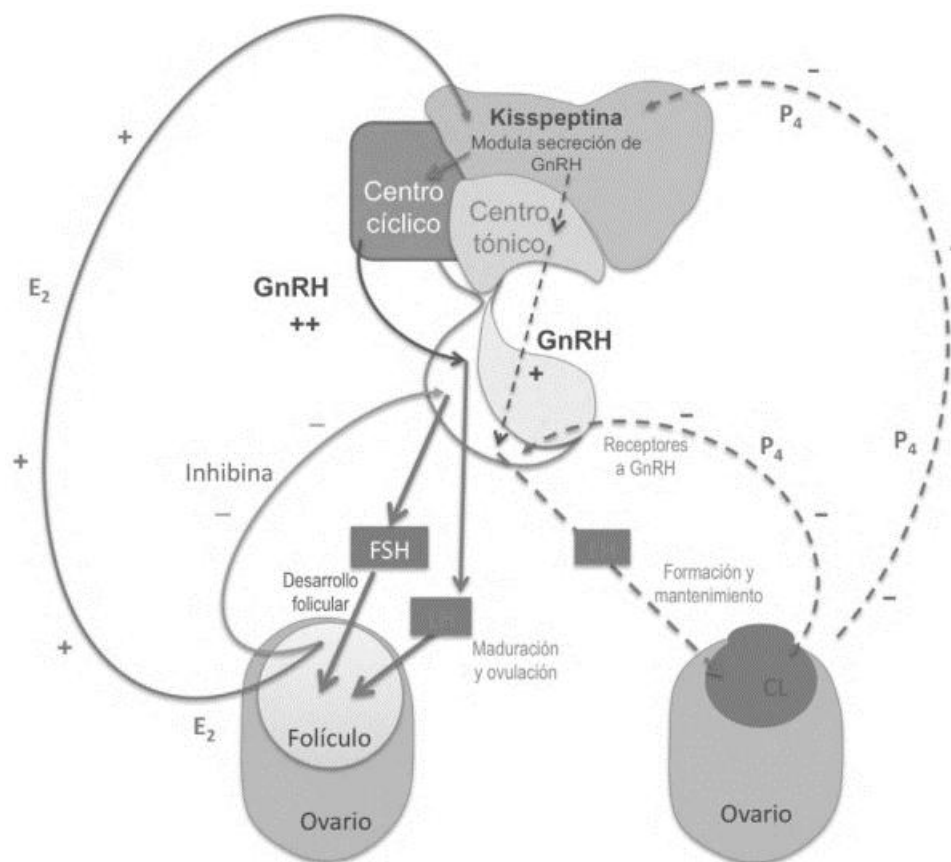


Imagen 3. Interacción hormonal del eje hipotálamo-gonadal (elaborada por la Dra. Lucía Rangel).

2.5 Parámetros reproductivos

Muchos investigadores informan que los efectos del índice de Condición Corporal (CC) y el Peso Vivo (PV) tienen un efecto importante en la reproducción de las ovejas. La capacidad reproductiva influye significativamente en la rentabilidad de los animales de granja y se mide mediante fertilidad, prolificidad y fecundidad, donde la fertilidad corresponde al número de partos por año, la prolificidad al tamaño de camada y la fecundidad al número de corderos producidos anualmente, siendo la tasa de ovulación y el tamaño de camada características reproductivas esenciales en ovejas de alto mérito económico (Notter, 2008). En las hembras, una alimentación inadecuada,

puede causar ciclos irregulares, menor ovulación, crías débiles, toxemia gestacional o una reducción en la fertilidad gemelar, mientras que en los machos puede afectar la cantidad y la calidad de espermatozoides. La fertilidad depende de una interacción compleja de hormonas, que no solo incluye las sexuales y gonadotrópicas, sino también las metabólicas (Abadjieva *et al.*, 2011). El mal funcionamiento de cualquier componente de este complejo hormonal afecta directamente la capacidad reproductiva.

2.6 Indicadores hematológicos, fisiológicos y comportamentales del bienestar animal

La ovinocultura continuara siendo un componente clave de la producción ganadera a nivel mundial, gracias a su capacidad para generar carne, leche y lana. En el futuro, es probable que los sistemas y prácticas de cría ovina evolucionen con la incorporación de nuevas tecnologías y conocimientos, especialmente aquellos orientados a mejorar el bienestar animal (Ferguson *et al.*, 2017). Los ovinos poseen una notable capacidad de cognición espacial y social, lo que les permite adaptarse a una gran variedad de entornos. Como animales gregarios. El tamaño del rebaño impacta significativamente en su bienestar debido a las interacciones sociales, tanto positivas como negativas que se generan. Además, factores como el manejo, las instalaciones y las condiciones climáticas han sido identificados como determinantes clave a nivel de bienestar en estos animales. El bienestar de los ovinos puede evaluarse mediante indicadores fisiológicos conductuales (tanto cualitativos como cuantitativos), sanitarios y zootécnicos (Itzel *et al.*, 2019)

Muchas practicas pecuarias de uso frecuente en los animales de producción generan estrés en los animales. Es habitual que en el transporte conlleve situaciones de hacinamiento, variaciones de temperatura, humedad y ventilación, periodos de ayuno, así como posibles traumatismos tanto entre los animales como con el vehículo. Además, es común que se generen lesiones durante el proceso de carga y descarga del camión (Grandin, 1997). Asimismo,

el estrés causado por ciertas prácticas de manejo impacta de forma negativa en los parámetros productivos, reproductivos y sanitarios.

La fisiología del comportamiento en los animales domésticos de producción se ha dedicado a analizar la conexión entre el comportamiento y diferentes parámetros fisiológicos en diversas condiciones de manejo. La fisiología del comportamiento reproductivo ha sido particularmente estudiada debido a su impacto directo en la productividad. Se ha descubierto que algunos parámetros del comportamiento reproductivo son indicadores fiables de la fertilidad tanto individual como grupal. Un ejemplo de esto es el nivel de actividad de los machos durante el apareamiento es un buen indicador del número de hembras fértiles en los rebaños de ovejas (Fowler y Langford, 1976; Hemsworth *et al.*, 1989). Los indicadores fisiológicos son aquellos que se relacionan con el funcionamiento del sistema nervioso e inmunológico como: glucosa, lactato, cortisol y hematocrito (Mota-Rojas *et al.*, 2019). El hematocrito, es el porcentaje de glóbulos rojos en el volumen total de sangre, está relacionado con factores fisiológicas que pueden influir en la jerarquía y el rango social. En ovinos, debido a su vinculación con el estrés, la salud y el acceso a recursos, los individuos subordinados suelen enfrentarse a mayores niveles de estrés crónico debido a desplazamientos y a menor acceso a alimentos de calidad.

2.7 Dominancia

En cualquier grupo social, los individuos ocupan una posición o rango determinado, relacionado con el nivel de dominancia que un animal ejerce sobre otro. En el caso de los ovinos, especialmente en grupos grandes, esta relación no es lineal. Esto significa que, aunque el individuo A domina a B y B a C, no necesariamente A dominara a C en todas las situaciones, ya que ello puede depender entre otros factores, de la escala de medición utilizada. Para establecer la jerarquía social, se recomienda recopilar datos a largo plazo. Por ejemplo, se pueden observar los movimientos de un rebaño durante un periodo prolongado, analizando como algunos animales se desplazan, en los

comederos y sombreaderos (2014). La dominancia, por otro lado, es más transitoria que el rango social y está influenciada por la situación. Por ejemplo, un individuo puede mostrar mayor motivación para comer (por hambre) o para montar (libido) cuando compite por un recurso limitado, como alimento o hembras en celo, según sea el caso (Langbein y Puppe, 2004). Roselli *et al.* (2002) menciona que una manera práctica de evaluar la dominancia es mediante la observación de la competencia por alimentos o por una hembra en celo, llegando a la conclusión de que ambos ordenes son similares. La dominancia suele estar relacionada principalmente con estímulos visuales, mientras que el estado sexual se asocia predominantemente con estímulos olfativos, la dominancia, por ejemplo, puede manifestarse en características como la presencia o ausencia de cuernos o a un mayor o menor tamaño corporal (Erhard *et al.*, 1998; Preston *et al.*, 2003). Mientras que el estímulo sexual corresponde a mensajes, principalmente feromonas. Por ejemplo, el olor del pelo o lana de los machos u secreciones, estas pueden afectar el comportamiento sexual en otros machos (Lezama *et al.*, 2001).

2.9 Jerarquía social

Una jerarquía se caracteriza por la relación de dominancia y subordinación entre los individuos. Estas relaciones suelen establecerse a través de una evaluación mutua, que puede variar desde un simple reconocimiento hasta exhibiciones ritualizadas o enfrentamientos serios (Barroso *et al.*, 2000a). La jerarquía social se establece a través de interacciones agonísticas entre animales gregarios de la misma especie, permitiendo una coexistencia pacífica y cohesión de grupo (Jensen, 1994; Pizaña *et al.*, 2016). Si bien, estas interacciones sociales entre animales con frecuencia involucran algún grado de conflicto, en cautiverio generalmente el humano somete a los animales a vivir bajo sistemas intensivos de producción donde los animales enfrentan estímulos adversos, tales como desafíos del entorno físico y social a los cuales intentan adaptarse (Jensen, 1994; Serrano *et al.*, 2022). La posición de la jerarquía social está vinculada positivamente con el acceso desigual a los recursos disponibles, especialmente en lo que se respecta al comportamiento alimentario

de los miembros del grupo (Sifuentes-Lamónt *et al.*, 2022). Cuando las características como edad, peso y sexo son similares, la dominancia suele definirse a través de combates, no obstante, algunos individuos más grandes o con cuernos pueden imponer su dominancia sin recurrir a conductas agresivas. De este modo. Un macho dominante puede integrarse en un grupo de hembras o individuos jóvenes, logrando un reconocimiento in mediato y casi pasivo de su estatus (Craig, 1981).

2.10 Comportamiento socio-sexual

El comportamiento socio-sexual hace referencia al interés e interacciones que se presenten entre los animales, las cuales presentan un fin posterior, al cual se le denomina apareamientos. Para que dicho comportamiento suceda se tienen en cuenta distintos factores como los son los anatómicos, endócrinos y genéticos. El comportamiento reproductivo se divide en dos grupos uno apetitivo, el cual se caracteriza por el acercamiento del macho a la hembra y se busca la estimulación del mismo; por otra parte, se tienen los comportamientos consumatorios en el cual se hace referencia a el contacto sexual, así como los son las montas, penetraciones y eyaculaciones (Borja y Fabre-Nys, 2012). El objetivo principal del estudio es analizar la frecuencia de diferentes tipos de interacciones socio-sexuales (olfateo, pataleo, flehmen, golpes, monta desenvainé, monta y vocalización) y respuesta reproductiva (Estro, Ovulación, porcentaje de preñez, número de embriones) en dos grupos de carneros y ovejas (Tipo A y Tipo B) bajo varios tratamientos experimentales. El cortejo de los carneros puede variar según su estatus social que exhibieron durante su etapa de corderos (Ungerfeld y Lacuesta, 2010). En la vida adulta, cuando se emplean múltiples carneros para servir a un mismo rebaño (empadres múltiples), la dominancia juega un papel evidente. Los machos dominantes pueden llegar a inhibir el comportamiento sexual de los subordinados simplemente con su presencia (Lindsay *et al.*, 1976). Simultáneamente, la presencia de carneros subordinados estimula la actividad sexual de los individuos de rango medio (Ungerfeld, 2012) y alto, lo que resulta en un

aumento en el número de montas y eyaculaciones realizadas por estos últimos (Dimas *et al.*, 2011).

El comportamiento socio-sexual en ovinos está influido por una combinación de factores biológicos, ambientales y sociales. Algunos factores son las hormonas, su comportamiento está estrechamente relacionado con la secreción de hormonas como el estrógeno y la progesterona. Los machos, durante la época de celo, muestran comportamiento como patear, empujar y acercarse a las hembras (Landsberg y Denenberg, 2014). Otro factor son las feromonas, estas sustancias químicas desempeñan un papel crucial en la atracción sexual y sincronización del celo. Por ejemplo, la presencia de feromonas del macho puede estimular la ovulación en las hembras mediante el efecto macho (Kekan *et al.*, 2017). Los factores ambientales como el estrés térmico pueden alterar el ciclo estral y reducir la calidad de los ovocitos, además afectar la duración del estro y la secreción hormonal (van Wettere *et al.*, 2021). Los factores morfológicos tienen un papel importante en el comportamiento socio-sexual de los ovinos, especialmente la selección sexual y la dinámica de apareamiento. Estos factores influyen las características sexuales secundarias en machos como el tamaño y masa muscular, los machos más grandes y robustos suelen tener ventaja en competencias físicas por el acceso a las hembras, lo que influye directamente en su éxito reproductivo (Calderón-Leyva *et al.*, 2024). Las hembras con una mejor puntuación de condición corporal tienden a tener ciclos reproductivos más regulares y ser más atractivas para los machos debido a una mayor probabilidad de éxito reproductivo (Landsberg y Denenberg, 2014).

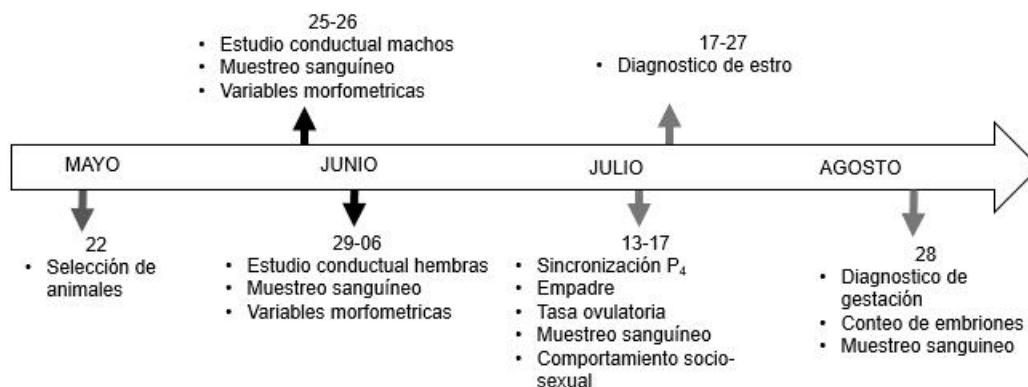
III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 General

Todos los procedimientos experimentales y la gestión de las unidades experimentales que fueron utilizadas en este estudio siguieron las directrices internacionales (FASS, 2012) y nacionales (NRC, 2011) sobre el uso ético, el cuidado y el bienestar animal en la investigación, con el número de aprobación institucional UAAAN-UL-18-3059.

3.2 Localización, condiciones ambientales, animales y manejo

Este estudio fue realizado en la Comarca Lagunera, Matamoros, Coahuila, México, en las coordenadas (25°31'41"N 103°13'49"O). La Comarca Lagunera se clasifica como un ecosistema semiárido, con una temperatura media anual de 22 °C con mínimas de -5 °C (invierno) y máximas de 45 °C (verano). durante los meses de Mayo, Junio, Julio y Agosto, se utilizaron (n=59) ovejas multíparas de diferentes razas (Dorper, Black belly, Romanov, Katahdin) manejadas bajo un sistema de producción intensiva, el conjunto de individuos se distribuyó en 2 grupos de rango social alto (RSA; n=11., n=12) y 2 grupos rango social bajo (RSB; n=18., n=18). Para el experimento se utilizaron (n=15) machos Dorper, los cuales se dividieron en 2 grupos, (RSA; n=7) y (RSB; n=8). Los animales se alojaron en corrales con una superficie de 80 m² cada uno, se proporcionó alimento 2 veces al día incluyendo heno alfalfa 300 g por oveja/día, de pienso comercial (15% PC). Se proporcionó agua y sales minerales a libre acceso. Previamente a la etapa de ensayo se confirmó el estado reproductivo de las ovejas mediante ecografía utilizando un transductor vertical vía rectal (CHISON ECO5 DOPPLER). Se lubricó el transductor y se introdujo en el recto de la oveja y las hembras con embriones fueron descartadas del estudio. El cronograma de actividades durante el experimento se muestra en la Figura 1.



3.3 Estudio conductual, cuantificación de comportamientos agonísticos, rango social, grupos experimentales, manejo y variables de respuesta

Para determinar el rango social de los carneros, se llevó a cabo un estudio de comportamiento en el mes de junio. Se realizó la prueba de competición macho/macho y cuantificar el rango social alto y rango social bajo (RSA, RSB), el primer día de estudio de comportamiento empezó a las 0700 h; se anotaron los comportamientos agonísticos principales de dos carneros (interacciones macho-macho) al estar en presencia de una hembra en celo, los carneros fueron expuestos a ovejas de raza Black Belly y Dorper ($n=10$; $2,5 \pm 0,5$ años); las ovejas se distribuyeron en corrales individuales (2×2 m²). La prueba de comportamiento se llevó a cabo durante 2 días; el primer y segundo día, las ovejas fueron expuestas a 20 machos. Cada pareja de machos fue observada continuamente durante periodos de 5 minutos cuando fueron expuestas a las ovejas (2 machos, 1 hembra, 5 min por corral). Por ende, cada macho tuvo una interacción con los otros 20 machos y una hembra. Esta combinación de carneros en pares permitió la competencia entre un macho y el resto de los machos en el estudio, se aseguró que ningún macho repitiera o se omitiera alguna combinación posible de los machos durante las pruebas de comportamiento. Las conductas agonísticas y las interacciones sexuales entre machos fueron registrados por 10 personas previamente entrenadas para la tarea. Las conductas agonísticas fueron: Golpes, Olfateo Ano genital, Flehmen, Pataleo, Desenvaine, Automarcaje, Bloqueo, Monta, Monta con desenvaine, Monta incompleta, Monta con Penetración. Para la cuantificación del índice de

éxito (IE) el individuo que gana todas sus interacciones tiene un IE de 1 mientras que un animal que pierde todas sus interacciones tiene un índice de 0. Con el índice de éxito obtenido los machos fueron clasificados en 2 rangos (RSB; 0 a 0.5) (RSA; 0.5 a 1). Utilizando la técnica de (Barroso *et al.*, 2000b; Alvarez *et al.*, 2003). El índice de éxito se obtuvo utilizando la siguiente formula:

$$IE = \frac{\text{Numero de eventos ganados}}{\text{Numero de eventos ganados} + \text{número de eventos perdidos}}$$

Diagrama 2. Combinaciones de grupos

Tipo ♂	Tipo ♀	
	A	B
A	AA	AB
B	BA	BB

3.4 Estudio de dominancia hembras

Para determinar el rango social de las ovejas, se llevó a cabo un estudio de comportamiento de competición por comida a mediados del mes de junio. Las pruebas de comportamiento se llevaron a cabo durante 1 hora (0800 h) durante 7 días a la hora de alimentación en la mañana. Se observaron y anotaron las principales interacciones entre ovejas: golpes, amenazas, empujones, cabezazos. Todas las interacciones fueron registradas considerando que entre dos individuos que involucran a un instigador o una víctima, haya ocurrido o no contacto físico. Con los datos obtenidos de las interacciones agonísticas, se calculó el IE mencionado anteriormente. De acuerdo con el IE obtenido, las ovejas se clasificaron en dos rangos sociales: Bajo (RSB; 0 a 0.5), Alto (RSA; 0.5 a 1).

3.5 Estudio conducta socio-sexual

El grupo de machos compuesto por (n=15; 3.5 ± 2.5, años) carneros raza Dorper, se alojaron en corrales abiertos de (20x20 m) todos los animales se

mantuvieron bajo el mismo manejo intensivo y condiciones ambientales, los machos fueron combinados con grupos de hembras de rango social Alto y Bajo quedando las combinaciones: AA, AB, BA, BB (demostrado en el diagrama 2). Las variables de respuesta sexual evaluadas fueron las siguientes: Olfateo Ano genital, Flehmen, Pataleo, Desenvaine, Automarcaje, Bloqueo, Monta, Monta con desenvaine, Monta incompleta, Monta con Penetración. Las pruebas duraron 4 días otorgándoles 2 días a cada grupo de machos registrando las conductas socio-sexuales de cada macho. Además, para las ovejas de ambos grupos se les administro una dosis intramuscular de 25 mg de progesterona 24 horas antes de la exposición a los machos para evitar ciclos estrales cortos (Véliz *et al.*, 2009).

3.6 Variables reproductivas

Las variables de respuesta reproductiva como: estro, ovulación, preñez y número de embriones, fueron medidas durante y después del estudio de comportamiento socio-sexual. El estro fue anotado durante 15 días consecutivos usando pintura no toxica en el pecho de los machos y anotando los números de las hembras marcadas, la ovulación fue detectada mediante ultrasonido vía rectal 4 días después de ingresar a los machos, al finalizar la prueba de conducta socio-sexual, la preñez fue diagnosticada 31 días posteriores al ingreso de los machos al recinto de las hembras, se utilizó un ultrasonido de transductor lineal vía anal utilizando gel lubricante a base de agua. El número de embriones se confirmó con el ultrasonido y contando los productos en el útero.

3.7 Variables hematológicas

Durante el estudio se colectaron muestras de sangre, en total 3, fueron obtenidas por punción yugular, los tiempos de obtención fueron; 1, pre empadre, 2, durante el empadre, 3, post-empadre y se determinaron los valores con un Analizador de Hematología. Modelo HEMALYZER 2000.

3.8 Análisis estadísticos

Las variables reproductivas como: Estro, Ovulación, Preñez y Embriones, fueron evaluadas utilizando un Modelo Lineal Generalizado (GLM) (Rstudio). Se realizan comparaciones entre los tratamientos usando la prueba de Tukey. Y una prueba ANOVA tipo III para ver la significancia de los efectos del tratamiento.

El análisis de los datos hematológicos se realizó utilizando el programa estadístico Rstudio, para evaluar estadísticamente las diferencias entre los grupos, se utilizó ANOVA de dos vías para cada variable considerando como factores el tiempo y el tratamiento, así como su interacción. Las variables hematológicas para el análisis incluyeron: WBC (recuento de leucocitos), RBC (recuento de eritrocitos), HGB (hemoglobina), HCT (hematocrito), MCV (volumen corpuscular medio), MCH (hemoglobina corpuscular media), MCHC (concentración de hemoglobina corpuscular media) y RDW-CV (distribución de glóbulos rojos).

Los comportamientos socio-sexuales como: Flehmen, Olfateo ano-genital, Pataleo, Automarcaje, Golpes, Monta, Monta con desenvaine y Vocalización, fueron analizados mediante un modelo lineal mixto generalizado, (GLMM) (PROC MIXED) (Rstudio) con una distribución de Poisson y un enlace logarítmico para evaluar los efectos del tipo, momento y tratamiento. Se realiza una prueba post hoc de Tukey utilizando la función del paquete, que compara los niveles del factor ajustando por comparaciones múltiples. El momento y su interacción en el comportamiento socio-sexual en carneros Dorper.

III. RESULTADOS

Los resultados del cuadro 1 muestran las diferencias en el índice de éxito de machos y hembras donde describe que los individuos de rango alto tienen el 69.9% de ganar los eventos.

Cuadro 1. Resultados Índice de éxito (IE). El cuadro destaca las diferencias en el comportamiento del IE de los machos y hembras de Rango Alto y bajo

Índice de éxito; Machos y Hembras						
	Machos			Hembras		
	Rango Alto	Rango Bajo	<i>p- Value</i>	Rango Alto	Rango Bajo	<i>p- Value</i>
Rango	42.2 %	57.5 %	>0.001	38.9 %	61 % (36/59)	>0.001
(%;n)	(14/33)	(19/33)		(23/59)		
Eventos	76.3 %	23.6 %	<0.001	51.6 %	48.4 %	>0.001
Ganados	(55/72)	(17/72)		(129/250)	(121/250)	
(%;n)						
Eventos	28.4 %	71.5 %	<0.001	14.7 %	85.2 %	<0.001
Perdidos	(25/88)	(63/88)		(18/122)	(104/122)	
(%;n)						
(IE)	0.687±	0.212 ±	<0.001	0.078±	0.538 ±	< 0.001
	0.101	0.896		0.028	0.032	

Los resultados del cuadro 2 presentan una comparación entre machos y hembras (rango Alto y rango Bajo) en diversas variables donde no se encontraron diferencias significativas en ambos grupos.

Cuadro 2. Comparación morfométrica de machos y hembras.

Variables morfométricas							
Variable	Machos			Variable	Hembras		
	Grupo Alto	Grupo Bajo	<i>P_value</i>		Grupo Alto	Grupo Bajo	<i>P_value</i>
PV	61.5 ±	53.09 ±	> 0.05	PV	40.21±7.73	37.09±5.93	<0.05
	12.86	10.15					
CC	3.21 ± 0.76	3.31 ± 1	> 0.05	CC	2.63±0.46	2.68±0.43	>0.05

Edad	3.86 ± 1.35	3.12 ± 0.99	> 0.05	Circ. Torac.	84.71±6.45	82.86±5.64	>0.05
Cuernos	0.29 ± 0.49	0.5 ± 0.53	> 0.05	Alt. Cruz	63.19±3.35	62.04±3.64	>0.05
CircTorac	93.43 ± 6.43	79.12 ± 30.86	> 0.05	Largo	93.95±5.82	91.21±5.44	>0.05
CircTest	31.14 ± 2.73	31.25 ± 2.6	> 0.05	Edad	3.19±1.12	3.08±.29	>0.05
Largo	107.86 ± 10.21	105.5 ± 6.05	> 0.05	Cuernos	NS	NS	NS

Peso vivo (PV), condición corporal (CC), edad, cuernos, Altura a la cruz (Alt. Cruz), circunferencia torácica (Circ. Torac), circunferencia testicular (Circ. Test) y longitud corporal (Largo) no significancia (NS).

El cuadro 3 muestra los valores de las interacciones socio-sexuales. En general el grupo de rango Alto mostro una mayor estabilidad en los comportamientos, mientras que el grupo de rango Bajo presento reducciones significativas en varias variables. Los valores de $p < 0.001$, sugieren diferencia significativa. La única excepción notable es la categoría Monta para el Rango Alto, el valor de $p > 0.05$, sugiere que las diferencias no son significativas

Cuadro 3. Comparación de interacciones socio-sexuales significativas y No significativas entre machos Dorper según el Tipo, Momento y Tratamiento

Interacciones Socio-Sexuales				
Variables	Tipo: Momento: Tratamiento			
	Tipo ♂	Tipo ♀		<i>p- valúe</i>
		A	B	
Olfateo	A	2.65 ± 0.34	3.27 ± 0.57	<0.001
	B	3.08 ± 0.45	2.44 ± 0.38	<0.001
Pataleo	A	0.68 ± 0.56	0.74 ± 1.13	<0.001
	B	1.04 ± 0.41	-0.03 ± 1.45	<0.001
Flehmen	A	1.86 ± 0.32	1.89 ± 0.37	<0.05
	B	1.95 ± 0.44	0.27 ± 0.56	<0.05

Golpes	A	-0.34 ± 0.67	-1.46 ± 1.34	<0.05
	B	0.60 ± 0.74	-0.92 ± 1.35	<0.05
Monta con Desenvaine	A	-0.33 ± 0.67	-1.12 ± 1.17	<0.05
	B	0.93 ± 0.26	-0.39 ± 0.54	<0.05
Monta	A	-0.33 ± 0.67	-1.12 ± 1.17	>0.05
	B	0.93 ± 0.26	-0.39 ± 0.54	<0.05
Vocalización	A	1.32 ± 0.55	0.64 ± 0.15	<0.05
	A	-3.00 ± 1.00	0.12 ± 0.37	<0.05

Tipo= macho-hembras

La figura 1 muestra gráficos de caja de olfateo (izquierda) y de pataleo (derecha) para dos grupos de machos diferentes (Grupo Alto y Grupo Bajo) en dos momentos distintos; Momento 1 y Momento 2 (dado que se le dieron 2 días de evaluación para cada grupo). El grupo Alto muestra un número mayor de interacciones de olfateo y pataleo en comparación con el grupo Bajo. Sin embargo, el comportamiento de pataleo disminuye en el Momento 2 para ambos tipos.

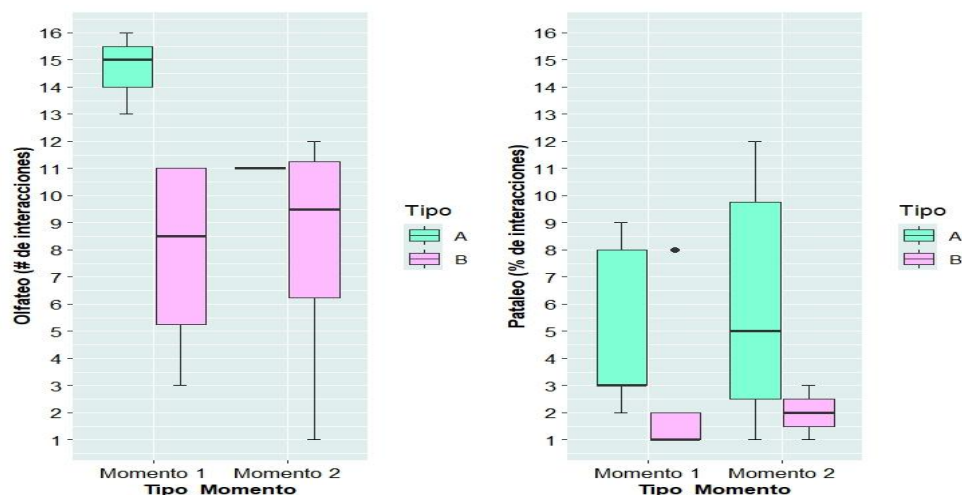


Figura 1. Gráficos de caja que muestran el número de interacciones (Tipo: Momento).

La figura 2 muestra gráficos de caja para diferentes comportamientos apetitivos y consumatorios (Flehmen, Golpes, Monta deservainé, Monta, y Vocalización) en función de distintos tratamientos y momentos para dos grupos de machos (grupo Alto y grupo Bajo). Los tratamientos BA y BB muestran un mayor número de interacciones de flehmen, mientras que el grupo A exhibe más interacciones de golpes, monta deservainé, monta, y vocalización en el Momento 1. En general, se observa una tendencia a la disminución de interacciones en el Momento 2 para la mayoría de los comportamientos y tipos.

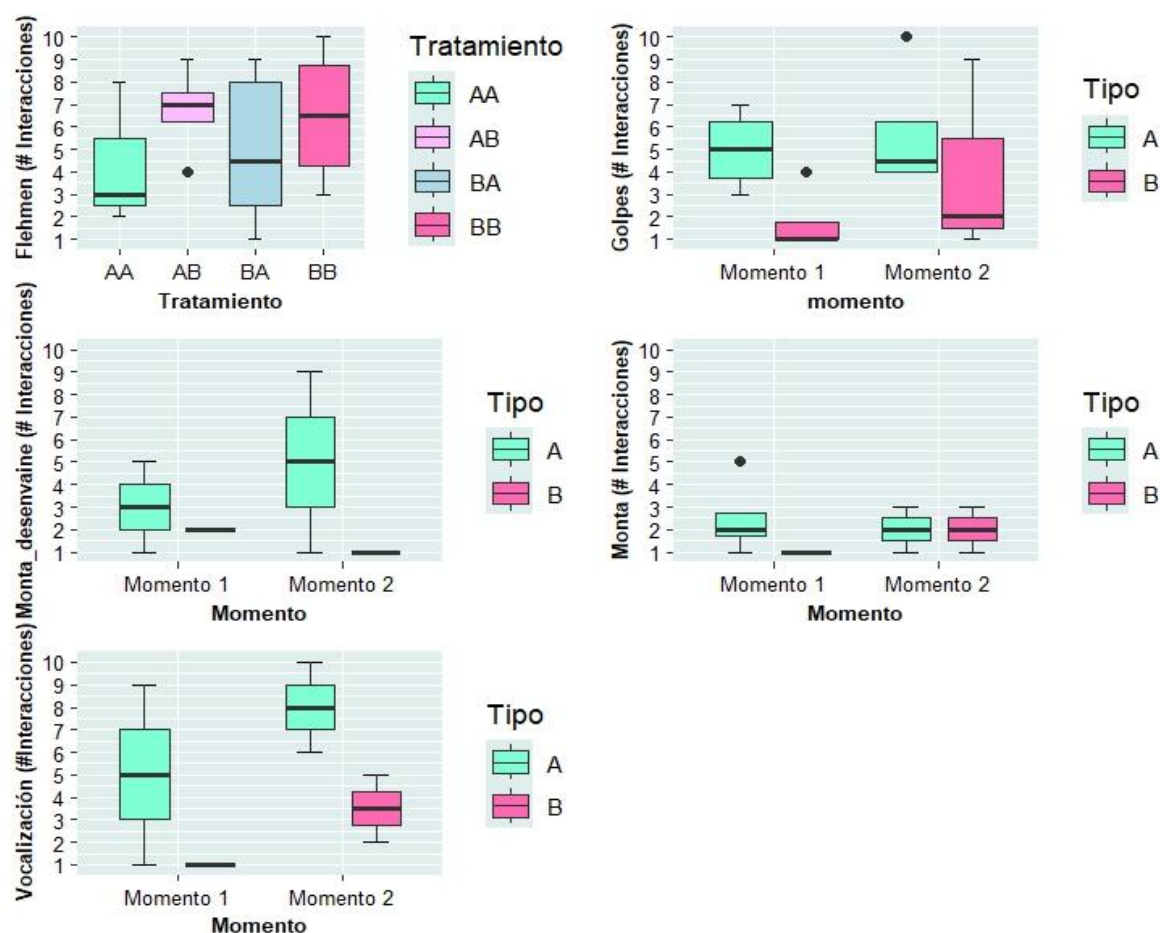


Figura 2. Gráficos de caja que muestran el número de interacciones para diferentes comportamientos.

El Biplot de análisis de componentes principales (PCA) representa la distribución y relación de diferentes comportamientos animales en el espacio de tres dimensiones principales (Dim1 y Dim2 y Dim3). La primera dimensión (Dim1) explica el 26% de la varianza total, mientras que la segunda dimensión (Dim2) explica el 24.2% y la (Dim3) explica el 14.4%. Las flechas indican la dirección y magnitud de cada comportamiento, con los colores representando la calidad de la representación en el espacio bidimensional. Comportamientos como; Aproximación (APX), Automarraje (AUT) y Olfateo_Ano_genital (OLF) están fuertemente correlacionados con Dim1, mientras que Monta (MTA), Monta_Incompleta (MIC), Monta_con_Penetración (MPE), Golpes (GOL) y Monta_con_Desenvaine (DES) dominan en Dim2. Los comportamientos con vectores más largos y colores cálidos tienen una mayor influencia en las dimensiones, sugiriendo su importancia en la variabilidad total explicada por el PCA. Las variables con flechas más cortas y colores fríos (azul); Pataleo (PAT), Flehmen (FLH), Monta_Incompleta (MIC), Bloqueo (BLQ) y Vocalización (VOC) tienen una menor influencia en estas dimensiones principales.

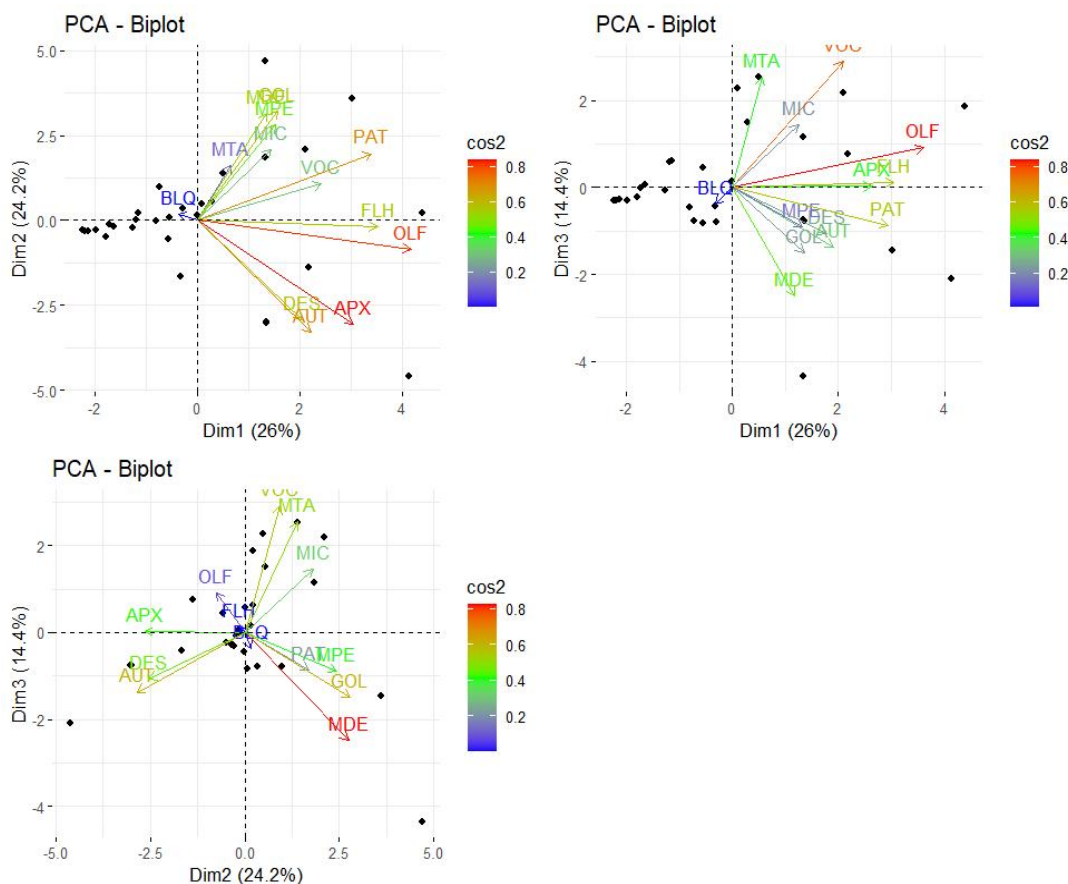


Figura 3. Grafica de Análisis de Componentes Principales (PCA) - Biplot de Variables.

El cuadro 4 muestra los valores medios y desviaciones estándar de varios parámetros hematológicos obtenidos en tres momentos diferentes (pre-empadre, empadre y post-empadre), (HCT, HGB, MCH, MCV, MCHC, RBC, WBC) medidos en cuatro grupos de tratamiento (AA, AB, BA, BB). Los valores de p indican la significancia estadística de las diferencias entre los tratamientos para cada parámetro, obtenidas a partir de un análisis ANOVA. Los valores con <0.05 (MCV y WBC) sugieren ligeras diferencias significativas entre los grupos de tratamiento para esos parámetros.

Cuadro 4. Parámetros Hematológicos de ovejas bajo cuatro combinaciones de tratamientos.

Variables	AA	AB	BA	BB	<i>p-valué</i>
HCT	11.1 ± 3.14	10.6 ± 2.64	10.2 ± 2.24	10.6 ± 2.77	0.442
HGB	11.2 ± 1.13	11.2 ± 1.24	11.6 ± 1.19	11.3 ± 1.82	0.365
MCH	50.4 ± 46.5	43.5 ± 10.2	31.6 ± 3.82	30.9 ± 3.36	0.165
MCV	106 ± 12.9	107 ± 11.8	108 ± 11.4	107 ± 13.2	<0.05
MCHC	320 ± 16.4	320 ± 12.8	320 ± 14.8	322 ± 15.7	0.344
RBC	6.58 ± 0.784	6.65 ± 0.757	6.77 ± 0.731	6.64 ± 0.787	0.535
WBC_CV	107 ± 16.4	108 ± 14.8	109 ± 12.8	108 ± 15.7	<0.05

WBC (recuento de leucocitos), RBC (recuento de eritrocitos), HGB (hemoglobina), HCT (hematocrito), MCV (volumen corpuscular medio), MCH (hemoglobina corpuscular media), MCHC (concentración de hemoglobina corpuscular media) y RDW-CV (distribución de glóbulos rojos).

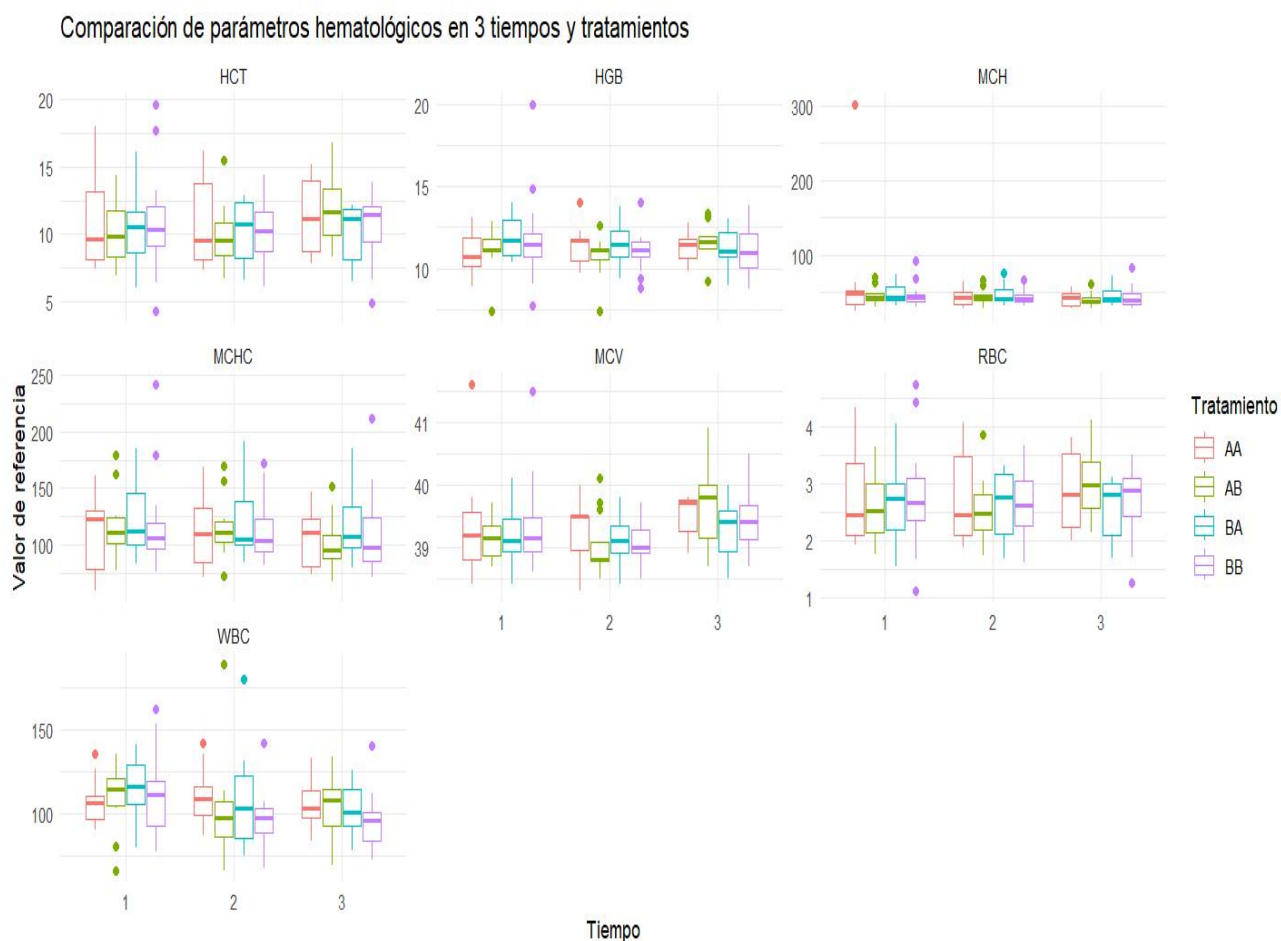


Figura 4. Comparación de parámetros Hematológicos de ovejas en diferentes tratamientos y momentos de muestreo. Diagramas de caja que presenta un análisis comparativo de diferentes parámetros hematológicos (HCT

(Hematocrito), HGB (Hemoglobina), MCH (Hemoglobina Corpuscular Media), MCV (Volumen Corpuscular Medio), MCHC (Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media), RBC (Recuento de Eritrocitos) y WBC (Recuento de Glóbulos Blancos), en tres momentos diferentes del estudio bajo 4 tratamientos (AA, AB, BA, BB) que muestran la mediana, cuartiles y los valores atípicos. La superposición del diagrama de cajas sugiere que no hay diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos en la mayoría de los parámetros.

El cuadro 5 muestra los resultados de los coeficientes estimados y los valores de p para los efectos de diferentes tratamientos (AA, AB, BA, BB) sobre las variables reproductivas, todos los valores de $p > 0.05$, lo que indica que no se encontraron diferencias significativas de los tratamientos sobre las variables evaluadas.

Cuadro 5. Resultados de modelos GLM, evaluación del efecto de tratamientos sobre variables reproductivas.

Variables	Respuesta reproductiva				<i>p-valué</i>
	AA	AB	BA	BB	
Estro	0 ± 0.3015	-0.087 ± 0.4264	-0.2513 ± 0.4030	-0.0572 ± 0.387	> 0.05
Ovulación	-0.0953 ± 0.3162	0.0953 ± 0.4282	-0.0870 ± 0.4082	-0.0870 ± 0.4082	> 0.05
Preñez	-0.2007 ± 0.3333	0.2007 ± 0.4410	0.2007 ± 0.4082	0.0184 ± 0.4216	> 0.05
Embriones	0.2412 ± 0.2673	0.3185 ± 0.3450	0.0040 ± 0.3390	-0.2983 ± 0.3609	> 0.05

El cuadro 6 muestra los resultados del análisis de comparación de variables reproductivas por rango, todos los valores < 0.05 indica que se encontró diferencia estadística significativa sobre los rangos de hembras evaluados.

Cuadro 6. Resultados de variables reproductivas por rangos de hembras.

Rango

Variables	Alto	Bajo	<i>p</i> -valué
Estro	0.833±0.381	0.914±0.284	0.380
Ovulación	0.958±0.204	0.829±0.382	0.097
Preñez	0.917±0.282	0.914±0.284	0.974
Embriones	1.52±0.790*	1.12±0.573	0.039

La figura 5 muestra el número de celos observados en dos grupos de hembras ovinas (Altas y Bajas) durante un periodo de 10 días. El grupo Alto presenta una disminución rápida en los primeros días, mientras que el grupo social Bajo exhibe fluctuaciones más marcadas, con un aumento significativo el día 4.

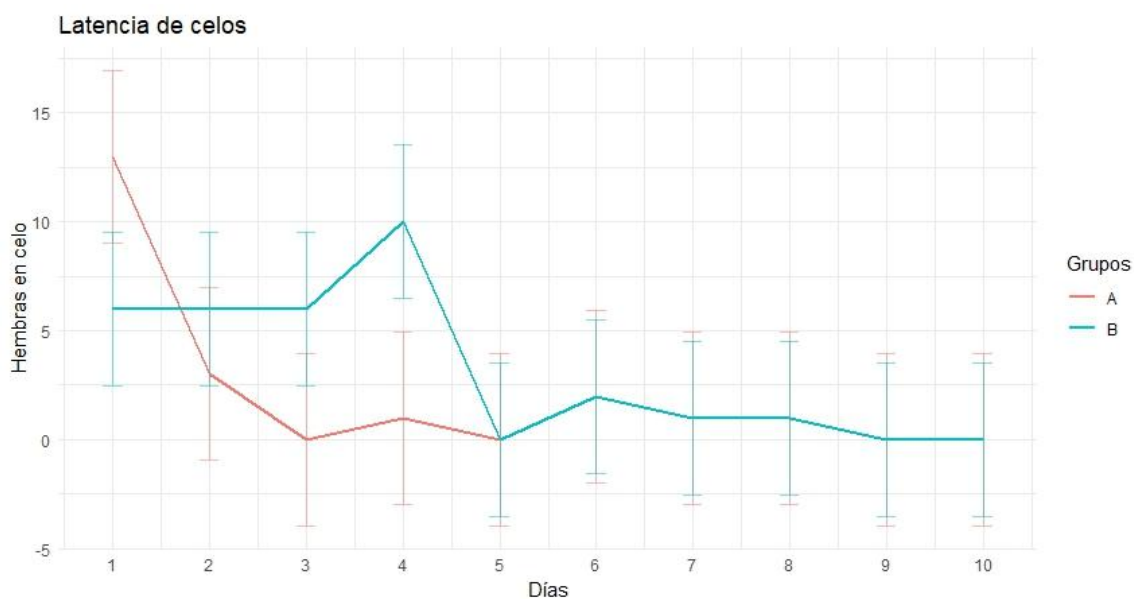


Figura 5. Latencia de celos de ovejas en diferentes grupos experimentales.

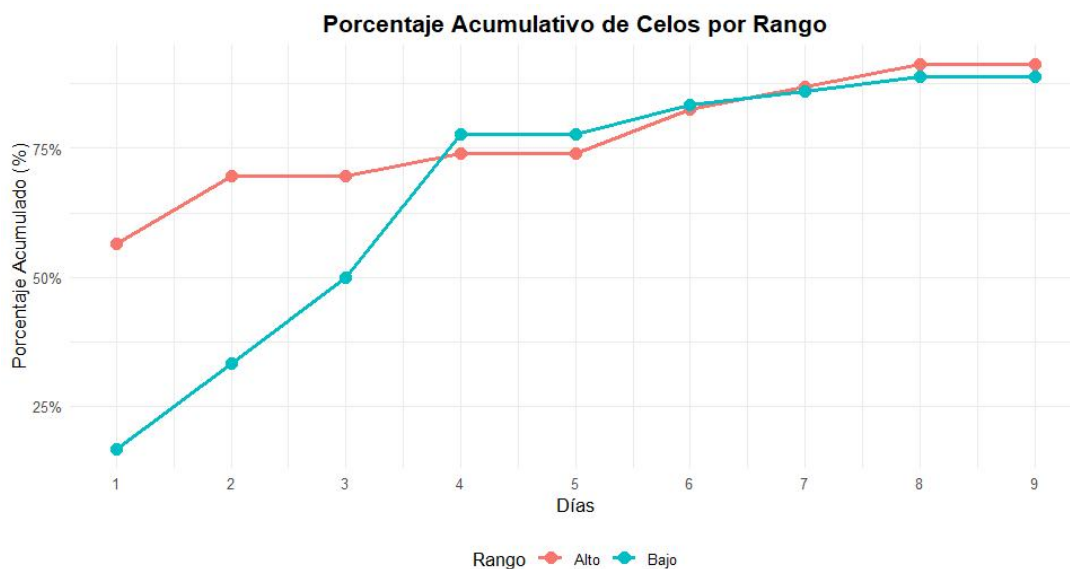


Figura 6. Grafica de acumulación de celos por rango de ovejas independientemente del macho.

IV. DISCUSIÓN

Índice de éxito

Los machos de rango alto mostraron un mayor índice de éxito (IE) en comparación con los de rango bajo con diferencias altamente significativas ($p > 0.001$), estos resultados se reflejan también en la proporción de eventos ganados donde los de rango alto obtuvieron un 76.3 %, mientras que los de rango bajo solo alcanzaron un 23.6%. Estos resultados subrayan la ventaja competitiva de los machos de rango alto en comportamientos asociados con dominancia y éxito reproductivo. En las hembras, también se observaron diferencias en el IE, se observa una mayor proporción de hembras en el rango bajo (61 %) en comparación con el rango alto (38.9 %). El rango social tiene un impacto significativo en la dinámica de los eventos ganados y perdidos, así como en el índice de éxito de las hembras. Sin embargo, el mayor índice de éxito observado en hembras de rango bajo abre preguntas sobre las estrategias sociales y reproductivas utilizadas por estas hembras para compensar las desventajas de su posición jerárquica. El índice de éxito en eventos ganados en pruebas de competencia de ovinos está influenciado por factores genéticos, físicos, ambientales y de manejo. Entre los genéticos y físicos, destacan la calidad del linaje, la edad, el tamaño, el peso y la condición corporal, ya que estos determinan la fuerza, resistencia y la capacidad del animal (Fisher y Matthews, 2001a). El manejo y entrenamiento juegan un papel clave, pues una dieta equilibrada, una socialización adecuada y la preparación previa mejoran el rendimiento (Grandin, 2007; Broom, 2021). Algunos factores ambientales como el clima también afectan el desempeño (Dwyer *et al.*, 2008), los factores conductuales, como el temperamento dominante, el nivel de estrés, experiencia pueden determinar el resultado de una competencia (Berger, 1977). La nutrición tiene un papel fundamental en el desarrollo testicular y en la producción de semen, un aumento en la ingesta de proteínas y energía está relacionada con el tamaño testicular, una dieta mejorada puede cambiar la frecuencia y amplitud de la secreción de LH. La frecuencia de estos pulsos puede influir de manera notable en la producción de testosterona, afectando así la habilidad del macho

para desempeñarse de manera efectiva en la reproducción (Pavón y Hernández, 2024). La testosterona tiene un papel fundamental en el desempeño y el índice de éxito de los carneros en competencias, ya que está directamente relacionado con el comportamiento competitivo, la agresividad y el desarrollo físico. Altos niveles de testosterona suelen asociarse con cerneros más dominantes, mejor preparados para enfrentamientos y con mayor disposición a competir por recursos o jerarquías (Berger, 1977; Fisher y Matthews, 2001b).

Morfología

Aunque el grupo machos de rango social alto parece tener valores mayores en algunas variables, ninguna diferencia entre los dos grupos fue estadísticamente significativa ($p > 0.05$). Esto sugiere que las diferencias observadas pueden deberse a la variabilidad natural y no a efectos reales entre los grupos comparados. Los resultados de la comparación de parámetros morfológicos en este estudio indica que los carneros de rango social alto y bajo no tienen diferencias significativas, Martin *et al.* (1994) menciona que la nutrición es uno de los factores ambientales con mayor influencia en la reproducción de los ovinos, distintos niveles de nutrición, por ejemplo, pueden ocasionar variaciones en el tamaño testicular y en la producción de espermatozoides. El rango social afecta como los ovinos acceden a la alimentación, especialmente en sistemas de confinamiento donde el espacio y el acceso a los comederos están limitados, los animales dominantes suelen acceder primero a los recursos, lo cual puede llevar a un mejor morfométrico en comparación con los subordinados. La calidad y la cantidad de la alimentación impactan en las variables de peso y tamaño, que son indicadores clave en su crecimiento y salud. Un nivel de nutrición diferente puede reducir la ganancia de peso y el crecimiento óseo según González M. *et al.* (2017). Los resultados sugieren que no hay diferencia estadísticamente significativa en la mayoría de las variables morfométricas analizadas entre los grupos de hembras. El papel de las variables morfológicas en el comportamiento social de los ovinos se relaciona estrechamente con características como el peso corporal, la dominancia y la capacidad de

interacción dentro del rebaño. Estas variables influyen en aspectos como la agresividad, las estrategias de afrontamiento social y las interacciones afirmativas. Pascual-Alonso *et al.* (2013) identificaron una conexión entre las estrategias sociales y los rasgos morfológicos y de comportamiento.

La morfología desempeña un papel crucial en la dominancia social dentro de un rebaño, ya que factores como el tamaño corporal, la presencia de cuernos y la forma de la cola afectan como los individuos interactúan y se posicionan jerárquicamente. Los carneros más grandes y con características físicas más imponentes, como cuernos prominentes, tienden a dominar, lo que les otorga un acceso preferente a recursos como el alimento y las hembras. Además, la selección genética ha influido en estas características, lo que ha permitido que ciertas razas desarrollen rasgos físicos que facilitan su posición dominante (Xu *et al.*, 2021).

Comportamiento socio-sexual

Los resultados de este estudio indican que los carneros de rango social alto tienden a ser más activos en una variedad de comportamientos socio-sexuales y agonísticos, los tratamientos experimentales también juegan un papel importante, modulando el comportamiento de manera significativa. De la misma forma, González-Tavizón *et al.* (2022) encontró que los carneros de alto rango social (A) demostraron un comportamiento sexual más activo y consumatorio en comparación con los de bajo rango social (B), Calderón-Leyva *et al.* (2018), mencionan que los carneros con un comportamiento sexual más dominante inducen a más ovejas al estro, acelerando la respuesta reproductiva. Al realizar la prueba de comportamiento sexual en los carneros, se obtuvo un índice de éxito de .67 que es lo suficientemente alto para que los carneros se consideren de rango alto según los valores de Alvarez (2003). Concluyendo que los valores menores a 0.66 serán individuos de un rango social bajo. La hipótesis establecía que los carneros de rango social alto tendrían mejores comportamientos apetitivos y consumatorios que los carneros de rango social bajo

El efecto macho estimula la presencia de estro, en ovejas que no están en celo (Hawken *et al.*, 2008). La respuesta de las ovejas a la presencia de los machos puede variar debido a varios factores, como el estímulo del carnero, el número de vocalizaciones, los comportamientos apetitivos y la intensidad del olor (Delgadillo *et al.*, 2009). La respuesta reproductiva de las ovejas puede cambiar a diversos factores relacionados con variables morfométricas y la jerarquía social (Miller *et al.*, 1998; Alvarez *et al.*, 2007). El orden jerárquico de los carneros determina un acceso diferente a las hembras en celo, alimento, zonas de descanso, así mismo los carneros de rango social alto tienen más acceso a las montas y mayor número de descendencia que los carneros de rango social bajo (Hass y Jenni, 1991; Díaz *et al.*, 2021). Los carneros dominantes tienen montas más exitosas que los carneros subordinados, por otro lado, los carneros dominantes evitan que los carneros subordinados se apareen con las hembras (Aguirre *et al.*, 2007). Las conductas socio-sexuales que expresan las diferentes especies animales influyen en su actividad sexual (Rekwot *et al.*, 2001). Muchos estudios en insectos, ovejas, cabras, cerdos y ganado en general, establecen la importancia de las feromonas que ejercen en el macho sobre su comportamiento reproductivo hacia la hembra. Los comportamientos de cortejo de los carneros, incluyendo la monta y las vocalizaciones, así como las ovejas, han sido ampliamente estudiados. Estos comportamientos están influenciados por los cambios hormonales en las ovejas y las experiencias de apareamiento de los carneros. Los comportamientos clave incluyen; flehmen, monta, empujones, con variaciones que dependen del ciclo estral de la oveja y las experiencias sociales del carnero (Banks, 1964). Las ovejas exhiben diferentes comportamientos reproductivos según si se aparean en la pubertad o más tarde. Estos factores afectan las tasas de fertilidad y la ovulación (Edey *et al.*, 1978). No todos los carneros muestran un comportamiento sexual óptimo ni con la misma intensidad. Aspectos como la edad, raza y otros factores juegan un papel clave en la expresión de las características sexuales deseables. Esta variabilidad puede atribuirse, entre otros factores, a la selección artificial y a los métodos de crianza. Un ejemplo de ello se observa en sistemas de manejo

intensivo, donde los productores suelen seleccionarse con poca consideración por su comportamiento sexual (Orihuela, 2014).

Variables reproductivas

El resultado de la respuesta reproductiva de las hembras no fue estadísticamente significativo. La ovulación fue consistente a los pocos días de la exposición a los machos, como reporta Chemineau (1987), con más del 89% para ambos grupos en este estudio. La respuesta reproductiva fue similar para todos los grupos, más del 90% de las hembras de ambos grupos presentaron celo durante los primeros 10 días al estar en la presencia de los machos. Quedando preñadas el 91% del total de hembras. Aunque no tuvo mucha influencia la condición corporal en influir la respuesta reproductiva. Según indica Martínez-Alfaro *et al.* (2014), la condición corporal juega un papel importante para la inducción del estro, ovulación, debido a un aumento en la producción de LH y FSH, lo que mejora la supervivencia del embrión. Los modelos biológicos en este estudio fueron hembras ovinas multirraciales, en el norte de México la estacionalidad reproductiva de las ovejas varía según la raza, aunque en su mayoría estas razas muestran un comportamiento reproductivo menos estacional debido al clima cálido y árido de la región, lo que permite que se reproduzcan en varias épocas del año, las razas Khatahdin, Dorper, Blackbelly, Romanov y Pelibuey presentan baja estacionalidad reproductiva en el norte de México (Arroyo, 2011; Jorge, 2014; García *et al.*, 2023). Lo que indica que el efecto macho funciona en cualquier época del año. Para que el proceso reproductivo sea exitoso, es necesaria la coordinación entre los mecanismos endocrinos y también entre estos los mecanismos conductuales, si no hay sincronización entre ambos no tendrán éxito (Ungerfeld, 2020). Las relaciones jerárquicas entre los carneros generan acceso desigual a las ovejas en celo, lo cual lleva a una distribución desigual de apareamientos y descendencia en un rebaño. Sin embargo, hasta el momento no existen estrategias claras para prevenir este problema. Es importante recordar, en situaciones encarnadas en campo, que la falta de control sobre el estado reproductivo de los carneros

puede tener consecuencias significativas si los problemas de fertilidad se asocian con carneros en posiciones jerárquicas altas. Aunque esto podría no afectar la tasa final de preñez debido al uso de un número elevado de carneros (Ungerfeld y Núñez, 2011). Buratovich (2010) señala que la fertilidad en los ovinos puede verse influida por diversos factores, entre los que destacan el estrés, la estación del año, condiciones climáticas, edad, raza y el estado sanitario entre otros de menor relevancia. La ausencia de diferencias significativas en la expresión de estro entre los grupos podría sugerir que los factores evaluados no alteraron de forma significativa el inicio del estro. El estro puede estar influenciado por factores externos como la presencia de machos, condiciones de luz y manejo ambiental, pero los resultados sugieren que el diseño experimental no afectó considerablemente este aspecto. Estudios como los de Martin *et al.* (1986) y Rosa y Bryant (2003) destacan que estímulos como el “efecto macho” pueden activar el estro. El número promedio de ovulaciones no mostró diferencias significativas en los grupos. Esto es consistente con la idea que la tasa ovulatoria en ovejas está determinada por factores genéticos y fisiológicos con más estímulos externos inmediatos, aunque el manejo y el estrés pueden tener efectos moduladores. Las fluctuaciones menores observadas entre grupos podrían ser atribuibles a la variabilidad natural o al estado fisiológico individual (Lindsay *et al.*, 1993). Aunque no se observaron diferencias en las tasas de preñez entre los grupos, los valores para los grupos AB y BA fueron más altos que para AA y BB. Esto podría sugerir una posible influencia de factores específicos de los tratamientos aplicados o del manejo. La preñez en los ovinos depende de múltiples variables, incluida la calidad del estro, la sincronización de la ovulación y la calidad del semen o de la interacción entre machos y hembras (Rosa y Bryant, 2003). El número promedio de embriones tampoco mostró diferencias significativas entre los grupos, aunque los valores más altos se observaron en el grupo AB, mientras que los más bajos ocurrieron en BB. La variabilidad observada podría relacionarse con factores como la calidad ovocitaria o las condiciones uterinas. Investigaciones previas (Martin *et al.*, 1986; Scaramuzzi *et al.*, 2006), han

señalado que las diferencias en estas variables a menudo están influenciadas por el estado nutricional y hormonal de las hembras. Los resultados son consistentes con estudios que destacan la importancia de factores ambientales, nutricionales y sociales en la regulación de los parámetros reproductivos en ovinos (Martin *et al.*, 1986; Rosa y Bryant, 2003).

Hematología

El análisis de los parámetros hematológicos (HCT, HGB, MCH, MCHC, MCV, RBC, WBC), a lo largo de tres puntos de tiempo y bajo diferentes tratamientos permite explorar como la interacción social y los cambios fisiológicos asociados al empadre pueden influir en estos parámetros. Por ejemplo, Hematocrito (HCT) y la Hemoglobina (HGB) muestran ligeras fluctuaciones entre tratamientos (BB), mostrando valores más dispersos en comparación entre otros, lo que podría indicar un efecto diferencial del tratamiento sobre la capacidad de transporte de oxígeno de la sangre. Estas variaciones podrían ser reflejo de una adaptación fisiológica o de un efecto acumulativo de los tratamientos, como se observa en estudios previos donde se reportan cambios en los niveles hematológicos (Karapehlivan *et al.*, 2023). El volumen corpuscular medio (MCV) muestra una variabilidad más marcada en el tiempo 3, especialmente con los tratamientos AA y BB, lo que sugiere que estos podrían estar afectado el tamaño y la estructura de los glóbulos rojos. Este tipo de alteraciones podría asociarse con una anemia (Motta *et al.*, 2023). El parámetro de WBC presenta una mayor dispersión en el tiempo 3, lo que podría ser un indicio de un efecto inmunológico diferencial en función del tratamiento. Lo cual puede estar relacionado con una respuesta inmunológica frente a estímulos ambientales, manejo experimental o a la interacción social por la presencia de machos en el entorno. Algunos estudios han indicado que factores como el estrés social o reproductivo pueden incrementar el recuento de glóbulos blancos (Piccione *et al.*, 2010). Los valores de RBC no mostraron diferencias ($p = 0.535$). esto indica una estabilidad en la producción eritrocitaria. Según Kaneko (2008), este parámetro suele mantenerse constante en condiciones fisiológicas normales, a menos que

afecten la eritropoyesis, como diferencias nutricionales, enfermedades o estrés crónico. Los resultados sugieren que los animales estaban en condiciones de salud similares respecto a su producción de eritrocitos.

V. CONCLUSIÓN

Este estudio proporciona evidencia clara de que tanto el tipo de grupo (A o B) como el momento de observación influyen significativamente en la frecuencia y expresión de diversas interacciones comportamentales. El Tipo A generalmente mostró un mayor nivel de actividad interactiva en comparación con el Tipo B, especialmente en comportamientos como el olfateo, el pataleo, y la vocalización. Sin embargo, se observó una tendencia general a la disminución de estas interacciones en el segundo momento de observación, lo que podría indicar un efecto de fatiga o habituación. Los tratamientos específicos también tuvieron un impacto notable, especialmente en el comportamiento de flehmen, donde los tratamientos BA y BB resultaron en un mayor número de interacciones. Esto sugiere que ciertas condiciones experimentales pueden intensificar o modular la expresión de ciertos comportamientos. En resumen, los resultados de este estudio destacan la complejidad de las interacciones comportamentales y la necesidad de considerar múltiples factores, como el tratamiento, el momento de observación y las condiciones experimentales, para comprender plenamente la dinámica de estos comportamientos. La mayoría de las variables analizadas no muestran diferencias significativas, lo que sugiere que las condiciones experimentales o tratamientos no afectaron notablemente estos parámetros hematológicos, sin embargo, las diferencias significativas en el MCV y WBC-CV sugieren que puede haber efectos sutiles en estas áreas que merecen una mayor investigación. Estos resultados podrían ser el punto de partida para explorar más profundamente las causas y las implicaciones de los cambios en el tamaño de los glóbulos rojos y la variabilidad de los glóbulos blancos. El análisis no arrojó resultados significativos para las variables dependientes (estro, ovulación, preñez y embriones), en relación con los diferentes tratamientos aplicados, los valores de p asociados a las pruebas de deviana en todos los modelos superan el umbral de significancia comúnmente aceptado, lo que indica que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos.

VI. REFERENCIAS

- Abadjieva, D., K. Shumkov, E. Kistanova, D. Kacheva y B. Georgiev 2011. "Opportunities for the improvement of the reproductive performances in female animals." *Biotechnology in Animal Husbandry* 27.
- Aguirre, V., A. Orihuela y R. VÁZquez 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. 2003. "Social dominance of female goats affects their response to the male effect." *Applied Animal Behaviour Science* 84: 119-126.
- Alvarez, L., G. B. Martin, F. Galindo y L. A. Zarco 2003. "Social dominance of female goats affects their response to the male effect." *Applied Animal Behaviour Science* 84: 119-126.
- Alvarez, L., L. Zarco, F. Galindo, D. Blache y G. B. Martin 2007. "Social rank and response to the "male effect" in the Australian Cashmere goat." *Animal Reproduction Science* 102: 258-266.
- Arroyo, J. 2011. "Reproductive seasonality of sheep in Mexico." *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 14: 829-845.
- Banks, E. M. J. B. 1964. "Some Aspects of Sexual Behavior in Domestic Sheep, *Ovis Aries*." 23: 249-278.
- Barroso, F. G., C. L. Alados y J. Boza 2000a. "Social hierarchy in the domestic goat: effect on food habits and production." *Applied Animal Behaviour Science* 69: 35-53.
- Barroso, F. G., C. L. Alados y J. Boza 2000b. "Social hierarchy in the domestic goat: effect on food habits and production." *Appl Anim Behav Sci* 69: 35-53.
- Berger, J. 1977. "Organizational systems and dominance in feral horses in the Grand Canyon." 131-146.
- Borja, F. y C. Fabre-Nys 2012. "Brain structures involved in the sexual behaviour of Ile de France rams with different sexual preferences and levels of sexual activity." *Behavioural Brain Research* 226: 411-419.
- Broom, D. M. (2021). Broom and Fraser's Domestic Animal Behaviour and Welfare 6th Edition, CABI.
- Buratovich, O. J. P. I. o. f. n. n. S. A. d. P. A. w. p.-a. c. a. 2010. "Eficiencia reproductiva en ovinos: factores que la afectan."
- Calderón-Leyva, G., C. A. Meza-Herrera, R. Rodriguez-Martinez, O. Angel-García, R. Rivas-Muñoz, J. V. Delgado-Bermejo y F. G. Véliz-Deras 2018. "Influence of sexual behavior of Dorper rams treated with glutamate and/or testosterone on reproductive performance of anovulatory ewes." *Theriogenology* 106: 79-86.
- Calderón-Leyva, G., P. I. Sifuentes-Lamont, V. Contreras-Villarreal, O. Angel-Garcia, S. Moreno-Avalos, F. G. Veliz-Deras y A. S. Alvarado-Espino 2024. "Horn presence determines social rank in Dorper rams." *Ecosistemas Y Recursos Agropecuarios* 11.
- Cervantes, R. E., A. C. Izquierdo y R. S. J. S. r. González, producción y medio ambiente 2014. "Comportamiento sexual en ovinos y caprinos." 99-116.
- Chemineau, P. 1987. "Possibilities for using bucks to stimulate ovarian and oestrous cycles in anovulatory goats - a review." *Livestock Production Science* 17: 135-147.

- Chemineau, P., B. Malpoux, J. P. Brillard y A. Fostier 2007. "Seasonality of reproduction and production in farm fishes, birds and mammals." *Animal : an international journal of animal bioscience* 1: 419-32.
- Craig, J. V. (1981). Domestic animal behaviour: causes and implications for animal care and management.
- Cruz, R. J. A. y. n. 2010. "Manual de producción ovina." 11-12.
- Delgadillo, J. A., H. Gelez, R. Ungerfeld, P. A. R. Hawken y G. B. Martin 2009. "The 'male effect' in sheep and goats—Revisiting the dogmas." *Behavioural Brain Research* 200: 304-314.
- Díaz, A., A. Orihuela, V. Aguirre, N. Clemente, M. Pedernera, I. Flores-Pérez, R. Vázquez y R. Ungerfeld 2021. "Ewes prefer subordinate rather than dominant rams as sexual partners." *Applied Animal Behaviour Science* 238: 105306.
- Dimas, P., A. Orihuela, F. Flores-Pérez y F. J. X. R. N. d. I. P. L. Aguirre, Gto 2011. "Conducta sexual y características del semen de carneros dominantes y/o sumisos colectados en presencia de otro macho [resumen]." 100.
- Dwyer, C. M. (2008). *Environment and the Sheep. The Welfare of Sheep*. C. M. Dwyer. Dordrecht, Springer Netherlands: 41-79.
- Dwyer, C. M., C. Dwyer y A. Lawrence (2008). Introduction to animal welfare and the sheep, Springer.
- Edey, T. N., R. J. Kilgour y K. J. J. T. J. o. A. S. Bremner 1978. "Sexual behaviour and reproductive performance of ewe lambs at and after puberty." 90: 83 - 91.
- Erhard, H., E. Price y M. J. A. S. Dally 1998. "Competitive ability of rams selected for high and low levels of sexual performance." 66: 403-408.
- FASS, V., S %J J Am Association Lab Anim Science: JAALAS 2012. "FASS Guide for the Care and Use of Agricultural animals in Agricultural Research and Teaching." 51: 298-300.
- Ferguson, D. M., A. Fisher, I. G. Colditz y C. Lee (2017). 15 - Future challenges and opportunities in sheep welfare. Advances in Sheep Welfare. D. M. Ferguson, C. Lee and A. Fisher, Woodhead Publishing: 285-293.
- Fisher, A. y L. Matthews 2001a. "The social behaviour of sheep." 211–245.
- Fisher, A. y L. Matthews (2001b). The social behaviour of sheep. Social behaviour in farm animals, CABI publishing Wallingford UK: 211-245.
- Fowler, D. G. y C. M. Langford 1976. "The prediction of fertility and fecundity from the mating activity of ewes." *Applied Animal Ethology* 2: 277-281.
- García, C., J. González-Maldonado, J. C. Gómez-Vargas, G. Torres-Hernández, R. Cuicas-Huerta, E. López-Pérez, E. Estrada-Paqui y I. Jáuregui-Plata 2023. "Reproductive characterization of hair ewe in the American tropics: a review " *Agro Productividad*. Part 1.
- Góngora, A. y H. Velásquez 2021. Capítulo 6. Ciclo estral. Reproducción de los animales domésticos. C. Galina. Mexico, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). 1(6):
- González-Tavizón, A., C. A. Meza-Herrera, G. Arellano-Rodríguez, M. Mellado, V. Contreras-Villarreal, O. Ángel-García, J. R. Arévalo y F. G. Véliz-Deras 2022. Effect of Dorper Rams' Social-Sexual Hierarchy on Their Sexual Behavior and Capacity to Induce Estrus in Ewes. Agriculture. 12(3):
- González M., Verónica, Tapia M. y Marilyn 2017. "Manual de manejo ovino [en línea]." Instituto de Investigaciones Agropecuarias 368.
- Grandin, T. 1997. "Assessment of stress during handling and transport." *J Anim Sci* 75: 249-57.
- Grandin, T. 2007. "Behavioural principles of handling cattle and other grazing animals under extensive conditions." 44–64.

- Hass, C. C. y D. A. Jenni 1991. "Structure and ontogeny of dominance relationships among bighorn rams." *Canadian Journal of Zoology* 69: 471-476.
- Hawken, P. A. R., A. C. O. Evans y A. P. Beard 2008. "Short term, repeated exposure to rams during the transition into the breeding season improves the synchrony of mating in the breeding season." *Animal Reproduction Science* 106: 333-344.
- Hemsworth, P. H., J. L. Barnett, G. J. Coleman y C. Hansen 1989. "A study of the relationships between the attitudinal and behavioural profiles of stockpersons and the level of fear of humans and reproductive performance of commercial pigs." *Applied Animal Behaviour Science* 23: 301-314.
- HERNANDEZ, V. O. F. 2024. REPRODUCCIÓN ANIMAL 2024, UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
- Itzel, V.-H., M. Ortega, J. Haro y M. Huerta 2019. "The welfare of sheep and its assessment."
- Jensen, P. 1994. "Fighting between unacquainted pigs — effects of age and of individual reaction pattern." *Applied Animal Behaviour Science* 41: 37-52.
- Jorge, U. 2014. "REPRODUCTIVE PERFORMANCE OF DORPER AND KATAHDIN EWES BRED IN SPRING SEASON IN THE NORTHERN MEXICO." *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 17: 123.
- Kaneko, J. (2008). Clinical biochemistry of domestic animals, Academic press.
- Karapehlivan, M., V. Gelen y A. Kükürt (2023). Animal Models and Experimental Research in Medicine, BoD—Books on Demand.
- KARSCH, F. J., E. L. BITTMAN, D. L. FOSTER, R. L. GOODMAN, S. J. LEGAN y J. E. ROBINSON (1984). Neuroendocrine basis of seasonal reproduction. Proceedings of the 1983 Laurentian Hormone Conference, Elsevier.
- Kekan, Ingole SD, Sirsat SD, Bharucha SV, Kharde SD y N. AS 2017. "El papel de las feromonas en los animales de granja: una revisión." *Agricultural research communication Centre* 38: 83-93.
- Kondo, S. y J. F. Hurnik 1990. "Stabilization of social hierarchy in dairy cows." *Applied Animal Behaviour Science* 27: 287-297.
- Landsberg, G. M. y S. Denenberg 2014. Social Behavior of Sheep. Merck Veterinary Manual, Merck Veterinary Manual. 2014
- Langbein, J. y B. Puppe 2004. "Analysing dominance relationships by sociometric methods—a plea for a more standardised and precise approach in farm animals." *Applied Animal Behaviour Science* 87: 293-315.
- Lezama, V., A. Orihuela y R. J. A. A. B. S. Angulo 2001. "Sexual behavior and semen characteristics of rams exposed to their own semen or semen from a different ram on the vulva of the ewe." 75: 55-60.
- Lindsay, D., D. Dunsmore, J. Williams y G. J. A. b. Syme 1976. "Audience effects on the mating behaviour of rams." 24: 818-821.
- Lindsay, D. R., G. B. Martin y I. J. R. i. d. a. Williams 1993. "Nutrition and reproduction." 459: 91.
- Malpoux, B. t. J. E., H. l. n. Tricoire, A. Locatelli y P. Chemineau 2002. "Melatonin enters the cerebrospinal fluid through the pineal recess." 143: 84-90.
- Martin, G. B., C. M. Oldham, Y. Cognié y D. T. J. L. p. s. Pearce 1986. "The physiological responses of anovulatory ewes to the introduction of rams—a review." 15: 219-247.
- Martin, G. B., S. Tjondronegoro y M. A. Blackberry 1994. "Effects of nutrition on testicular size and the concentrations of gonadotrophins, testosterone and inhibin in plasma of mature male sheep." *J Reprod Fertil* 101: 121-8.
- Martínez-Alfaro, J. C., H. Hernández, J. A. Flores, G. Duarte, G. Fitz-Rodríguez, I. G. Fernández, M. Bedos, P. Chemineau, M. Keller, J. A. Delgadillo y J. Vielma 2014. "Importance of

- intense male sexual behavior for inducing the preovulatory LH surge and ovulation in seasonally anovulatory female goats." *Theriogenology* 82: 1028-1035.
- Miller, D. W., D. Blache, R. Boukhliq, J. D. Curlewis y G. B. Martin 1998. "Central metabolic messengers and the effects of nutrition on gonadotrophin secretion in sheep." *Reproduction* 112: 347-356.
- Mota-Rojas, D., A. Velarde, S. Huertas y M.-N. Cajiao-Pachon (2019). BIENESTAR ANIMAL, una visión global en Iberoamérica. ELSEVIER-España.
- Motta, G. A., P. S. M. Neto, R. P. Nociti y Á. E. J. A. Santana 2023. "Hematological Normality, Serum Biochemistry, and Acute Phase Proteins in Healthy Beef Calves in the Brazilian Savannah." 13: 2398.
- Notter, D. R. 2008. "Genetic aspects of reproduction in sheep." *Reprod Domest Anim* 43 Suppl 2: 122-8.
- NRC, N. R. C. (2011). Guide for the Care and Use of Laboratory Animals Washington, DC.
- Orihuela 2014. "La conducta sexual del carnero: Revisión." 5: 49-89.
- Pascual-Alonso, M., G. María, W. Sepúlveda, M. Villarreal, L. Aguayo-Ulloa, F. Galindo y G. J. J. o. v. B. Miranda-De La Lama 2013. "Identity profiles based on social strategies, morphology, physiology, and cognitive abilities in goats." 8: 458-465.
- Pavón, R. Á. S. y J. P. J. B. V. Hernández 2024. "Testosterona y Fertilidad Ovina: Herramientas y Conceptos para Mejorar la Fertilidad del Rebaño." 20-25.
- Piccione, G., S. Casella, L. Lutri, I. Vazzana, V. Ferrantelli, G. J. T. J. o. V. Caola y A. Sciences 2010. "Reference values for some haematological, haematochemical, and electrophoretic parameters in the Girgentana goat." 34: 197-204.
- Pizaña, A., D. Mota-Rojas, C. Isaza y J. Vásquez (2016). Neurobiología del comportamiento agonístico en animales domésticos y silvestres.
- Preston, B., I. Stevenson, J. Pemberton, D. Coltman y K. J. P. o. t. R. S. o. L. S. B. B. S. Wilson 2003. "Overt and covert competition in a promiscuous mammal: the importance of weaponry and testes size to male reproductive success." 270: 633-640.
- Rekwot, P. I., D. Ogwu, E. O. Oyedipe y V. O. Sekoni 2001. "The role of pheromones and biostimulation in animal reproduction." *Animal reproduction science* 65: 157-70.
- Rosa, H. J. y M. J. J. S. r. r. Bryant 2003. "Seasonality of reproduction in sheep." 48: 155-171.
- Roselli, C. E., J. A. Resko y F. Stormshak 2002. "Hormonal Influences on Sexual Partner Preference in Rams." *Archives of Sexual Behavior* 31: 43-49.
- Rutter, S. 2002. "Behaviour of sheep and goats." 145-158.
- SADER 2024. *Detrás de la Ovinocultura: Una Mirada a la Crianza de Ovejas en México*. México
- Scaramuzzi, R. J., B. K. Campbell, J. A. Downing, N. R. Kendall, M. Khalid, M. Muñoz-Gutiérrez y A. J. R. N. D. Somchit 2006. "A review of the effects of supplementary nutrition in the ewe on the concentrations of reproductive and metabolic hormones and the mechanisms that regulate folliculogenesis and ovulation rate." 46: 339-354.
- Serrano, J. O., J. Martínez-Melo, M. Herrera, A. Villares, F. D. Manuel, N. Fonseca y J. C. Lorenzo 2022. "Effect of natural shade on the grazing behavior of breeding ewes from Pelibuey breed." *Cuban Journal of Agricultural Science* 56: 1-12.
- Sifuentes-Lamónt, P. I., C. A. Meza-Herrera, F. G. Véliz-Deras, A. S. Alvarado-Espino, A. V. Alvarado-Espino, G. Calderón-Leyva, O. Angel-García, D. I. Carrillo-Moreno, V. Contreras-Villarreal, R. A. Delgado González y J. A. Bustamante-Andrade 2022. Multifaceted Interplay among Social Dominance, Body Condition, Appetitive and Consummatory Sexual Behaviors, and Semen Quality in Dorper Rams during Out-Of-Season and Transition Periods. *Animals*. 12(23):
- Soto, A. T., M. V. Gómez y C. A. J. L. d. C. Seillant (2024). Reproducción en ovinos y caprinos.

- Tabarez, A. y H. Grajales 2021. Ovinos. Reproducción de los animales domésticos. C. Galina. México, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), 2021.(15):
- Ungerfeld, R. y L. J. A. r. s. Lacuesta 2010. "Social rank during pre-pubertal development and reproductive performance of adult rams." 121: 101-105.
- Ungerfeld, R. y M. L. Núñez 2011. "Jerarquía y dominancia en grupos de carneros: establecimiento y efectos sobre la reproducción." Veterinaria (Montevideo) 47.
- Ungerfeld, R. (2020). REPRODUCCIÓN DE LOS ANIMALES DOMÉSTICOS.
- Ungerfeld, R. J. J. o. V. B. 2012. "Sexual behavior of medium-ranked rams toward non-estrua ewes is stimulated by the presence of low-ranked rams." 7: 84-87.
- Valencia, J. (2018). Pubertad y estacionalidad reproductiva. Fisiología reproductiva de los animales domésticos. México, Universidad Nacional Autónoma de México. 1.
- van Wettene, W. H. E. J., K. L. Kind, K. L. Gatford, A. M. Swinbourne, S. T. Leu, P. T. Hayman, J. M. Kelly, A. C. Weaver, D. O. Kleemann y S. K. Walker 2021. "Review of the impact of heat stress on reproductive performance of sheep." Journal of Animal Science and Biotechnology 12: 26.
- Véliz, F. G., C. A. Meza-Herrera, M. A. De Santiago-Miramontes, G. Arellano-Rodríguez, C. Leyva, R. Rivas-Muñoz y M. Mellado 2009. "Effect of parity and progesterone priming on induction of reproductive function in Saanen goats by buck exposure." Livestock Science 125: 261-265.
- Xu, S.-S., L. Gao, M. Shen y F. Lyu 2021. "Whole-Genome Selective Scans Detect Genes Associated With Important Phenotypic Traits in Sheep (Ovis aries)." 12.
- Zarco, L. (2018). Endocrinología de la reproducción. Fisiología reproductiva de los animales domésticos. L. R. Porta. México Universidad Nacional Autónoma de México. 1: 78-91.