

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE AGRONOMÍA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



ESTUDIO DE LA PATERNIDAD Y DEL COMPORTAMIENTO SEXUAL EN
CARNEROS DE PELO SOMETIDOS A UN EMPADRE CONTROLADO, COMPARANDO
LA JERARQUÍA SOCIAL: DOMINANTE VS SUBORDINADO EN DOS ÉPOCAS DEL AÑO

TESIS

Presentada por:

MVZ. GLORIA ITZEL NOLASCO HERNANDEZ

Como requisito parcial para obtener el Grado de


MAESTRÍA EN CIENCIA ANIMAL

General. Escobedo, Nuevo León, México

Mayo-2021

ESTUDIO DE LA PATERNIDAD Y DEL COMPORTAMIENTO SEXUAL EN
CARNEROS DE PELO SOMETIDOS A UN EMPADRE CONTROLADO,
COMPARANDO LA JERARQUÍA SOCIAL: DOMINANTE VS SUBORDINADO EN
DOS ÉPOCAS DEL AÑO

Comité de Tesis



Dr. Fernando Sánchez Dávila



Dr. Rogelio Alejandro Ledezma Torres

Secretario



Dr. Hugo Bernal Barragán

Vocal



Dra. Estela Garza Brenner

Vocal

ESTUDIO DE LA PATERNIDAD EN CARNEROS DE PELO SOMETIDOS A UN
EMPADRE CONTROLADO, COMPARANDO LA JERARQUÍA SOCIAL:
DOMINANTE VS SUBORDINADO EN DOS ÉPOCAS DEL AÑO

Dirección de Tesis



Dr. Fernando Sánchez Dávila
Director



Dr. Rogelio Alejandro Ledezma Torres
Co-Director



Dr. Hugo Fermi Barragan
Co-Director



Dra. Estela Garza Brenner
Co-Directora

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, agradezco a la institución, la Universidad Autónoma de Nuevo León por brindarme la oportunidad de poder avanzar en mis conocimientos realizando la maestría.

Así como, la Facultad de Agronomía y la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia por proporcionarme las herramientas y el equipo para poder desempeñar esta investigación.

De igual forma, quisiera agradecer a el CONACYT por el apoyo financiero que me fue brindado para la realización de este proyecto.

Quisiera agradecer a mi asesor de tesis, el Dr. Fernando Sánchez Dávila, por su paciencia y sus conocimientos para poder guiarme y asesorarme a lo largo de esta investigación.

A mis co asesores, el Dr. Hugo Bernal Barragán, el Dr. Rogelio Alejandro Ledezma Torres y la Dra. Estela Garza Brenner por su asesoramiento y guiarme dentro de mi formación como profesionista, así como a todos mis profesores que estuvieron guiándome y transmitiendo sus conocimientos a lo largo de estos 2 años. De igual forma al Instituto Politécnico Nacional y a la Dra. Ana María Sifuentes por su apoyo.

Así mismo, quisiera agradecer al M.C. Adán González Gómez y al Ing. Jesús Alejandro Lombardo Morales por su incondicional apoyo durante toda la investigación. A Don Brígido y a los trabajadores y alumnos de la Unidad Académica Marín que estuvieron apoyándome a lo largo del estudio y se encargaron del mantenimiento y cuidados de los animales.

Por último, quisiera agradecer a mis compañeros de maestría que juntos nos apoyamos durante este proceso y salir juntos adelante.

DEDICATORIAS

Dedico este trabajo de tesis a mis mamas Itzel Nolasco Hernández y Karla Judith Cantú Hibron por su incondicional apoyo y esfuerzo y a mis abuelos por su apoyo emocional desde lejos.

De igual forma a mis compañeros de maestría por siempre estar apoyándonos unos a otros y a Ángel Fernando Díaz Muñiz y Valeria Alvarado Gutiérrez por ser mis compañeros de maestría, pero sobre todo buenas amistades que se quedaran siempre en mi corazón.

INDICE

I. Introducción.....	1
HIPOTESIS.....	3
OBJETIVO GENERAL.....	3
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
II. Revisión de Literatura.....	4
II.1. Factores que afectan la calidad reproductiva en carneros.....	4
II.1.1. Estacionalidad.....	4
II.1.2. Edad y peso vivo.....	8
II.1.3. Temperamento.....	9
II.1.4. Jerarquía social.....	10
II.1.5. Comportamiento sexual.....	11
II.2. Pruebas de paternidad.....	13
II.3. Competencia espermática.....	14
II. 4. Influencia de la estacionalidad sobre la tasa de pariciones en ovejas.....	15
III. Materiales y métodos.....	18
III.1. Ubicación del estudio.....	18
III.2. Manejo de los animales en el estudio.....	18
III.2.1. 1ª Etapa.....	18
III.2.2. 2ª Etapa.....	18
III.2.3. Determinación de la jerarquía social.....	19
III.2.4. Prueba de comportamiento sexual.....	19
III.2.5. Determinación de Paternidad.....	20
III.2.6. Porcentaje de preñez.....	22
III.2.7. Registro de partos y número de crías por parto.....	22
III.3. Análisis estadístico.....	22
IV. Resultados.....	24
V. Discusión.....	33
VI. Conclusión.....	38
VII. Referencias Bibliográficas.....	39

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 .-Efectos principales sobre el comportamiento sexual de acuerdo con la jerarquía del carnero a través de cada semana de estudio (Media \pm EE)	25
Tabla 2.-Promedios generales de comportamiento sexual de acuerdo con la etapa de estudio en carneros de pelo Saint Croix (Media \pm EE).....	25
Tabla 3.- Efecto de la jerarquía social sobre el comportamiento sexual en las dos etapas en que se desarrolló el estudio en carneros Saint Croix (Media \pm EE).....	26
Tabla 4.-Porcentaje de preñez (frecuencia y % en paréntesis) de cada grupo (n=6 grupos/etapa) en las dos etapas de estudio (Etapa 1 = enero. Etapa 2 = septiembre) En porcentajes no se escriben las medias y errores estándar.....	27
Tabla 5.-Efecto del grupo de carneros sobre el porcentaje de pariciones y el número de crías por parto durante la 1ª etapa de la investigación (Media \pm EE).	28
Tabla 6.- Relación de descendencia de acuerdo con la jerarquía del carnero en la 1ª etapa de empadre de ovejas Saint Croix en el Noreste de México.....	29
Tabla 7.- Relación de paternidad para crías obtenidas en la primera etapa de acuerdo con el padre asignado y al padre verdadero en corderos de pelo Saint Croix.	30
Tabla 8.- Tipo de parto, peso al nacer y peso al destete de los corderos asociados a la jerarquía social de los padres de la 1ª etapa de la investigación (Media \pm EE).	31
Tabla 9.- Tipo de parto, peso al nacer y peso al destete de los corderos dependiendo del grupo asignado de los padres de la 1ª etapa de la investigación (Media \pm EE).	31
Tabla 10.- Efecto del grupo de carneros sobre la tasa de prolificidad durante las 2 etapas del estudio (Media \pm EE).	32

RESUMEN

Dentro de un grupo de animales se forman estructuras jerárquicas las cuales se crean para competir entre ellos por los recursos. El rango social de los carneros influye en el éxito reproductivo que este pueda desempeñar. El objetivo de la investigación fue determinar el índice de fertilidad y paternidad en carneros Saint Croix sometidos a una situación de competencia y estableciendo una jerarquía social (dominante –subordinado). Para lograr esta investigación se plantearon los siguientes objetivos específicos: 1) evaluar el comportamiento sexual de los carneros sometidos a dos épocas de empadre; y 2) analizar la proporción de descendencia, utilizando marcadores moleculares (SNPs) tanto de carneros dominantes como de subordinados.

La investigación se realizó en dos épocas del año, la primera etapa se realizó en enero del 2019 y la segunda etapa se realizó en septiembre del 2019. Se trabajó con 12 carneros los cuales se dividieron por pares en 6 grupos juntos con 17 ovejas por grupo. Para las dos etapas del estudio se determinó la jerarquía social de cada carnero con una prueba de competencia de alimento. Posteriormente cada par de carneros fue asignado a un grupo de 17 ovejas durante toda la investigación.

En las dos etapas del estudio se evaluó el comportamiento sexual y se registraron las variables de: olfateos anogenitales, acercamientos laterales, flehmen, intentos de montas, montas, montas con eyaculación totales. Esta evaluación tuvo una duración de cuatro semanas durante 4 horas por día.

Posterior a la evaluación del comportamiento se llevó a cabo el diagnóstico de preñez de las hembras utilizadas y cinco meses después se registró el número y tipo de partos de cada etapa. Así mismo, para determinar la paternidad de cada una de las crías se utilizó la técnica de Reacción en cadena de la Polimerasa (PCR) utilizando la técnica de microsatélites (SNPs).

En conclusión, todos los carneros modificaron sus estrategias de cortejo, sin embargo, los carneros dominantes presentaron mejor comportamiento sexual comparado con los subordinados. Por otra parte, se demostró que mientras las semanas transcurrían en el estudio el comportamiento sexual y por ende las variables a evaluar iban disminuyendo. Las pruebas de paternidad demuestran que por parte de la primera etapa del estudio los carneros que obtuvieron mayor descendencia fueron los carneros dominantes.

SUMMARY

Hierarchical structures are formed within a group of animals that are created to compete for resources. The social rank of rams influences the reproductive success that it can play. The objective of the research was to determine the fertility and paternity index in Saint Croix rams subjected to a competitive situation and establishing a social hierarchy (dominant - subordinate).

To achieve this research, the following specific objectives were proposed: 1) to evaluate the sexual behavior of rams subjected to two breeding seasons; and 2) analyze the proportion of offspring, using molecular markers (SNPs) of both dominant and subordinate rams.

The research was carried out at two times of the year, the first stage was carried out in January 2019 and the second stage was carried out in September 2019. We worked with 12 rams which were divided into pairs in 6 groups together with 17 sheep per group. For the two stages of the study, the social hierarchy of each ram was determined with a food competence test. Subsequently, each pair of rams was assigned to a group of 17 sheep throughout the investigation.

In the two stages of the study, sexual behavior was evaluated and the variables of anogenital sniffs, lateral approaches, flehmen, attempts to mount, mount, mount with total ejaculation were recorded. This evaluation lasted four weeks for 4 hours per day.

After behavioral evaluation, the pregnancy diagnosis of the females used was carried out and five months later the number and type of births of each stage were recorded. Likewise, to determine the paternity of each of the offspring, the Polymerase Chain Reaction (PCR) technique was used using the microsatellite technique (SNPs).

In conclusion, all the rams modified their courtship strategies, however, the dominant rams presented better sexual behavior compared to the subordinates. On the other hand, it was shown that as the weeks passed in the study, the sexual behavior and therefore the variables to be evaluated were decreasing. Paternity tests show that in the first stage of the study, the rams that obtained the most offspring were the dominant rams.

I. Introducción

En varias especies mamíferas, se presentan sistemas sociales complejos, lo que puede modificar cuando un grupo de animales es manejado en cautiverio (Price et al., 2001). Cuando las ovejas son manejadas en pastoreo presentan niveles bajos de agresión, y las relaciones de dominancia pueden ser bidireccionales o lineales. Sin embargo, las jerarquías y por tanto sus efectos pueden ser más intensas durante la competencia por alimento, en confinamiento, o en grupos de carneros introducidos aun grupo de ovejas durante una época reproductiva (Ungerfeld y Lacuesta, 2010).

En mamíferos, el comportamiento sexual de los machos puede ser estimulada por distintos factores como auditivas, visuales u olfativas (Petherick, 2005). Se ha demostrado en carneros que unos de los factores que afectan la eficiencia reproductiva de un rebaño es la jerarquía social de ellos (Ungerfeld y González-Pensado, 2008). Considerando que las experiencias anteriores y la forma de criarlos en grupos masculinos, sin contacto con hembras, tendrán un menor interés en ellas (Ungerfeld y González-Pensado,2009).

Por lo anterior, en condiciones de competencia entre carneros dominantes y subordinados, la exhibición de comportamientos de cortejo hacia las hembras es modificado, siendo los animales subordinados los más afectados a estas modificaciones del cortejo (Ungerfeld, 2007), siendo la capacidad de monta, afectando más a los carneros subordinados cuando este se somete a otro semental que sea dominante y afectando por lo tanto la tasa de preñez del rebaño (Ungerfeld y González-Pensado, 2009).

Asimismo, existen distintos factores los cuales son importantes de implementar o considerar en una producción ovina para obtener beneficios económicos, siendo uno de ellos la selección de carneros que presenten características sobresalientes para transmitir a sus futuras generaciones, así como el determinar la época de empadre más conveniente del año (Martin et al., 2002).

Por otro lado, en un rebaño, donde se someten en forma aleatoria la competencia entre individuos dominantes y subordinados, estarán posibilitados los machos subordinados de cambiar las estrategias de cortejo y apareamiento para poder tener oportunidad de montar

y preñar a un grupo de hembras aun en la presencia de machos dominantes. Es importante considerar realizar pruebas de paternidad para poder determinar la frecuencia de la descendencia y heredabilidad de los carneros (Rosa et al., 2013) y poder dilucidar para este estudio la paternidad resultante de carneros dominantes y subordinados.

Dentro de las técnicas de laboratorios utilizados para tal efecto se han utilizado los marcadores de ADN y se han utilizado con éxito en la identificación bovina, en las pruebas de paternidad y para establecer relaciones entre dos o más individuos (Schütz y Brenig, 2015). Las repeticiones en tándem cortas o microsatélites (STR) han sido los marcadores genéticos de elección durante más de dos décadas en bovinos (Baumung et al., 2004), sin embargo, el uso de los SNPs (polimorfismo de un solo nucleótido) se ha hecho cada vez más frecuente. Estos marcadores de ADN se han utilizado ampliamente para determinar la paternidad en bovinos (Heaton et al., 2002) y se han propuesto para su uso en ovinos (Kijas et al., 2009). Estos SNPs tienen la capacidad de tener una mayor estabilidad genética en mamíferos y existe una gran variedad de estos en diferentes especies y razas (Heaton et al., 2005).

HIPOTESIS

El carnero con jerarquía dominante será el que presente mejor comportamiento sexual obteniendo mayor tasa de descendencia.

OBJETIVO GENERAL

Determinar el comportamiento sexual y la paternidad en carneros Saint Croix sometidos a un empadre controlado bajo una situación de competencia: Dominante vs Subordinado.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Evaluar el comportamiento sexual de los carneros sometidos a dos épocas de empadre.
2. Analizar la proporción de descendencia, utilizando marcadores moleculares (SNPs) tanto de carneros dominantes como de subordinados.

II. Revisión de Literatura

El manejo óptimo de los ovinos es de suma importancia para la producción de carne, leche y lana. Para que se logre una producción sustentable, es necesario desarrollar una eficiencia reproductiva, que se expresa como el número de corderos destetados por oveja.

Existen distintos factores los cuales son importantes de implementar o considerar en una producción ovina para obtener beneficios económicos. Uno de los factores es la selección de sementales los cuales deberán presentar características sobresalientes y genéticamente superiores para expresarse en las futuras generaciones en función de la época de empadre.

II.1. Factores que afectan la calidad reproductiva en carneros

II.1.1. Estacionalidad

En la producción ovina se buscan y promueven técnicas para incrementar la productividad de las ovejas y obtener corderos dentro y fuera de la época reproductiva. Dado a estas circunstancias, las razas de ovinos que se utilizan en estos programas de partos continuos o acelerados son razas con épocas reproductivas relativamente largas (Ahmad et al., 2020).

La selección de la época de empadre es de suma importancia debido a la aparición del estro en las ovejas y por consiguiente exponerse a un carnero para su gestación posterior. Existe una relación entre los cambios estacionales, condición corporal, temperatura y otros factores los cuales afectan los índices de ovulación, gestación y supervivencia embrionaria (Juárez-Pérez et al., 2018; Ahmad et al., 2020).

La mayoría de las razas ovinas tienen un patrón estacional reproductivo que es influenciado por el fotoperíodo (Kumar et al., 2017). Por ejemplo, estudios realizados en carneros demuestran que en época de verano se presenta una disminución en la circunferencia escrotal, calidad del semen y comportamiento sexual (Ridler et al., 2012). Sin embargo, las razas de pelo tienden a mostrar variaciones entre y dentro de cada raza (Sánchez-Dávila et al., 2011). Algunas razas tienden a mostrar temporadas reproductivas más cortas que otras razas (Souza-Fabjan et al., 2018). Estas diferencias se deben en gran

parte a que la reproducción estacional y el mecanismo endocrino pueden estar influenciados por estímulos conductuales que se liberan por medio de las relaciones sociales que se establecen entre los individuos (Aguirre et al., 2007). Así mismo, diversos estudios demuestran resultados variables con respecto a los efectos del fotoperiodo en ovejas de razas de pelo. En climas tropicales y subtropicales se ha evidenciado que algunas razas de pelo son casi o completamente estacionales (Rosa y Bryant, 2002), estableciéndose lo anterior tanto en corderos (Sánchez et al., 2019) como en carneros adultos (Sánchez et al., 2020).

Esta disminución en el comportamiento sexual se debe a la baja producción de la hormona gonadotropina (Ungerfeld, 2007; Sanford y Dickson, 2008). Así mismo, la estacionalidad afecta en el desarrollo testicular debido a la disminución en la producción de la hormona luteinizante y el aumento en la secreción de la hormona folículo estimulante (Sarlós et al., 2013). En carneros, durante el otoño los niveles de testosterona en plasma se ven aumentados (Sánchez et al., 2020).

Para este efecto, diversos autores sugieren que la estimulación de la glándula pituitaria durante el otoño es debido a las bajas temperaturas y a las horas luz del día (Abecia et al., 2017). Conjuntando que, en algunas especies como el ciervo rojo, la estacionalidad, así como la jerarquía social están relacionadas con la preñez, conociéndose que las hembras dominantes quedan preñadas antes que las hembras subordinadas (Ceacero et al., 2012). De forma similar, en cabras, las hembras de rango alto o medio ovulan antes que las cabras con jerarquía baja (Álvarez et al., 2003).

Asimismo, la ubicación geográfica en donde se encuentren los animales afectara en la efectividad reproductiva que estos puedan tener. Las razas de pelo debido a su pelaje y otras características de adaptación que han desarrollado a través del tiempo tienen la capacidad de ser productivas en ambientes cálidos y a alta humedad relativa. Se ha demostrado que en el Caribe estas razas son prolíficas y son capaces de reproducirse durante todo el año (Juárez-Pérez et al., 2018; Ahmad et al., 2020).

Considerando que se ha evidenciado que la actividad ovárica en las ovejas de pelo se reduce en los meses de mayo a julio, pero las tasas de ovulación no se ven del todo afectadas en ambientes templados o tropicales. Sin embargo, el intervalo hasta la primera

ovulación después del parto es más corto en climas templados (27 días posparto) que en climas tropicales (36 días posparto) (Wildeus, 1997; Sánchez-Dávila et al., 2011).

Se ha demostrado que las ovejas Saint Croix son reproductoras no estacionales en las Islas Vírgenes. Por el contrario, en latitudes norte esta misma raza ha demostrado una mayor estacionalidad con cierta variación de tiempo en el anestro con respecto a la ubicación geográfica (Wildeus, 1997). Aunado a esto, diversos estudios comprueban que las razas de pelo se ven más adaptadas a ambientes cálidos y alta humedad en comparación con las razas de lana (Sánchez-Dávila et al., 2015).

En los carneros, los cambios en la duración de la luz del día regulan la variación anual en la circunferencia escrotal (CE), la concentración de testosterona, la calidad del semen y el comportamiento sexual (Sánchez-Dávila et al., 2020). En general, los rasgos reproductivos alcanzan valores máximos en otoño, retroceden en invierno y comienzan a mejorar nuevamente durante el verano (Sánchez-Dávila et al., 2011).

Por lo tanto, los cambios estacionales en la actividad reproductiva de los carneros son una limitación principal para los programas de reproducción acelerados (Sánchez-Dávila et al., 2011; 2018). Además, la estacionalidad también afecta el desarrollo reproductivo de los corderos. De hecho, la edad de la pubertad está determinada por una combinación de factores, que incluyen señales metabólicas internas y señales externas, por lo que la pubertad se logra solo cuando el umbral de crecimiento coincide con la temporada de reproducción (Sánchez-Dávila et al., 2019).

Fisiológicamente la actividad del hipotálamo se ve afectada negativamente principalmente por la época de primavera y principios de verano que es cuando se presentan los días largos, ocasionando que la liberación de LH pueda ocurrir menos de una vez al día y por lo tanto los niveles circulantes de LH sean muy bajos (Avdi et al., 2004).

Consistentemente se ha demostrado que los machos responden principalmente a los cambios ocasionados por el fotoperiodo que las hembras (Sánchez-Dávila et al., 2011), donde los testículos son los responsables de la producción de espermatozoides y andrógenos, siendo regulada por las hormonas gonadotrópicas que son liberadas desde la hipófisis y vertidas en la circulación sanguínea. Esta liberación y producción de hormonas

está controlada por centros neuronales los cuales responden ante estímulos ambientales (Carvajal-Serna et al., 2019). Así mismo, la estacionalidad tiene influencia sobre los niveles de testosterona, siendo esta hormona causante de la agresividad y dominancia durante la temporada reproductiva (Giammanco et al., 2005).

En carneros, estos cambios en la duración de luz de día regulan la variación en la circunferencia escrotal, la calidad del semen, el comportamiento sexual y secreción de hormonas (Sánchez-Dávila et al., 2015; Sánchez-Dávila et al., 2020), siendo que la variabilidad de los cambios en el comportamiento sexual en diferentes razas se ve influenciado por la intensidad en los cambios ambientales (Ali y Hayder, 2008; Sánchez-Dávila et al., 2011).

De igual forma, se ha demostrado en carneros Pelibuey que los machos con jerarquía dominante mejoran sus capacidades reproductivas durante la época de días cortos mostrando un incremento en la libido en intervalos de tiempos más cortos, así como, las concentraciones de testosterona más elevados y con una mayor concentración espermática que en carneros subordinados. Caso contrario, en las épocas de verano (días largos), donde no se registró diferencias entre carneros dominantes y subordinados (Aguirre et al., 2007).

Los carneros de razas tropicales y subtropicales suelen no mostrar variaciones estacionales en cuanto a su comportamiento sexual y actividad espermatogénica. Sin embargo, en algunos casos debido a las temperaturas durante las estaciones cálidas se puede observar espermatozoides anormales o muertos (Sánchez-Dávila et al., 2020).

En carneros de pelo criados en latitudes entre 20 y 30 ° la fertilidad es más asociado con el nivel de alimentación, la temperatura ambiente y distribución anual de la lluvia, en lugar del fotoperíodo (Kafi et al., 2004; Zhang et al., 2005; Alexander et al., 2012). El noreste de México, ubicado a 25 ° N de latitud y 100 ° W de longitud, es conocido por sus veranos calurosos y baja humedad, e inviernos secos y extremos (Sánchez-Dávila et al., 2011). En estas condiciones extremas, se requiere una intensa actividad de termorregulación en el animal para mantener la homeostasis (Martin et al., 2010; De et al., 2017).

El estrés por calor reduce la capacidad reproductiva de los carneros con un impacto negativo en la fertilidad de la parvada (Oliveira et al., 2014), afectando directamente la

espermatogénesis, la calidad y cantidad del semen y el comportamiento sexual (Cárdenas-Gallegos et al., 2015). En los sistemas de producción de ovejas de pelo extensivamente criadas, generalmente se realiza el apareamiento natural. La eficiencia reproductiva del carnero podría evaluarse por la calidad del semen (Sánchez-Dávila, 2020), aunque se podría exhibir un nivel aceptable de libido y comportamiento sexual bajo condiciones ambientales y de temperatura variables durante todo el año (Sánchez-Dávila et al., 2011). Según Maurya et al. (2016) las características reproductivas pueden verse afectadas por factores genéticos y ambientales. Considerando que el estado metabólico de cada macho dependerá de la cantidad y calidad de alimentos consumidos, lo que influirá en la capacidad reproductiva (Zhang et al., 2005). En múltiples especies de mamíferos, el aumento en el consumo de alimentos mejorará la producción y la calidad seminal (Maurya et al., 2016).

II.1.2. Edad y peso vivo

Los carneros forman una jerarquía lineal y el rango social está relacionado con la edad (Pelletier y Festa-Bianchet, 2006). Por otra parte, la edad puede estar relacionada con la dominancia o subordinación de un individuo tanto en machos (Pelletier y Festa-Bianchet, 2004) como en hembras (Petherick, 2005). Uno de los determinantes que determinan el rango social que pueda tener un individuo en un grupo es la masa corporal (Ungerfeld y Lacuesta, 2010).

Así mismo, la condición corporal y el peso funcionan como características importantes para el éxito reproductivo de un carnero ante una oveja en estro (Ungerfeld y González-Pensado, 2009). En base a estudios realizados en diferentes especies, se menciona que, dentro de un grupo social, los animales que son más pequeños a medida que envejecen siguen siendo pequeños debido a que los carneros no parecen ser capaces de compensar el lento crecimiento temprano (LeBlanc et al., 2001). En las hembras, el alto rango social permite un mayor acceso al alimento (Ungerfeld y González-Pensado, 2009) y en los machos se asocia a oportunidades mayores de apareamiento (Preston et al., 2003).

Sin embargo, se debe de considerar que las experiencias anteriores de los carneros, y tipo de alojamiento, como el de criarlos en grupos y sin contacto con ovejas, tendrán menos

menos interés para cortejarlas y realizar la cubrición correspondiente (Ungerfeld y González-Pensado, 2009). En condiciones de competencia entre carneros dominantes y subordinados, la exhibición del comportamiento sexual hacia las ovejas es modificado, siendo los animales subordinados los más afectados (Ungerfeld, 2007).

II.1.3. Temperamento

Pajor et al. (2008) establecieron un sistema para la evaluación del temperamento que combina el comportamiento sexual. Este sistema se basa en dos pruebas las cuales la primera mide la receptividad y el rechazo que los individuos puedan presentar hacia las ovejas, la cual es similar a la prueba realizada en bovinos (Fell et al., 1999) y otra prueba que consiste en el aislamiento de los individuos y se mide el grado de ansiedad que se puedan presentar (Burrow y Dillon, 1997).

Se ha demostrado que el temperamento tiene un efecto sobre la supervivencia del cordero, la tasa de crecimiento y la calidad de la carne (Ferguson y Warner, 2008) así como en el rendimiento reproductivo de las ovejas (Blache y Bickell, 2010). Por otra parte, en ovejas se ha demostrado que las madres más calmadas son mejores madres que las ovejas más nerviosas (Blache y Bickell, 2010). Considerando que el temperamento puede afectar la variabilidad en respuesta al efecto macho y definido como el miedo y la reactividad de un animal ante la presencia de humanos y ambientes extraños, novedosos o amenazantes (Gelez et al., 2003).

La selección genética para el temperamento 'tranquilo' en ovejas mejora la supervivencia posnatal y también podría mejorar otros procesos reproductivos: mayor éxito en el destete, mejor expresión de los comportamientos maternos y sexuales (Chanvallon et al., 2010). Dentro y fuera de la época reproductiva, el papel potencial del temperamento en la respuesta de las ovejas al carnero ha sido poco estudiada, sin embargo, la sensibilidad de las ovejas a situaciones estresantes puede ser un factor importante en su capacidad de respuesta reducida al efecto macho.

II.1.4. Jerarquía social

Es importante el estudio del dominio social debido a que es una parte fundamental del comportamiento animal, este comportamiento se describe como la dirección de la conducta que se genera o produce entre individuos (Ungerfeld y González-Pensado, 2009) y esta interacción se puede medir como interacciones repetidas basadas en mecanismos cognitivos (Martin et al., 2013).

Por ejemplo, en las especies poligínicas, las estructuras masculinas, como son los cuernos, astas y colores, están bajo selección sexual, ya que determinan el acceso a la hembra para asegurar el éxito reproductivo (Martín et al., 2013; Pelletier y Festa-Bianchet, 2006). La expresión de estos rasgos a menudo se asocia con la liberación de testosterona (Ungerfeld y Lacuesta, 2015). Asimismo, en las aves, la testosterona se correlaciona con la longitud de las plumas ornamentales de la cola (McGlothlin et al., 2008) y afecta los patrones de plumaje (Senar, 2006).

En mamíferos, la testosterona afecta el volumen muscular y la masa corporal (Martin et al., 2013). Por lo tanto, las diferencias entre individuos en los niveles de testosterona durante la época de crecimiento podrían influir en el desarrollo de rasgos seleccionados sexualmente y estar bajo la selección sexual a través del tiempo en las especies de importancia zootécnica.

Más aun, dentro de un grupo de animales se forman estructuras jerárquicas las cuales se crean para competir entre ellos por los recursos (alimento, agua, etc.). En estos grupos cada individuo tiene un rango social que puede ser descrito como la posición que un individuo ocupa en una jerarquía social dentro de un grupo de individuos (Martin et al., 2013); por lo tanto, el rango social puede ser un determinante en la relación social bajo cualquier circunstancia con otros individuos.

También es sabido que el comportamiento sexual de los machos puede ser estimulada por distintos factores como auditivas, visuales u olfativas (Petherick, 2005). Demostrándose que unos de los factores que afecta la eficiencia reproductiva en un rebaño es la jerarquía social de cada animal, considerando que en un rebaño se presentaran animales dominantes y subordinados (Roselli et al., 2002).

Siendo que, en ovinos, la jerarquía social tiende a ser bidireccional, es decir, un individuo no necesariamente tendrá la misma posición jerárquica en todo el tiempo en el que este en el grupo (Yilmaz et al., 2018). Caracterizándose que en una jerarquía dominante se presentan interacciones agonísticas y menos del 5% de esas interacciones son reversibles, lo que indica una dominancia estable. Contrario a una jerarquía baja o débil, que se caracteriza por interacciones agonísticas raras o pocas y hasta un 15% de ellas son reversibles, lo cual indica una relación inestable (Ungerfeld y Lacuesta, 2015).

La jerarquía social se puede determinar mediante una prueba de competencia por alimento, la cual consiste en ayunar a los animales 24 horas previamente a la prueba; posteriormente, proporcionar un recipiente con alimento donde solo un animal pueda acceder a él. Será considerado el animal dominante de ese enfrentamiento, el carnero que permanezca por 1 minuto continuo sin que el otro macho lo retire del comedero (Synnott y Fulkerson, 1984).

Considerando que un animal dominante tendrá acceso a la comida, montas, cama, agua, entre otras cosas (Ungerfeld y González-Pensado, 2009). Así mismo la jerarquía social afecta en la capacidad de un semental en montar a las hembras. Se ha comprobado que los animales subordinados modifican su cortejo, de igual forma que el número de montas disminuye cuando este se somete a otro carnero que tenga una jerarquía dominante (Ungerfeld y González-Pensado, 2009).

II.1.5. Comportamiento sexual

La preferencia o interés de una pareja sexual se refiere a la interacción y cortejo de un animal y las preferencias de apareamiento. Los determinantes de esta atracción son el resultado de una interacción de factores anatómicos, endócrinos y genéticos a lo largo del desarrollo de un animal (Roselli et al., 2011). Durante las etapas de cortejo, el carnero tiende a mostrar comportamientos particulares típicos de estos animales y se pueden observar diferencias en cuanto a su incidencia o número de repeticiones dependiendo del temperamento de cada individuo.

Una de las primeras muestras de comportamiento sexual hacia las hembras es el olfateo ano genital, este acto provee al individuo información de su entorno y de la receptividad de la hembra. Así mismo, diversos autores sugieren que este acto le permite al carnero percibir los cambios de temperatura que normalmente se dan en la vulva en el momento del estro (Ungerfeld y González-Pensado, 2008).

Por otra parte, los acercamientos laterales, son movimientos que el carnero realiza para poder acercarse a las ovejas, este procedimiento consiste en que los machos se orientan en la parte trasera de las ovejas y su cuerpo se posiciona en la misma dirección en la que está la oveja, aunado a esto una de sus patas delanteras es extendida y flexionada de manera brusca. Aunado a esto, los carneros pueden inclinar su cabeza a uno de los flancos de la oveja y presentar vocalizaciones o el movimiento de su lengua. Este tipo de movimientos pueden ser repetidos una o varias veces y presentando variaciones en la acción a lo largo del cortejo (Santos et al., 2015).

Unos de los comportamientos típicos que es mostrado como consecuencia a que la oveja orina iniciado el cortejo y después de la micción y que el carnero olfatee o lama el suelo, es el flehmen, descrito por Banks (Santos et al., 2015). Durante este acto la cabeza del carnero permanece erguida ligeramente levantada y el labio superior el inclinado hacia atrás dejando visible el maxilar superior, esta acción puede durar unos segundos o hasta 2 minutos.

Las montas sin eyaculación se pueden definir como la acción en la que un individuo sobrepasa a la hembra y se posiciona en la parte trasera de esta, durante esta acción la erección del pene y movimientos pélvicos son visibles (Santos et al., 2015; Cárdenas-Gallegos et al., 2015); donde las eyaculaciones se pueden observar como un empujón intenso que da el carnero en contra de la oveja y al finalizar la eyaculación este deja de montar. Diversos estudios demuestran que los carneros de bajo rango modifican sus estrategias de acercamiento hacia las hembras y en ocasiones montas sin un cortejo previo y sin demostrar los comportamientos previos, este tipo de comportamiento normalmente tiene poco éxito (Lovari y Ale ,2001).

II.2. Pruebas de paternidad

La identificación de la paternidad en un rebaño es de suma importancia para poder conseguir un control y efectividad en los sistemas de crianza. Información acerca de la paternidad por medio de pruebas de laboratorio son indispensables para poder llevar una evaluación genética de los animales (Yilmaz y Karaca ,2012).

En la actualidad existen distintas formas para poder llevar una identificación de paternidad más acertada con estudios genéticos. Se ha reportado que el uso de microsatélites en pruebas de paternidad es conveniente debido a su baja diversidad dentro de poblaciones de especies altamente relacionadas (Ganai y Yadav, 2005). Los microsatélites son marcadores genéticos que se utilizan ampliamente debido a su distribución densa en el genoma, variación considerable, herencia codominante y su fácil genotipificación.

Las pruebas de paternidad son funcionales cuando se realizan empadres controlados debido a que, si existe un posible error en la identificación de paternidad, estos se puedan prevenir utilizando marcadores de microsatélites basados en DNA. Así mismo, dentro del análisis es necesario utilizar al menos 5 marcadores microsatélites para lograr una probabilidad de 0.99 de exclusión de un padre incorrecto (Heyen et al., 1997; Yilmaz et al.,2018). Estos marcadores microsatélites tienen la capacidad de poder excluir o asignar la paternidad de un cordero y para la identificación individual de corderos cruzados (Kasraei et al.,2017).

Estudios recientes han demostrado que el uso de SNPs (polimorfismos de un sólo nucleótido) tienen distintas ventajas como la gran abundancia de estos (Heaton et al., 2005), estabilidad genética en mamíferos y una nomenclatura más simple e idónea para el análisis e interpretación de datos automatizados (Lindblad-Toh et al., 2000).

Un requisito necesario para llevar un programa utilizando SNPs es la descripción de un conjunto de características para poder identificar de forma única a los individuos y sus padres de una población (Heaton et al., 2002).

Estudios demuestran que se necesitan aproximadamente el doble de marcadores SNPs para proporcionar la misma eficacia que los marcadores microsatélites para la

identificación genética y el análisis de paternidad, esto debido a que los SNPs se ven menos afectados por la consanguinidad y la estructura de la población que los marcadores microsatélites (Fernández et al.,2013).

El uso de las pruebas de paternidad es de suma importancia debido a que existe un porcentaje de error del 5 al 20% en la designación de paternidad en campo (Weller et al.,2004, Vandeputte et al., 2006). Estos errores pueden afectar en la estimación genética, lo cual es un problema común en las granjas de producción extensiva. La identificación errónea de la paternidad también puede ocurrir en un sistema controlado debido a errores humanos en la crianza o en el registro de los animales o en animales multipares debido a la cantidad de crías por madre (Souza et al., 2012).

II.3. Competencia espermática

En los mamíferos se difiere en el número de espermatozoides en sus eyaculados y en la forma y tamaño de los gametos (Roldan, 2019). La motilidad espermática varía en distintas especies y esta variación se ve influenciada por la competencia espermática debido a que las especies que tienen una mayor masa relativa de testículos tienen mayores porcentajes de motilidad espermática. Es por esto por lo que, la competencia espermática puede influenciar en la movilidad espermática de distintas formas. La competencia espermática promueve la evolución de una población mayor de espermatozoides que son competentes para fertilizar (Montoto et al., 2011).

La testosterona es una hormona encargada de controlar el funcionamiento de los testículos, el epidídimo, glándulas accesorias y la expresión del comportamiento sexual. Las variaciones en los niveles de testosterona afectan directamente a los espermatozoides, causando niveles bajos o altos de espermatozoides anormales o muertos (Gündoğan, 2007). La estacionalidad y la época reproductiva son factores que afectan los niveles de testosterona, se ha reportado en carneros Chios y Daglic que las concentraciones más elevadas de testosterona en plasma se registraron durante la época de otoño (Gündoğan, 2007).

Se ha comprobado que los machos pueden ajustar sus estrategias de eyaculación en función a los cambios en su entorno social (Cornwallis et al., 2007). El comportamiento sexual y los niveles de testosterona varían en cuanto a la raza de carneros según la edad (Kafi et al., 2004; Zamiri y Khodaei, 2005). Los machos dominantes debido a que tiene acceso prioritario a las hembras tienden a tener mayor variación en la morfología del esperma, sin embargo, en los machos subordinados también se presenta esta condición, pero esta respuesta se debe a distintos factores en los dos machos.

En machos dominantes tienden a tener mayores índices de copulación lo que conlleva a la producción de espermatozoides en mayor cantidad, por otro lado, en los machos subordinados estas variaciones espermáticas se atribuyen a que estos se encuentran bajo condiciones restrictivas energéticamente (Mora et al., 2017). Dentro de condiciones de competencia jerárquica los carneros subordinados tienden a sufrir cambios en su comportamiento y también a nivel espermático debido a la presencia de carneros dominantes (Aguirre et al., 2007).

Este daño espermático se debe a los niveles de estrés que le genera al carnero subordinado estar en un entorno de competencia jerárquica con otro carnero de mayor rango social. Debido a esto, los niveles de cortisol varían, así como el conteo de leucocitos en sangre que reflejan estrés debido a un ambiente de competencia (Davis et al., 2008). Diversos autores señalan que debido a cambios en la jerarquía social en un entorno induce leucocitospermia aunado a un aumento en las concentraciones de cortisol y cambios en la liberación de testosterona (Ortiz de Montellano et al., 2007).

Se ha demostrado que una exposición prolongada a un entorno competitivo los niveles de cortisol aumentan, así como el recuento de neutrófilos, leucocitospermia y células epiteliales en los carneros no importa su estatus social (Garrido-Fariña et al., 2016).

II. 4. Influencia de la estacionalidad sobre la tasa de pariciones en ovejas

Los rumiantes salvajes tienen un periodo anual de actividad sexual o época reproductiva seguido de un periodo de inactividad sexual o anestro estacional (Santiago-Moreno et al., 2006). Sin embargo, en rumiantes domésticos las condiciones ambientales normales

han reducido su impacto sobre los animales y la duración del periodo de actividad sexual se ha alargado (Vincent et al., 2000; Malpaux et al., 2001).

Se ha demostrado que existe una base genética que es la responsable de que se presenten cambios y sea foto reactivos, sin embargo, el fotoperiodo es el principal factor ambiental que influye en la estacionalidad de los animales, es por esto por lo que algunas razas e individuos tienden a mostrar diferencias en cuanto a su expresión de la actividad reproductiva (Notter et al., 2011).

La reproducción estacional se ve regulada como principal factor ambiental por el cambio en la duración del día. La actividad reproductiva máxima es asociada cuando se presentan días cortos, es decir con menos horas de luz y la mayor actividad ovulatoria y estro se presenta durante el final de verano, otoño y a principios de invierno (Malpaux et al., 2001).

Las razas que se desarrollan en latitudes de $>40^{\circ}\text{N}$, la temporada reproductiva se inicia a principios de otoño en donde las horas luz son menores y finaliza a mediados o finales de invierno en donde empieza a aumentar las horas luz. Posteriormente se inicia la fase anovulatoria que se presenta durante los días largo o durante la primavera y el verano (Notter, 2008).

Las razas de climas subtropicales (24°N – 34°N ; 24°S – 34°S) o tropicales (23°N – 23°S) no se muestran tan afectados por los cambios estacionales influenciados por el fotoperiodo y generalmente su actividad reproductiva tiene a ser larga o durante todo el año y no muestran periodo anovulatorio (Arroyo et al., 2007). Estudios han demostrado que estos cambios en la actividad reproductiva han evolucionado debido a ciertos patrones de precipitaciones anuales estacionales o condiciones nutricionales (Notter, 2008).

También se ha demostrado que existe una marcada estacionalidad reproductiva evaluando la tasa de partos en diferentes épocas del año en México. La mayor tasa de partos se registra en la época de invierno (noviembre a enero) y los meses en los que se registra una mayor actividad sexual es en los meses de junio a agosto (Hinojosa-Cuellar et al., 2009).

La estacionalidad tiene influencia sobre el peso al nacimiento en los corderos. Esta variación durante la gestación se ha asociado a diferencias estacionales en cuanto a peso al nacimiento (Jenkin y Young, 2004). Se han reportado que los corderos nacidos en época

de invierno tienden a tener un mayor peso al nacimiento y ganancia de peso que los nacidos en verano u otoño (Yilmaz et al., 2007; Norouzian, 2015). Sin embargo, diversos estudios reportaron que los corderos nacidos en primavera son más pesados comparado con los corderos nacidos en otoño e invierno (Chniter et al., 2011; Gootwine y Rozov,2006).

De igual forma el peso a los 70 días o al momento del destete, la estacionalidad influye sobre esta variable. Reportándose que los corderos nacidos en otoño e invierno son más pesados que los nacidos en primavera y verano (Zapasnikiénè,2002). Contrariamente, se han registrado corderos nacidos en primavera a los 70 días o al destete eran más pesados que los nacidos en otoño e invierno (Chniter et al., 2011). Estas variaciones se pueden atribuir a los cambios estacionales involucrados en el fotoperiodo o al estatus nutricional de las ovejas (Redmer et al., 2004).

III. Materiales y métodos

III.1. Ubicación del estudio

La investigación se desarrolló en el Laboratorio de Reproducción Animal y en el rebaño ovino de la Unidad Académica Marín de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, Marín, Nuevo León, México, situado a una latitud de 25°53'00"N y longitud de 100°02'00"O, con una altitud de 407 metros, con un clima seco y con un rango de temperatura de 10 °C a 21 °C en invierno y de 23 °C a 35 °C en verano. El presente estudio se realizó en dos etapas: enero y septiembre de 2019, durando cada etapa 28 días.

III.2. Manejo de los animales en el estudio

III.2.1. 1ª Etapa

La primera etapa de la investigación se desarrolló durante la época de invierno (enero del 2019), registrándose una temperatura promedio de 14.2°C. Se utilizaron 110 ovejas adultas multíparas de la raza Saint Croix, divididas en 6 grupos (n=18 ovejas/grupo). Asimismo, se utilizaron 12 carneros adultos con un peso de 38± 5.7 kg (DE) de la misma raza, los cuales se separaron en 6 parejas lo más homogéneas posibles en cuanto a peso y edad, para posteriormente determinar la jerarquía social en los carneros de cada grupo (dominante y subordinado).

III.2.2. 2ª Etapa

La segunda etapa de la investigación se desarrolló a finales de la época de verano (septiembre del 2019), registrándose una temperatura promedio de 26.4°C. Para esta segunda etapa se contó con 102 ovejas adultas multíparas de la misma raza, las cuales fueron divididas en 6 grupos (n=17 ovejas/grupo).

Además, se utilizaron 10 carneros adultos de los utilizados en la primera etapa, con un peso de 58 ± 9.4 kg (DE) de la raza Saint Croix. Se incluyeron 2 carneros jóvenes, que sustituyeron a 2 carneros de los 12 de la primera etapa, por causa de muerte. Los 12

machos se distribuyeron en 6 parejas, para posteriormente ser ubicados en un grupo de ovejas durante la prueba de comportamiento. Al igual que la primera etapa, se determinó la jerarquía social.

III.2.3. Determinación de la jerarquía social

Para determinar la jerarquía social de los carneros, se llevó a cabo la prueba de alimentación (Synnott y Fulkerson, 1984), la cual consistió en ayunar por 24 horas a los carneros y posteriormente aislar a los dos carneros en un corral donde no se localizaran otros animales, colocándose ahí solamente un comedero con alimento con una sola boca, para que uno de los dos carneros de cada pareja pudiera acceder al alimento, el carnero que sostenía consumiendo alimento por más de un minuto dos veces repetidas, se determinaba como el carnero dominante y el alterno como el subordinado (Lindsay et al., 1976).

Posterior a la identificación de la jerarquía social, se realizó a los sementales una prueba de fertilidad para conocer la capacidad reproductiva de cada uno. La obtención del semen se realizó mediante un electro eyaculador (21160, Bailey®, Colorado, EE. UU) y se evaluaron los siguientes parámetros: color, volumen del eyaculado, motilidad masal, motilidad progresiva, concentración y concentración total.

III.2.4. Prueba de comportamiento sexual

La prueba de comportamiento tuvo una duración de 4 semanas. Para el inicio del estudio se colocaron en cada corral 18 ovejas con su respectivo par de sementales, por un periodo de 4 horas/día en un horario establecido de 13:00 a 17:00 p.m.

Durante este periodo de 4 semanas, dos técnicos capacitados llevaron a cabo la observación del comportamiento sexual de cada grupo de sementales con el lote de ovejas que les fueron asignadas de acuerdo con lo propuesto por Sánchez-Dávila et al (2020), siendo las variables que se registraron:

- Inicio del Cortejo: tiempo entre la entrada del carnero al corral hasta la muestra de la primera variable de cortejo.

- Olfateos: el carnero se acerca a la hembra y realiza un olfateo en la zona ano genital de la hembra
- Flehmen: acción de retracción del labio superior por unos segundos.
- Acercamientos laterales: el carnero se acercó a la hembra de forma lateral, inclinado su cabeza, levantando una de sus extremidades delanteras de forma vertical, con posibles vocalizaciones o exteriorizando la lengua.
- Montas: montas que realiza el carnero sin eyacular en la hembra.
- Montas con eyaculación: cuando el carnero eyaculó dentro de la vagina de la hembra.

Al término del estudio, se realizó nuevamente una prueba de fertilidad a todos los carneros; y 35 días después de finalizar las pruebas de comportamiento sexual, se llevó a cabo el diagnóstico de gestación por medio de ultrasonografía (Sonomedic Marshall M9 (Indianápolis, E.U.), con un transductor rectal de 2~11 MHz. Posteriormente, se esperó la época de parición para determinar y correlacionar el porcentaje de gestaciones con el de pariciones, incluyendo el tipo de partos que presentó cada una de las ovejas.

III.2.5. Determinación de Paternidad

Una vez que nacieron los corderos y al momento del destete (45 días después), se tomaron muestras de sangre a los carneros y a los corderos. Las muestras de sangre fueron tomadas en tubos BD Vacutainer® de 3 ml con ácido etilendiaminotetraacético (EDTA K2) como anticoagulante, que fueron enviadas al Laboratorio de Biotecnología Animal, Centro de Biotecnología Genómica del Instituto Politécnico Nacional, ubicado en Reynosa, Tamaulipas.

En este Laboratorio se determinó la paternidad por tipificación de cada uno de los carneros, utilizando la técnica de Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR por sus siglas en inglés) usando polimorfismo de nucleótido único (SNP's), que mide la variación en la secuencia de ADN que afecta a una sola base de una secuencia del genoma (Strucken et al.,2016).

La asignación de paternidad se llevó a cabo usando el Panel Ovino-Global Sheep Parentage de la compañía Genseek que fueron recomendados por la ISAG (Sociedad Internacional de Genética Animal) para verificar la paternidad en ovinos (Tortereau et al., 2017).

Usando los siguientes 118 marcadores SNP: CL635241, CZ920359, CZ920950, CZ925803, DU175804, DU182679, DU183112, DU183841, DU194639, DU202116v2, DU209581, DU213735, DU216457, DU223894, DU225323, DU231007, DU231335, DU232778, DU238011, DU245518, DU247686v2, DU258053, DU258149, DU260201v2, DU269694, DU271929v2, DU286106, DU295081, DU299578, DU300156, DU301502, DU301854v2, DU302760, DU310703, DU325267, DU325612, DU326572, DU328546, DU329154, DU348827, DU352764, DU362773, DU369175, DU380983, DU383209, DU383863, DU388282v2, DU396708, DU398082, DU405213v3, DU411403, DU413316, DU425376, DU426825, DU433863, DU440434v2, DU442796, DU446213, DU446965, DU452167, DU452456, DU453259, DU462008, DU462820, DU463532, DU464373, DU467751, DU471913, DU492723, DU511222, DU512685, DU519086, DU521806, DU522113, OAR10_68517121, OAR10_92199067, OAR11_56075682, OAR12_11657392, OAR14_19986506, OAR16_36737603, OAR16_64456388, OAR1_172310048, OAR1_227032731, OAR1_46249324, OAR21_14165572, OAR22_1023592, OAR22_40609932, OAR23_37250725v2, OAR24_17892863, OAR24_44850918, OAR25_34247335, OAR26_27421728, OAR26_6517460, OAR2_141253696, OAR3_145344922, OAR3_238210924, OAR5_110500655, OAR6_34448315, OAR6_88678679, OAR7_31647698, OAR8_30441759, OAR8_38564574, OAR8_57122732, OAR9_30296744, OAR9_46531990, OAR9_71172016, s03883, s13271, s17574, s19512, s37320, s39039, s51543, s64995, s73229 y s75196.

El servicio de asignación de paternidad se llevó a cabo en el LAMNDA-IPN, usando el Panel Ovino-Global Sheep Parentage de la compañía Genseek. Para la verificación/ asignación de paternidad se usó la metodología reportada por Salazar-Marroquín, et al., 2004; considerando como posibles padres los especificados por el productor. Durante la asignación se seleccionó el nivel estricto ó de alta astringencia, con el fin de incrementar el nivel de confianza en la asignación.

III.2.6. Porcentaje de preñez

Una vez que se finalizó el empadre de cada etapa reproductiva y 30 días después, se determinó la preñez de las ovejas involucradas en el trabajo, realizando una ultrasonografía a tiempo real, utilizando un equipo Sonomedic Marshall M9 (Indianápolis, E.U.), con un transductor rectal de 2~11 MHz.

III.2.7. Registro de partos y número de crías por parto

En las dos etapas de la investigación para determinar el porcentaje de pariciones y el número de crías por parto, se llevó a cabo el registro de la fecha de parto y el número de crías por parto, así como los datos generales como son el número de oveja, grupo al que pertenecía y la etapa del estudio.

III.3. Análisis estadístico

Las variables de comportamiento sexual que se evaluaron fueron olfateos anogenitales, flehmen, acercamientos laterales, intentos de monta, montas y montas con eyaculación, peso vivo, peso al destete, así como número de crías (prolificidad), fueron analizadas a través de un modelo lineal utilizando un análisis de varianza con medidas repetidas, considerando la etapa, grupo y jerarquía como factores independientes. Así mismo, se realizó una comparación de medias con el método de Tukey ($P < 0.05$).

Las variables discretas, como el porcentaje de preñez, de pariciones y de prolificidad, así como el porcentaje de parentesco, donde solamente se evaluó para los corderos nacidos en la primera etapa, se realizó una prueba de χ^2 , donde las pruebas de paternidad, para cada grupo de carneros se suponía que tendría que ser el dominante o subordinado de cada grupo, sin embargo, al analizar las muestras de sangre, resultó que en varios grupos un tercer carnero fue siendo el padre verdadero de acuerdo a los resultados enviados por el

laboratorio donde se realizó la prueba de paternidad. Solamente en el grupo II, el total de las crías fue de un mismo padre dentro del grupo, para, el resto de los grupos, se presentaron porcentaje paternidad de otro carnero en cada grupo de un 11 hasta un 45 %.

Se utilizó el SPSS versión 18 para analizar los datos generados durante la presente investigación.

IV. Resultados

Dentro de los grupos de carneros que se crearon para cada grupo y durante las pruebas determinantes de la jerarquía social, se obtuvo que los carneros que fueron dominantes tuvieron un mayor peso de 4.3 ± 1.8 kg y una mejor condición corporal los carneros subordinados, siendo que los carneros dominantes eran mayores en 2.8 ± 0.9 meses en comparación a los subordinados.

En la Tabla 1 se presentan los efectos principales del presente estudio. Se presentó un efecto solamente de la jerarquía sobre el flehmen ($P < 0.0001$). La etapa tuvo efectos sobre montas y montas con eyaculado ($P < 0.0001$). Asimismo, se presentó un efecto principal de la semana de estudio sobre cada una de las variables de comportamiento sexual evaluadas ($P < 0.0001$).

Se presentó una interacción de la jerarquía social conforme iban transcurriendo las semanas de la prueba sobre acercamientos laterales ($P = 0.023$), donde en las primeras dos semanas los carneros dominantes presentaron mayores acercamientos laterales en comparación a los subordinados para posteriormente en las siguientes semanas disminuyeran a valores debajo de la media (16.2 ± 1.1).

También se presentó una interacción de jerarquía y las etapas del estudio sobre flehmen ($P = 0.050$), donde los carneros dominantes de la etapa 1, tuvieron mayor número de flehmen en comparación los subordinados, pero en la segunda etapa, fue superior para los subordinados.

Tabla 1 .-Efectos principales sobre el comportamiento sexual de acuerdo con la jerarquía del carnero a través de cada semana de estudio (Media ±EE)

Comp. sexual:	Jerarquía (J)		Etapas		Valor p				
	dominante	Subordinado	I	II	Jerarquía	Etapas	Semana	JxS	JxE
Olfateos	33.48 ± 1.8	30.46± 1.7	30.21±1.8	33.73±1.5	ns	ns	<0.0001	ns	ns
Flehmen	5.74 ± 0.2	4.38± 0.2	5.19±0.3	4.93 ±0.2	<0.0001	ns	<0.0001	ns	0.050
Acercamientos laterales	18.34±1.0	15.01± 1.0	12.39 ±1.1	20.96 ±0.9	ns	<0.0001	<0.0001	0.02	ns
Intentos de monta	1.73 ± 0.2	1.96± 0.2	2.02 ±0.2	1.68 ±0.2	ns	ns	<0.0001	ns	ns
Montas	1.85 ± 0.2	1.53± 0.2	2.59±0.2	0.80±0.2	ns	<0.0001	<0.0001	ns	ns
Montas con eyaculado	1.21 ± 0.1	0.99 ± 0.1	1.44 ±0.1	0.77 ±0.1	ns	<0.0001	<0.0001	ns	0.065

En la Tabla 2 se presentan los valores para cada una de las etapas estudiadas, considerando que se presentaron diferencias ($P<0.0001$) para acercamientos laterales, montas y montas con eyaculado. Los carneros montaron más frecuentemente y realizaron más montas con eyaculado en la primera etapa; en la segunda etapa los carneros presentaron más acercamientos laterales ($P<0.0001$).

Tabla 2.-Promedios generales de comportamiento sexual de acuerdo con la etapa de estudio en carneros de pelo Saint Croix (Media ±EE).

Variable:	1ª ETAPA	2ª ETAPA
Olfateos anogenitales	30.54 ± 1.5	37 ± 2.0
Acercamientos laterales	12.26 ± 0.7 ^b	23 ± 1.1 ^a
Flehmen	5.10 ± 0.3	5.3 ± 0.2
Intento de monta	2.01 ± 0.2	2.0 ± 0.1
Monta	2.53 ± 0.2 ^a	1.0 ± 0.1 ^b
Monta con eyaculación	1.40 ± 0.1 ^a	1.0 ± 0.1 ^b

Subíndices de letras en la misma fila son estadísticamente diferentes ($P<0.05$)

En la Tabla 3 se presentan los resultados de la interacción entre la jerarquía social y las dos etapas del estudio. Solamente se presentaron diferencias para flehmen ($P<0.05$). Denotando que, en la primera etapa, los carneros dominantes realizaron mayor número de flehmen en comparación a los subordinados en la primera etapa, no siendo el caso para la segunda etapa donde estadísticamente fueron iguales.

Tabla 3.- Efecto de la jerarquía social sobre el comportamiento sexual en las dos etapas en que se desarrolló el estudio en carneros Saint Croix (Media \pm EE).

Variable	1ª ETAPA		2ª ETAPA	
	Jerarquía		Jerarquía	
	Dominante	Subordinado	Dominante	Subordinado
Olfateos	31.50 \pm 2.0	30 \pm 2.2	39 \pm 2.3	35 \pm 2.3
Acercamiento lateral	15.04 \pm 1.02	9.4 \pm 1.1	24 \pm 2.0	22 \pm 2.0
Flehmen	6.2 \pm 0.4 ^a	4.0 \pm 0.4 ^b	5.6 \pm 0.3 ^a	5.0 \pm 0.3 ^b
Intento de monta	2.0 \pm 0.3	2.0 \pm 0.3	2.0 \pm 0.2	2.2 \pm 0.2
Monta	3.0 \pm 0.3	2.2 \pm 0.3	0.9 \pm 0.2	0.9 \pm 0.2
Monta con eyaculación	2.0 \pm 0.4	1.1 \pm 0.2	0.8 \pm 0.1	1.0 \pm 0.1

Subíndices de letras en la misma fila son estadísticamente diferentes ($P<0.05$)

Sin embargo, relacionando las 2 etapas del estudio sobre la jerarquía social, se observó que no hubo una diferencia significativa entre el comportamiento sexual y la jerarquía social del carnero.

Los resultados para el porcentaje de preñez en ambas etapas del estudio se observan en la Tabla 4. Se presentaron diferencias numéricas dentro de cada etapa, donde los porcentajes mayores de preñez para la etapa 1 y 2, fueron para las ovejas del grupo III y el menor fue para el grupo II. Entre ambas etapas, numéricamente se presentó un mayor porcentaje de preñez para las ovejas de la primera etapa (79%) vs un 76 % para la etapa 2.

Tabla 4.-Porcentaje de preñez (frecuencia y % en paréntesis) de cada grupo (n=6 grupos/etapa) en las dos etapas de estudio (Etapa 1 = enero. Etapa 2 = septiembre) En porcentajes no se escriben las medias y errores estándar.

Grupo	Porcentaje de preñez	
	1ª ETAPA	2ª ETAPA
I	15/19 (79%)	14/18 (78%)
II	12/17 (71%)	11/16 (69%)
III	14/16 (87%)	13/16 (81%)
IV	14/18 (78%)	12/16 (75%)
V	14/17(82%)	14/18 (78%)
VI	13/17(76%)	14/18 (78%)
Total	82/104 (79%)	78/102 (76%)

Asimismo, los porcentajes de pariciones y crías por parto para la primera etapa se presentan en la Tabla 5. Dentro de los 6 grupos que se evaluaron, en los grupos 2 y 6 se obtuvieron los menores porcentajes de preñez (58.8 % y 64.7 % respectivamente) comparado con los otros grupos evaluados.

Tabla 5.-Efecto del grupo de carneros sobre el porcentaje de pariciones y el número de crías por parto durante la 1ª etapa de la investigación (Media ±EE).

Grupo	% de pariciones	Tipo de parto			Crías/Parto (Media±EE)
		Sencillo	Doble	Triple	
I	82.3(14/17) ^a	7	7	0	1.1±0.18
II	58.8 (10/17) ^b	7	3	0	0.8±0.19
III	70.5(12/17) ^a	8	4	0	1.0±0.20
IV	82.3(14/17) ^a	11	3	0	0.9±0.18
V	82.3(14/17) ^a	10	4	0	1.0±0.19
VI	64.7(11/17) ^b	5	5	1	1.0±0.19

Subíndices de letras diferentes en la misma columna, son estadísticamente diferentes (P<0.05)

En la primera etapa del estudio, nacieron 103 corderos en 75 partos. Se presentaron 48 partos sencillos de los cuales fueron 27 de padres dominantes y 21 de padres subordinados; para los 26 partos dobles registrados, 20 fueron para los dominantes y 5 para los subordinados y solamente se registró un parto triple en el grupo 6.

En la Tabla 6 se presentan los resultados de paternidad de los carneros utilizados solamente en la primera etapa.

En la 1ª etapa con respecto a la relación de descendencia de acuerdo con la jerarquía del carnero para cada uno de los grupos se obtuvo una diferencia estadística entre los grupos evaluados. Para el grupo I, se presentó una diferencia de 12 corderos entre el dominante y el subordinado; en el grupo 2 el número de crías del padre dominante fue de 11, para el subordinado del mismo grupo no se obtuvo ningún descendiente. El grupo 3 los padres dominantes tuvieron 9 crías y los padres subordinados 8 crías. En el grupo 4, los padres

dominantes tuvieron 1 cría y los carneros subordinados 9. Por parte del grupo 5 la descendencia de los carneros dominantes fue de 8 crías y de los carneros subordinados de 1 cría.

El grupo 6, los carneros dominantes fueron padres de 15 crías, mientras, los carneros subordinados fueron padres de 5 crías, siendo superior el porcentaje de crías de carneros dominantes en un 94% más en comparación a los subordinados. Asimismo, se presentaron marcadas diferencias entre los 6 carneros dominantes y entre los 5 carneros subordinados utilizados. En el grupo II para el subordinado, no se registró descendencia. Por lo anterior se presentaron diferencias ($P < 0.05$) entre el total de los carneros dominantes y subordinados, siendo un 32 % más de corderos nacidos de padres dominantes.

Tabla 6.- Relación de descendencia de acuerdo con la jerarquía del carnero en la 1ª etapa de empadre de ovejas Saint Croix en el Noreste de México.

Padres	Grupo	Jerarquía	Número total de crías	Porcentaje (%)
5718	I	D	24	23.3
0574	II	D	11	10.7
5768	III	D	9	8.7
5763	IV	D	1	1.0
1188	V	D	8	7.8
5777	VI	D	15	14.6
Total			68	66.01 (68/103)^a
2211	I	S	12	11.7
2084	II	S	0	0.0
5766	III	S	8	7.8
5686	IV	S	9	8.7
5578	V	S	1	1.0
5780	VI	S	5	4.9
Total			35	33.98(35/103)^b

Subíndices de letras en la misma columna son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$)

En esta tabla 6 se pueden observar el total de crías con sus respectivos padres verdaderos, ya sea dominante o subordinado evaluados para la primera etapa, siendo que el carnero 5718 que era dominante fue el que tuvo mayor cantidad de corderos nacidos.

En relación con el número de padres verdaderos con la de otros carneros que fueron padres de otros grupos, se encontraron diferencias entre los grupos existiendo crías de padres que no estaban designados en un grupo en específico ($P < 0.05$), variando los valores desde un 55.5 % hasta un 100% para el grupo 4 y grupo 2 respectivamente (observar tabla 7). En todos los casos donde se presentó un tercer padre verdadero dentro de cada grupo, fue el carnero dominante de otro grupo.

Tabla 7.- Relación de paternidad para crías obtenidas en la primera etapa de acuerdo con el padre asignado y al padre verdadero en corderos de pelo Saint Croix.

Grupo Padre			
asignado	Padres asignados	% Padres verdaderos	% padres de otro grupo
I	1D; 1S	87	13
II	2D; 2S	100	0
III	3D; 3S	89	11
IV	4D; 4S	55.5	44.5
V	5D; 5S	85.7	14.3
VI	6D; 6S	54.2	45.8

En la Tabla 8 se presentan los efectos de jerarquía en la primera etapa sobre el tipo de parto, peso al nacer y al destete (60 días). La jerarquía tuvo un efecto sobre el tipo de parto, ya que los carneros dominantes en total, presentaron mayores crías por parto en comparación a los subordinados ($P < 0.05$).

Para el peso al nacer y al destete no se presentaron diferencias estadísticas entre el total de padres dominantes y subordinados verdaderos.

Tabla 8.- Tipo de parto, peso al nacer y peso al destete de los corderos asociados a la jerarquía social de los padres de la 1ª etapa de la investigación (Media ±EE).

Jerarquía	Variables		
	Tipo de parto	Peso al nacer (kg)	Peso 60 días (kg)
Dominante	1.67±0.07 ^a	3.03±0.09	12.33±0.37
Subordinado	1.30±0.13 ^b	3.35±0.16	13.61±0.65

Subíndices de letras en una misma columna son estadísticamente diferentes (P<0.05)

En la tabla 9, se presenta el efecto de los grupos de carneros evaluados sobre el tipo de parto, donde se tuvo una diferencia significativa entre estos (P<0.0001), siendo los grupos I y VI los que presentaron un mayor número de crías por parto en comparación a los restantes grupos.

Por parte, los pesos al nacimiento que se registraron fueron similares (P>0.05) en todos los grupos (Tabla 9). Así mismo, el peso a los 60 días tuvo variaciones numéricas en los grupos, sin embargo, no fueron diferencias estadísticamente significativas (P>0.05).

Tabla 9.- Tipo de parto, peso al nacer y peso al destete de los corderos dependiendo del grupo asignado de los padres de la 1ª etapa de la investigación (Media ±EE).

Grupo asignado	Variables		
	Tipo de parto	Peso al nacer (kg)	Peso 60 días (kg)
I	1.62±0.13 ^b	3.09±0.15	12.40±0.63
II	1.27 ±0.30 ^c	3.57±0.36	13.31±1.46
III	1.41±0.15 ^c	3.44±0.18	13.97±0.72
IV	1.33±0.16 ^c	3.26±0.19	12.37±0.78
V	1.42±0.18 ^c	3.21±0.21	13.06±0.87
VI	1.84±0.16 ^a	2.56±0.19	12.72±0.79

Subíndices de letras en una misma columna son estadísticamente diferentes (P<0.0001)

Durante las dos etapas en las que se realizó la investigación, los partos que se registraron se encontraron diferencias entre los grupos que se asignaron los animales por cada etapa de estudio (ver Tabla 10). En cuanto a la primera etapa se demostró que el grupo con mayor incidencia de crías/parto fue el grupo VI, mientras que los grupos II y V obtuvieron los menores registros de partos ($P < 0.0001$). Por otra parte, durante la 2ª etapa se obtuvieron diferencias numéricas no significativas ($P > 0.05$).

Tabla 10.- Efecto del grupo de carneros sobre la tasa de prolificidad durante las 2 etapas del estudio (Media \pm EE).

Grupo asignado	Etapa	
	I	II
I	1.55 \pm 0.15 ^b	2.17 \pm 0.14
II	1.46 \pm 0.19 ^b	1.71 \pm 0.17
III	1.50 \pm 0.17 ^b	1.60 \pm 0.22
IV	1.50 \pm 0.17 ^b	2.14 \pm 0.15
V	1.44 \pm 0.16 ^b	2.20 \pm 0.15
VI	1.95 \pm 0.16 ^a	1.90 \pm 0.15

Subíndices de letras en una misma columna son estadísticamente diferentes ($P < 0.0001$)

V. Discusión

En el presente estudio se encontraron diferencias entre las dos etapas de la investigación, para acercamientos laterales, montas y montas con eyaculación. Sin embargo, al presentarse una interacción entre jerarquía y etapa de estudio para flehmen y una tendencia para montas con eyaculado, demuestran que el carnero sometido a una situación de competencia jerárquica afecta su capacidad reproductiva.

Así mismo la estación en la que se desarrolla el empadre controlado influye sobre el comportamiento sexual de los carneros, demostrando que las variables de montas y montas con eyaculación fueron mayores en los carneros de la primera etapa del estudio realizada en enero del 2019. De acuerdo a lo reportado por Ungerfeld y González-Pensado (2008), donde demostraron que los carneros dominantes expresaron un incremento en la frecuencia de comportamiento sexual y estuvo relacionado con el estado de estro de las borregas. Las variables de olfateos ano genital, intentos de monta fueron los eventos en donde los carneros dominantes tuvieron una mayor incidencia que los carneros subordinados.

Esto, sin embargo, no reflejó que se ve afectado la interacción hacia las hembras cuando se exponen a los carneros a una situación de competencia. Los carneros que se vieron mayormente afectados fueron los subordinados demostrando menor interacción únicamente para flehmen.

En otros estudios, los carneros subordinados mostraron menor secreción de testosterona en presencia de un dominante y por ende la actividad sexual se reduce. Hay que considerar que el estrés social y la actividad adrenocortical afectan a los carneros cuando se ven sometidos a una densidad de población aumentada (Gelez et al., 2003).

Los resultados obtenidos de flehmen y montas con eyaculación demuestran parcialmente que la motivación y el desempeño sexual pueden verse modificados por la jerarquía en dos épocas del año.

Así mismo, durante la prueba del comportamiento sexual, se observó que mientras el carnero dominante cortejaba a ciertas ovejas, el carnero subordinado debido a la modificación del cortejo podía tener acercamientos hacia las hembras.

Ungerfeld y Gonzalez-Pensado (2009) observaron que el carnero dominante bloquea o reduce la actividad y la secreción de andrógenos gonadales en carneros de menor rango dentro de una situación de competencia jerárquica. En otros estudios, Lovari y Ale, (2001) observaron estas estrategias de apareamiento de los carneros, en el sentido de que los carneros dominantes evitan el contacto de otros carneros subordinados hacia las hembras, montas sin un previo cortejo o bloquear la interacción de carneros subordinados con las hembras en celo; esto sugiere y reafirma que los carneros dominantes tienen acceso prioritario a las ovejas y por ende una mayor descendencia.

Price et al., (2001) reportaron menores eyaculaciones cuando se encontraban en una situación de competencia por las ovejas y esto se asocia a la presencia de carneros subordinados.

La evaluación de las dos etapas del estudio demuestra que durante la primera etapa del estudio realizada en enero se obtuvo una menor incidencia de olfateos, acercamientos laterales y flehmen que en la segunda etapa del estudio. Sin embargo, los intentos de monta, montas y montas con eyaculación se presentaron con mayor frecuencia en la primera etapa, considerando que en la segunda etapa se realizó a finales del verano lo cual concuerda a lo reportado por Sánchez-Dávila et al., (2020) en donde mencionan que los carneros Saint Croix pueden adaptarse a condiciones climáticas semidesérticas y son capaces de mantener la actividad sexual durante todo el año.

Por otra parte, el número de hembras que se diagnosticaron gestantes en las dos etapas del estudio fueron similares. En la primera etapa del estudio, el número de partos registrados no mostró diferencia entre los grupos.

Esto hace suponer que finalmente los carneros subordinados tuvieron acceso a montar y preñar a las ovejas cuando el dominante se descuidaba al comer, descansar, siendo más marcado a partir de la segunda semana. Estas observaciones se realizaron en las pruebas de paternidad, en donde, los técnicos observaron que mientras transcurrían las semanas

los carneros subordinados realizaban estrategias de cortejo como lo fue olfateos ano genitales, flehmen y acercamientos laterales, justo cuando el carnero dominante se descuidaba o interactuaba con otras borregas. Sin embargo, estas estrategias no fueron suficientes para lograr tener mayor control de la situación de competencia que el carnero dominante, siendo este el que obtuvo un mejor desempeño y por ende mayor oportunidad con las borregas después de inicio del empadre, donde esta variación pudiera ser la etapa estral en la que se encontraban las ovejas, así como la agresividad en el comportamiento de los carneros durante este período de tiempo.

Por lo anterior, los cambios en la agresividad o tolerancia hacia el carnero dominante aunado al grado de sincronización de receptividad de las hembras y su dispersión en el espacio en el que se desarrolló el empadre pueden ser factores que permitan el acceso de los machos subordinados a la reproducción. Esto repercute en que las diferencias que presentan los carneros en su comportamiento sexual influyen en su capacidad para montar y eyacular. Sin embargo, en las dos etapas del estudio no se presentarán diferencias en cuanto al porcentaje de preñez (79% en la primera etapa vs 76% en la segunda etapa).

Por otra parte, la cantidad de partos fue similar en ambas etapas, lo cual concuerda a lo reportado en esta raza, que la actividad ovárica se presenta al menos en este estudio en invierno y al final del verano (Sánchez et al., 2011) así como en carneros en condiciones semi desérticas que tienen la capacidad de mantener una actividad sexual durante todo el año sin embargo en verano se puede ver disminuida esta actividad sexual pero aún se puede observar la habilidad de inducir el estro dentro o fuera de la época reproductiva (Sánchez et al., 2020). Considerando que esta raza, al menos los carneros se pueden utilizar en programas de empadres continuos en cualquier raza, incluyendo las de lana para sacarlas del anestro estacional y que presenten un estro fértil (Aguirre et al., 2007).

En la primera etapa de la investigación, los partos se registraron en junio del 2019. El estudio de paternidad fue realizado solamente para los corderos nacidos de la primera etapa, de los cuales el 47% fueron partos sencillos y el resto 50% dobles y el 3 % fueron partos triples que se registraron. Los carneros dominantes fueron padres del 66% de las crías, lo cual concuerda con los hallazgos reportados por Ungerfeld y González-Pensado (2009), cuando los animales se encuentran en una situación de competencia, los carneros

de bajo rango son los que montan y eyaculan menos que en situaciones en donde se encuentran ellos solos (Ungerfeld y Lacuesta,2015).

Considerando que, en carneros subordinados, al presentar menor comportamiento sexual, esto se verá reflejado en menor cantidad de corderos, se puede considerar que los carneros subordinados tuvieron descendencia debido a las modificaciones del comportamiento y es probable que esté relacionado a una estrategia oportunista para poder cortejar a las ovejas (Ungerfeld et al.,2019).

Ahora bien, en cuanto a la primera etapa del estudio, existió una relación de paternidad con los padres asignados en los diferentes grupos, sin embargo, se obtuvieron padres de otros grupos en unos diferentes grupos que no estaban asignados. El mayor número de padres diferentes se dio en el grupo 4. Estas diferencias en cuanto al padre verdadero se pueden deber a una posible identificación errónea de la paternidad (Tabla 7). Los errores en el registro de la paternidad pueden estar asociados a la falta de precisión en la asignación de madre y cría o falta de información de los padres que participan en el empadre. En este estudio se contó con la información completa de los carneros que participaron en el empadre. Por lo cual la discrepancia en este estudio radica en la falta de precisión en la asignación de madre con la cría. Factores como que las ovejas no se mantengan juntas con su camada, el abandono de las crías, la separación o el robo de los corderos pueden ser causantes de diferencias en la identificación de los padres (Rendo et al., 2011).

El porcentaje de error en la asignación de la paternidad se puede ver reducido con condiciones de campo mejor adaptadas cuando se emplea un empadre controlado. Acciones como mejor control del rebaño, la identificación inmediata de los partos y sus madres y la delimitación de las borregas en cada grupo una vez terminando el empadre y hasta el momento de los partos, resulta en un mejor manejo y por ende una mejor identificación de paternidad.

Los resultados de paternidad de las crías continúan siendo analizados para la segunda etapa del estudio y posteriormente se registrarán los porcentajes de crías por carnero para determinar su paternidad.

Acerca de los pesos al nacimiento, por parte de las dos etapas del estudio, se obtuvo una mayor incidencia de partos en la segunda etapa comparado con los partos de cada grupo de la primera etapa. Sin embargo, durante la primera etapa los tipos de partos que se registraron mayormente fueron de padres dominantes. En el presente estudio, la jerarquía social de los padres no fue un factor que afectara en el peso al nacimiento de los corderos.

Sin embargo, una de las posibles condiciones que influyeron sobre los pesos al nacimiento fue la estacionalidad. Si bien los carneros Saint Croix se ha demostrado que tiene actividad sexual todo el año, se pueden observar a través de este experimento que existen diferencias cuando se realiza un empadre controlado en épocas diferentes. Estos cambios climáticos influyen sobre el peso al nacimiento debido al tipo de alimento que las madres consumen y que se refleje en el parto y por ende en el cordero y su peso. Hinojosa-Cuellar et al., (2011) indican que los corderos nacidos en los meses de febrero a abril tuvieron mayor peso al nacimiento en comparación con los nacidos en los meses de mayo a octubre.

Los pesos a los 60 días no fueron significativamente diferentes dependiendo de la jerarquía social de los padres. Sin embargo, el peso a los 60 días se ve significativamente afectado por la ingesta diaria de nutrientes de la madre y la ingesta de leche del cordero que permitan que se desarrolle en menor tiempo y por ende aumente progresivamente de peso. Estas diferencias pudieran deberse que, al estar gestantes durante toda la primavera, la disponibilidad de nutrientes pudo haber sido mayor, ya que las ovejas se pastoreaban en praderas de zacate Buffel después que finalizó la época de empadre, considerando así mismo que en el último tercio de la gestación se lleva el mayor desarrollo de los corderos (Gardner et al., 2007).

Así mismo se observó que hubo una diferencia en cuanto a los grupos asignados en las 2 etapas del estudio. Por esta razón, se reporta que las etapas de nacimiento tuvieron influencia sobre el peso al nacimiento de los corderos.

VI. Conclusión

Los resultados obtenidos de las dos etapas en las que se realizó la investigación demostraron que existe influencia de la estacionalidad y la época del año sobre el comportamiento sexual.

Los carneros con jerarquía dominante tendieron a presentar mayor número de montas con eyaculado, repercutiendo al menos en una tasa de prolificidad mayor y un mayor número de crías nacidas, en un mayor éxito reproductivo y por ende mayor descendencia en cuanto a la primera etapa del estudio realizada en enero del 2019.

VII. Referencias Bibliográficas

- Abecia, J. A., Chemineau, P., Gómez, A., Palacios, C., Keller, M., Delgadillo, J. A. 2017. Exposure to photoperiod-melatonin-induced, sexually activated rams after weaning advances the resumption of sexual activity in post-partum Mediterranean ewes lambing in January. *Veterinary Sciences*. 4: 4-9.
- Ahmad Pampori, Z., Ahmad Sheikh, A., Aarif, O., Hasin, D., y Ahmad Bhat, I. 2020. Physiology of reproductive seasonality in sheep—an update. *Biological Rhythm Research*. 51:586-598.
- 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.
- Ali, A. y Hayder, M. 2008. Seasonal Variation of Reproductive Performance, Foetal Development and Progesterone Concentrations of Sheep in the Subtropics. *Reproduction in Domestic Animals*. 43: 730-734.
- Alexander, B.M., Cocket, N.E., Burton, D.J., Hadfield, T.L., Moss, G.E. 2012. Reproductive performance of rams in three producer range flocks: Evidence of poor sexual behavior in the field. *Small Ruminant Research*. 107: 117–120.
- Álvarez, 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.
- Arroyo, L. J., Gallegos-Sánchez, J., Villa-Godoy, A., Berruecos, J. M., Perera, G., Valencia, J. 2007. Reproductive activity of Pelibuey and Suffolk ewes at 19 north latitude. *Animal Reproduction Science*. 102: 24-30.
- Avdi, M., Banos, G., Stefos, K., Chemineau, P. 2004. Seasonal variation in testicular volume and sexual behavior of Chios and Serres rams. *Theriogenology*. 62: 275-282.
- Baumung, R., Simianer, H., y Hoffmann, I. 2004. Genetic diversity studies in farm animals—a survey. *Journal of Animal Breeding and Genetics*. 121: 361-373.
- Blache, D., y Bickell, S. L. 2010. Temperament and reproductive biology: emotional reactivity and reproduction in sheep. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 39: 401-408.

- Burrow, H. M., y Dillon, R. D. 1997. Relationships between temperament and growth in a feedlot and commercial carcass traits of *Bos indicus* crossbreds. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 37: 407-411.
- Cárdenas-Gallegos, M.A., Aké-López, J.R., Magaña-Monforte, J.G., Centurión-Castro, F.G. 2015. Libido and serving capacity of mature hair rams under tropical environmental conditions. *Archiv Medicine Veterinary*. 47: 39–44.
- Carvajal-Serna, M., Torres-Ruda, F., Cardozo, J. A., Grajales-Lombana, H., Cebrián-Pérez, J. Á., Muiño-Blanco, T., Casao, A. 2019. Changes in melatonin concentrations in seminal plasma are not correlated with testosterone or antioxidant enzyme activity when rams are located in areas with an equatorial photoperiod. *Animal Reproduction Science*. 200: 22-30.
- Ceacero, F., García, A. J., Landete-Castillejos, T., Bartošová, J., Bartoš, L., y Gallego, L. 2012. Benefits for dominant red deer hinds under a competitive feeding system: food access behavior, diet and nutrient selection. *Plos one*.7: e32780.
- Chanvallon, A., Blache, D., Chadwick, A., Esmaili, T., Hawken, P. A. R., Martin, G. B., Fabre-Nys, C. 2010. Sexual experience and temperament affect the response of Merino ewes to the ram effect during the anoestrous season. *Animal Reproduction Science*. 119: 205-211.
- Chniter, M., Hammadi, M., Khorchani, T., Krit, R., Lahsoumi, B., Sassi, M. B., ... y Hamouda, M. B. 2011. Phenotypic and seasonal factors influence birth weight, growth rate and lamb mortality in D'man sheep maintained under intensive management in Tunisian oases. *Small Ruminant Research*. 99: 166-170.
- Cornwallis, C. K., y Birkhead, T. R. 2007. Changes in sperm quality and numbers in response to experimental manipulation of male social status and female attractiveness. *The American naturalist*.170: 758–770.
- Davis, A. K., Maney, D. L., y Maerz, J. C. 2008. The use of leukocyte profiles to measure stress in vertebrates: a review for ecologists. *Functional Ecology*. 22:760-772.

- De K., Balaganur K., Saxena V.K., Thirumurugan P., Naqvi, S.M.K. 2017. Effect of thermal exposure on physiological adaptability and seminal attributes of rams under semi-arid environment. *Journal Thermal of Biology*. 65:113–118.
- Fell L. R., Colditz I. G., Walker K. H., Watson D. L. 1999. Associations between temperament, performance and immune function in cattle entering a commercial feedlot. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 39: 795-802.
- Ferguson., Drewe y Warner., Robyn. 2008. Have we underestimated the impact of pre-slaughter stress on meat quality in ruminants? *Meat science*. 80: 12-9.
- Fernández, M. E., Goszczynski, D. E., Lirón, J. P., Villegas-Castagnasso, E. E., Carino, M. H., Ripoli, M. V., y Giovambattista, G. 2013. Comparison of the effectiveness of microsatellites and SNP panels for genetic identification, traceability and assessment of parentage in an inbred Angus herd. *Genetics and Molecular Biology*. 36: 185-191.
- Ganai, N. A., y Yadav, B. R. 2005. Parentage determination in three breeds of Indian goat using heterologous microsatellite markers. In *Applications of gene-based technologies for improving animal production and health in developing countries*. 613-620.
- Gardner, D. S., Buttery, P. J., Daniel, Z., y Symonds, M. E. 2007. Factors affecting birth weight in sheep: maternal environment. *Reproduction*.133:297-307.
- Garrido-Fariña, G. I., Castillo-Hernández, G., Gutiérrez-Hernández, J. L., Pérez, D. I. M., Ramírez, C. M. R., García, A. T., Pérez, J. L. T. 2016. Stress-induced leucocytospermia in rams with healthy reproductive tract. *Small Ruminant Research*. 137:34-39.
- Gelez, H., Lindsay, D. R., Blache, D., Martin, G. B., Fabre-Nys, C. 2003. Temperament and sexual experience affect female sexual behaviour in sheep. *Applied Animal Behaviour Science*. 84: 81-87.
- Giammanco, M., Tabacchi, G., Giammanco, S., Di Majo, D., La Guardia, M. 2005. Testosterone and aggressiveness. *Medical science monitor*. 11:136-145.
- Gootwine, E., y Rozov, A. 2006. Seasonal effects on birth weight of lambs born to prolific ewes maintained under intensive management. *Livestock science*. 105:277-283.

- Gündoğan, M. 2007. Seasonal variation in serum testosterone, T3 and andrological parameters of two Turkish sheep breeds. *Small Ruminant Research*. 67:312–316.
- Heaton, M. P., Harhay, G. P., Bennett, G. L., Stone, R. T., Grosse, W. M., Casas, E. Laegreid, W. W. 2002. Selection and use of SNP markers for animal identification and paternity analysis in US beef cattle. *Mammalian Genoma Society*. 13: 272-281.
- Heaton, M. P., Keen, J. E., Clawson, M. L., Harhay, G. P., Bauer, N., Shultz, C. y Laegreid, W. W. 2005. Use of bovine single nucleotide polymorphism markers to verify sample tracking in beef processing. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 226:1311-1314.
- Heyen, D. W., Beever, J. E., Da, Y., Everts, R. E., Green, C., Lewin, H. A., Ziegle, J. S. 1997. Exclusion probabilities of 22 bovine microsatellite markers in fluorescent multiplexes for semiautomated parentage testing. *Animal Genetics*. 28: 21-27.
- Hinojosa-Cuéllar, J.A., F. de M. Regalado-Arrazola, y J. Oliva-Hernández. 2009. Crecimiento prenatal y predestete en corderos Pelibuey, Dorper, Katahdin y sus cruces en el sureste de México. *Revista Científica de la Facultad de Veterinaria-LUZ XIX* .5: 522-532.
- Hinojosa-Cuéllar, J. A., Torres-Hernández, G., Oliva-Hernández, J., Aranda-Ibáñez, E., Segura-Correa, J. C., & González-Camacho, J. M. 2011. Pre-weaning performance of lambs from purebred and crossbred hair ewes under humid tropical conditions of Tabasco, Mexico. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 10:3149-3154.
- Jenkin, G., y Young, I. R. 2004. Mechanisms responsible for parturition; the use of experimental models. *Animal Reproduction Science*. 82: 567-581.
- Juárez-Pérez, A., Domínguez-Rebolledo, Á., Pinzón-López, L., Aguilar-Urquizo, E., Rivera-Lorca, J., Ramón-Ugalde, J. P. 2018. Reproductive seasonality in superovulated tropical sheep. *Agroproductividad*. 11: 133-135.
- Kafi M, Safdarian M, Hashemi M. 2004. Seasonal variation in semen characteristics, scrotal circumference and libido of Persian Karakul rams: technical note. *Small Ruminant Research*. 53:133-139.

- Kasraei, K., Rafat, S. A., Javanmard, A., Shoja, J., Aabdelsayed, M., Khansefid, M. 2017. Microsatellite based parentage verification in crossbred sheep herds. *Iranian Journal of Applied Animal Science*.7: 637-645.
- Kijas, J. W., Townley, D., Dalrymple, B. P., Heaton, M. P., Maddox, J. F., McGrath, A. International Sheep Genomics Consortium. 2009. A genome wide survey of SNP variation reveals the genetic structure of sheep breeds. *PLoS one*. 4: e4668.
- Kumar, D., De, K., Sejian, V., Naqvi, S. M. K. 2017. Impact of Climate Change on Sheep Reproduction. In *Sheep Production Adapting to Climate Change*. 71-93. Springer, Singapore.
- LeBlanc, M., Festa-Bianchet, M., Jorgenson, J. T. 2001. Sexual size dimorphism in bighorn sheep (*Ovis canadensis*): effects of population density. *Canadian Journal of Zoology*. 79: 1661-1670.
- Lindblad-Toh, K., Winchester, E., Daly, M. J., Wang, D. G., Hirschhorn, J. N., Lavolette, J. P., Lander, E. S. 2000. Large-scale discovery and genotyping of single-nucleotide polymorphisms in the mouse. *Nature genetics*. 24: 381-386.
- Lindsay, D. R., Dunsmore, D. G., Williams, J. D., Syme, G. J. 1976. Audience effects on the mating behaviour of rams. *Animal behaviour*. 24:818-821.
- Lovari, S., Ale, S.B. 2001. Are there multiple mating strategies in blue sheep? *Behavioural Processes*. 53:131-135.
- Malpaux, B., Migaud, M., Tricoire, H., y Chemineau, P. 2001. Biology of mammalian photoperiodism and the critical role of the pineal gland and melatonin. *Journal of biological rhythms*. 16: 336-347.
- Martin, G. B., Hötzel, M. J., Blache, D., Walkden-Brown, S. W., Blackberry, M. A., Boukhliq, R., y Miller, D. W. 2002. Determinants of the annual pattern of reproduction in mature male Merino and Suffolk sheep: modification of responses to photoperiod by an annual cycle in food supply. *Reproduction, Fertility and Development*. 14: 165-175.

- Martin, A. M., Presseault-Gauvin, H., Festa-Bianchet, M., Pelletier, F. 2013. Male mating competitiveness and age-dependent relationship between testosterone and social rank in bighorn sheep. *Behavioral Ecology and Sociobiology*. 67: 919-928.
- Martin, G.B., Blache, D., Millerm D.W. 2010. Interactions between nutrition and reproduction in the management of the mature male ruminant. *Animal*. 4: 1214–1226.
- Maurya, V.P., Sejian, V., Kumar, D., Naqvi, S.M.K. 2016. Impact of heat stress, nutritional restriction and combined stresses (heat and nutritional) on growth and reproductive performance of Malpura rams under semiarid tropical environment. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 100: 938–946.
- McGlothlin, J. W., Jawor, J. M., Greives, T. J., Casto, J. M., Phillips, J. L., y Ketterson, E. D. 2008. Hormones and honest signals: males with larger ornaments elevate testosterone more when challenged. *Journal of Evolutionary Biology*. 21: 39-48.
- Montoto, L. G., Sánchez, M. V., Tourmente, M., Martín-Coello, J., Luque-Larena, J. J., Gomendio, M., y Roldan, E. R. 2011. Sperm competition differentially affects swimming velocity and size of spermatozoa from closely related murid rodents: headfirst. *Reproduction*. 142: 819-830.
- Mora, A. R., Meniri, M., Ciprietti, S., Helfenstein, F. 2017. Social dominance explains within-ejaculate variation in sperm design in a passerine bird. *BioMed Central Evolutionary Biology*.17: 1-10.
- Notter, D. R. 2008. Genetic aspects of reproduction in sheep. *Reproduction in Domestic Animals*.43:122-128.
- Notter, D. R., Smith, J. K., Akers, R. M. 2011. Patterns of estrous cycles, estrous behavior, and circulating prolactin in spring and summer in ewes selected for autumn lambing and exposed to ambient or long-day photoperiods. *Animal Reproduction Science*. 129: 30-36.
- Norouzian, M. A. 2015. Effects of lambing season, birth type and sex on early performance of lambs. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 58:84-88.

- Ortiz-de-Montellano, M., Galindo-Maldonado, F., Cavazos-Arizpe, E. O., Aguayo-Arceo, A. M., Torres-Acosta, J. F. J., Orihuela, A. 2007. Effect of electro-ejaculation on the serum cortisol response of Criollo goats (*Capra hircus*). *Small Ruminant Research*. 69:228-231.
- Oliveira, M.E.F., Teixeira, P.P.M., Silva, J.C.B., Feliciano, M.A.R., Nociti, R.P., De Oliveira, L.G., Vicente, W.R.R., Rodrigues, L.F.D.S. 2014. Effect of scrotal insulation associated to environmental discomfort on andrologic characteristics in Santa Inês rams. *Journal of Animal Science Advances*. 4: 1051–1058.
- Pajor, F., Szentleki, A., Láczó, E. D. I. N. A., Tózsér, J. Á. N. O. S., y Póti, P. É. T. E. R. 2008. The effect of temperament on weight gain of Hungarian Merino, German Merino and German Blackhead lambs. *Archives Animal Breeding*. 51:247-254.
- Pelletier., Fanie y Festa-Bianchet., Marco. 2004. Effects of body mass, age, dominance and parasite load on foraging time of Bighorn rams, *Ovis canadensis*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*. 56:546-551.
- Pelletier, F., y Festa-Bianchet, M. 2006. Sexual selection and social rank in bighorn rams. *Animal Behaviour*. 71: 649-655.
- Petherick, J. 2005. A review of some factors affecting the expression of libido in beef cattle, and individual bull and herd fertility. *Applied Animal Behaviour Science*. 90:185-205.
- Preston, B. T., Stevenson, I. R., Pemberton, J. M., Coltman, D. W., y Wilson, K. 2003. Overt and covert competition in a promiscuous mammal: the importance of weaponry and testes size to male reproductive success. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*. 270: 633-640.
- Price, E. O., Borgwardt, R. E., y Dally, M. R. 2001. Male–male competition fails to sexually stimulate domestic rams. *Applied Animal Behaviour Science*. 74:217-222.
- Redmer, D. A., Wallace, J. M., y Reynolds, L. P. 2004. Effect of nutrient intake during pregnancy on fetal and placental growth and vascular development. *Domestic animal endocrinology*. 27: 199-217.

- Rendo, F., Iriundo, M., Manzano, C., y Estonba, A. 2011. Microsatellite based ovine parentage testing to identify the source responsible for the killing of an endangered species. *Forensic Science International: Genetics*. 5: 333-335.
- Ridler, A. L., Smith, S. L., West, D. M. 2012. Ram and buck management. *Animal Reproduction Science*. 130: 180-183.
- Roldan, E.R. 2019. Sperm competition and the evolution of sperm form and function in mammals. *Reproduction in Domestic Animals*. 54:14-21.
- Rosa, H. J. D., y Bryant, M. J. 2002. The 'ram effect' as a way of modifying the reproductive activity in the ewe. *Small Ruminant Research*. 45: 1-16.
- Rosa, A. J. M., Sardina, M. T., Mastrangelo, S., Tolone, M., y Portolano, B. 2013. Parentage verification of Valle del Belice dairy sheep using multiplex microsatellite panel. *Small Ruminant Research*. 113:62-65.
- Roselli, C. E., Stormshak, F., Stellflug, J. N., Resko, J. A. 2002. Relationship of serum testosterone concentrations to mate preferences in rams. *Biology of Reproduction*. 67: 263-268.
- Roselli, C. E., Reddy, R. C., y Kaufman, K. R. 2011. The development of male-oriented behavior in rams. *Frontiers in Neuroendocrinology*. 32:164-169.
- Salazar-Marroquín, E.L., González-Paz, M. Del Bosque-González, A., Reséndez-Pérez, D., Barrera-Saldaña, H.A., Sifuentes-Rincón, A.M. 2004. Evaluación de marcadores microsatélites para la identificación de individuos, en dos razas de ganado bovino de carne de la región noreste de México. *Técnica Pecuaria México*. 42(3):429-435.
- Sánchez, D. F., Bernal, H., Colín, J., Olivares, E., Del Bosque, A. S., Ledezma, R., Ungerfeld, R. 2011. Environmental factors and interval from the introduction of rams to estrus in postpartum Saint Croix sheep. *Tropical Animal Health and Production*. 43: 887-891.
- Sánchez-Dávila, F., Bernal-Barragán, H., Padilla-Rivas, G., del Bosque-González, A. S., Vázquez-Armijo, J. F., Ledezma-Torres, R. A. 2015. Environmental factors and ram influence litter size, birth, and weaning weight in Saint Croix hair sheep under semi-arid conditions in Mexico. *Tropical Animal Health and Production*. 47: 825-831.

- Sánchez-Dávila, F., Barragán, H. B., del Bosque-González, A. S., y Ungerfeld, R. 2018. Social dominance affects the development of sexual behaviour but not semen output in yearling bucks. *Theriogenology*. 110:168-174.
- Sánchez-Dávila, F., Ungerfeld, R., Bosque-González, A. S. D., Bernal-Barragán, H. 2019. Seasonality in Saint Croix male lamb reproductive development in northern Mexico. *Reproduction in Domestic Animals*. 54: 391-400.
- Sánchez-Davila, F., Bernal-Barragan, H., Vazquez-Armijo, J. F., López-Villalobos, N., Ledezma-Torres, R. A., Grizelj, J., Palomera, C. L. 2020. Annual variation in reproductive parameters and sexual behaviour of Saint Croix rams in a semi-desert region in Mexico. *Journal of Applied Animal Research*. 48: 499-506.
- Sanford, L. M., Dickson, K. A. 2008. Prolactin regulation of testicular development and sexual behavior in yearling Suffolk rams. *Small Ruminant Research*. 77: 1-10.
- Santiago-Moreno, J., Gómez-Brunet, A., Toledano-Díaz, A., Picazo, R., Gonzalez-Bulnes, A., López-Sebastián, A. 2006. Seasonal endocrine changes and breeding activity in Mediterranean wild ruminants. *Reproduction in Domestic Animals*. 41: 72-81.
- Santos, S. G. C. G. D., Saraiva, E. P., Pimenta Filho, E. C., Santos, L. D. F. D. D., Fonsêca, V. D. F. C., Veríssimo, T. N. S., Pinheiro, A. D. C. 2015. Seasonal and circadian variation of the sexual behavior of Morada Nova rams in tropical environment. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 44: 8-14.
- Sarlós, P., Egerszegi, I., Balogh, O., Molnár, A., Cseh, S., Rátky, J. 2013. Seasonal changes of scrotal circumference, blood plasma testosterone concentration and semen characteristics in Racka rams. *Small Ruminant Research*. 111: 90-95.
- Schütz, E., y Brenig, B. 2015. Analytical and statistical consideration on the use of the ISAG-ICAR-SNP bovine panel for parentage control, using the Illumina BeadChip technology: example on the German Holstein population. *Genetics Selection Evolution*. 47:1-7.
- Senar, J. C. 2006. Bird colors as intrasexual signals of aggression and dominance. *Bird Coloration*. 2: 125-193.

- Souza, C. A., Paiva, S. R., McManus, C. M., Azevedo, H. C., Mariante, A. S., y Grattapaglia, D. 2012. Genetic diversity and assessment of 23 microsatellite markers for parentage testing of Santa Inês hair sheep in Brazil. *Genetics and Molecular Research*. 11: 1217-1229.
- Souza-Fabjan, J. M. G., Balaro, M. F. A., Bragança, G. M., Pinto, P. H. N., de Almeida, J. G., Moura, A. B. B., Brandão, F. Z. 2018. Use of two doses of cloprostenol in different intervals for estrus synchronization in hair sheep under tropical conditions. *Tropical Animal Health and Production*. 50:427-432.
- Strucken, E. M., Lee, S. H., Lee, H. K., Song, K. D., Gibson, J. P., y Gondro, C. 2016. How many markers are enough? Factors influencing parentage testing in different livestock populations. *Journal of Animal Breeding and Genetics*. 133:13-23.
- Synnott, A. L., & Fulkerson, W. J. 1984. Influence of social interaction between rams on their serving capacity. *Applied Animal Ethology*. 11: 283-289.
- Tortereau, F., Moreno, C. R., Tosser-Klopp, G., Servin, B., y Raoul, J. 2017. Development of a SNP panel dedicated to parentage assignment in French sheep populations. *BMC genetics*. 18: 1-11.
- Ungerfeld, R. 2007. Socio-sexual signalling and gonadal function: Opportunities for reproductive management in domestic ruminants. *Society of Reproduction and Fertility supplement*. 64: 207-21.
- Ungerfeld., R. y González-Pensado, S.P. 2008. Social rank affects reproductive development in male lambs. *Animal Reproduction Science*. 109:161-171.
- Ungerfeld, R., y González-Pensado, S. P. 2009. Social dominance and courtship and mating behaviour in rams in non-competitive and competitive pen tests. *Reproduction in Domestic Animals*. 44: 44-47.
- Ungerfeld, R., y Lacuesta, L. 2010. Social rank during pre-pubertal development and reproductive performance of adult rams. *Animal Reproduction Science*. 121: 101-105.
- Ungerfeld, R., y Lacuesta, L. 2015. Competition between different social ranked rams has similar effects on testosterone and sexual behaviour throughout the year. *Reproduction in Domestic Animals*. 50: 1022-1027.

- Ungerfeld, R., Orihuela, A., y Pérez-Clariget, R. 2019. Sexual behavior of subordinate, but not dominant, rams increases following observed sexual activity. *Theriogenology*. 129:99-102.
- Vandeputte, M., Mauger, S., Dupont-Nivet, M. 2006. An evaluation of allowing for mismatches as a way to manage genotyping errors in parentage assignment by exclusion. *Molecular Ecology Notes*. 6: 265-267.
- Vincent, J. N., McQuown, E. C., y Notter, D. R. 2000. Duration of the seasonal anestrus in sheep selected for fertility in a fall-lambing system. *Journal of Animal Science*. 78: 1149-1154.
- Weller, J. I., Feldmesser, E., Golik, M., Tager-Cohen, I., Domochoovsky, R., Alus, O., Ron, M. 2004. Factors affecting incorrect paternity assignment in the Israeli Holstein population. *Journal of Dairy Science*. 87:2627-2640.
- Wildevus, S. 1997. Hair sheep genetic resources and their contribution to diversified small ruminant production in the United States. *Journal of Animal Science*. 75: 630-640.
- Yilmaz, O. S. M. A. N., Denk, H., y Bayram, D. A. V. U. T. 2007. Effects of lambing season, sex and birth type on growth performance in Norduz lambs. *Small Ruminant Research*. 68: 336-339.
- Yılmaz, O., y Karaca, O. 2012. Paternity analysis with microsatellite markers in Karya sheep. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 18:807-813.
- Yılmaz, O., Cemal, I., Coşkun, B., Oğrak, Y., Ata, N., Karaca, O. 2018. Comparison of different paternity test panels in sheep. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*. 42:633-641.
- Zamiri M.J, Khodaei H. R. 2005. Seasonal thyroidal activity and reproductive characteristics of Iranian fat-tailed rams. *Animal Reproduction Science*. 88: 245-255.
- Zapasnikienė, B. 2002. The effect of age of ewes and lambing season on litter size and weight of lambs. *Veterinarija ir zootechnika*. 19: 112-115.

Zhang S, Dominique B, Margaret AB, Graeme BM. 2005. Body reserves affect the reproductive endocrine responses to an acute change in nutrition in mature male sheep. *Animal Reproduction Science*. 88: 257–269.