

Eficiencia reproductiva en ovejas Ile de France bajo dos modelos reproductivos manejados
en condiciones de sabana.

Darling Dayana Niño Martínez, David Fernando Ortiz Ayala

Trabajo de Grado para Optar al Título de Zootecnista

Director

Daniel Felipe Torres Ruda

MsC. Zootecnista

Codirector

Luisa Fernanda Triana Arévalo

MsC. Esp. Médico Veterinario Zootecnista

Universidad Industrial de Santander

Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia IPRED

Programa Zootecnia

Bucaramanga

2024

Dedicatoria

Agradezco primeramente a Dios, mi creador y guía, por permitirme llegar a este punto en mi vida y darme la fortaleza para superar los obstáculos. Gracias por su gracia y misericordia que me ha sostenido en cada paso del camino. Por su sabiduría y guía que me ha permitido tomar las decisiones correctas. Que su gloria y honra brillen en mi vida y en todo lo que hago.

A mi madre María Ofelia Martínez Ramos, mi ejemplo a seguir, mi guía y mi inspiración, que con su incansable esfuerzo y dedicación ha sido mi motor para seguir adelante. Gracias por sus sacrificios, por estar siempre allí para mí, por enseñarme el valor de la perseverancia y la importancia de nunca rendirme.

A mis hermanos Freddy Mauricio, Carlos Eduardo y Johan Antonio por ser mi centro de apoyo y amor incondicional. Y a mi sobrina Aylin Victoria, mi motivación e inspiración para ser un ejemplo a seguir. Gracias por ser mi luz en los momentos difíciles.

A mi padre José Antonio Niño Duarte, aunque a la distancia, su apoyo y aliento han sido fundamentales para mi éxito. Gracias por creer en mí y por estar siempre disponible para ofrecer su consejo y orientación.

Darling Dayana Niño Martínez

Con profunda gratitud, doy gracias a Dios por darme los medios y la fortaleza para alcanzar esta etapa de mi vida. Lo que alguna vez fue solo un sueño, hoy se ha convertido en realidad, llenándome de inmensa felicidad.

Esta tesis está dedicada principalmente a mi familia, en especial a mis padres, José David Ortiz González y Mary Sol Ayala Camacho, cuyo esfuerzo incansable y sabios consejos me han enseñado el valor del sacrificio y la constancia. Gracias a ellos, he aprendido que todo en la vida se consigue con dedicación, y la culminación de esta etapa es el fruto de ese sacrificio compartido.

De manera especial, también dedico esta tesis a mi tía Lilia Esther Ortiz González, quien desde el comienzo ha sido un apoyo incondicional. Su generosidad, sus consejos y enseñanzas han sido fundamentales en mi vida y hoy son parte esencial de quien soy.

David Fernando Ortiz Ayala

Agradecimientos

Quisiera expresar nuestro más profundo agradecimiento a Dios, por la vida, la familia y por todas las personas y experiencias que ha puesto en nuestro camino. Cada una de ellas ha sido parte fundamental en nuestra formación como zootecnistas, contribuyendo de diversas maneras a este proceso educativo.

Agradecemos especialmente a nuestro tutor, el Msc. Daniel Felipe Torres Ruda, por su constante apoyo a lo largo de nuestra formación, siempre guiándonos con el propósito de no solo ser buenos profesionales, sino también personas íntegras.

Asimismo, extendemos un sincero agradecimiento a la hacienda Agrovina Australia y a nuestra jefe medica la Dra. Luisa Fernanda Triana Arévalo, por confiar en nuestra preparación y brindarnos la valiosa oportunidad de adquirir conocimientos junto a profesionales destacados.

Tabla de contenido

	Pág.
Introducción.....	12
1. Objetivos.....	15
1.1. Objetivo general	15
1.2. Objetivos específicos.....	15
2. Marco teórico.....	16
2.1. Origen de los ovinos.....	16
2.2. Razas ovinas en el mundo	19
2.3. Raza ovina Ile de France	26
2.4. Principios de los ovinos en Colombia	26
2.4.1. Origen de los ovinos en Colombia	26
2.4.3. Inventario de ovinos en Colombia.....	27
2.5. Características de la reproducción en los ovinos.....	28
2.5.1 Fisiología reproductiva de la hembra ovina	28
2.5.2 Ciclo estral.....	30
2.5.3 Parámetros reproductivos de la hembra ovina y hembra caprina.....	32
2.5.4 Fisiología reproductiva del carnero	32
2.6 Técnicas de biotecnología reproductiva	35

2.6.1. Métodos de sincronización.....	35
2.6.1.1. Métodos farmacológicos	36
2.6.1.2. Métodos naturales.....	37
2.7. Métodos de inseminación.....	38
2.7.1. Inseminación artificial	38
3. Materiales y métodos.....	39
3.1. Ubicación geográfica.....	39
3.2. Unidades Experimentales	40
3.3. Desarrollo de la monta natural	41
3.4. Desarrollo del protocolo de sincronización.....	42
3.5. Evaluación seminal.....	43
3.6. Proceso de IA laparoscópica	44
3.7. Análisis estadístico	45
4. Resultados y discusión	46
5. Conclusiones.....	55
6. Recomendaciones	56
Referencias bibliográficas	57

Listado de tablas

	Pág.
Tabla 1 Taxonomía ovina	16
Tabla 2 Razas ovinas en Colombia.....	20
Tabla 3 Fases del ciclo estral	31
Tabla 4 Comparación de parámetros reproductivos de hembras ovinas y caprinas	32
Tabla 5 Criterios reproductivos del macho.....	34
Tabla 6 Análisis seminal machos reproductores Ile de France.....	44
Tabla 7 Signos de celo bajo monta natural	47
Tabla 8 Signos de celo con dispositivo CIDR.....	49
Tabla 9 Preñez bajo monta natural	51
Tabla 10 Preñez por (IA)	52

Listado de Imágenes

	Pág.
Imagen 1 Distribución mundial de los ovinos en el año 2015.....	18
Imagen 2 Toneladas de carne ovina y caprina 2010- 2016	19
Imagen 3 Distribución ovina en Colombia.....	28
Imagen 4 Variación estacional y comportamiento ovulatorio en hembras Ile de France...	30
Imagen 5 Ubicación geográfica.....	40
Imagen 6 Unidades experimentales	41
Imagen 7 Monta natural.....	42
Imagen 8 Protocolo de sincronización de celo	43
Imagen 9 Inseminación Laparoscópica	45

Listado de Gráficas

	Pág.
Grafica 1 Signos de celo bajo monta natural.....	48
Grafica 2 Signos de celo bajo dispositivo CIDR.....	50
Gráfica 3 Diagnóstico de preñez con monta natural	52
Grafica 4 Diagnóstico de preñez con IA laparoscópica	54

Resumen

Título: Eficiencia reproductiva en ovejas Ile de France bajo dos modelos reproductivos manejadas en condiciones de sabana.*

Autor: Niño Martínez, Darling Dayana y Ortiz Ayala, David Fernando**

Palabras Clave: Ile de france, laparoscopia, prostagenos, trópico alto colombiano, y CIDR.

Descripción: El manejo reproductivo en ovejas de origen geográfico donde se manifiesta un carácter estacional representa un reto para alcanzar los indicadores productivamente rentables en condiciones de trópico alto colombiano. Por ello, el objetivo del presente trabajo fue determinar la eficiencia reproductiva en ovejas Ile de France, bajo dos modelos reproductivos manejados en condiciones de sabana. Se utilizaron 30 hembras adultas las cuales fueron sometidas a inseminación por laparoscopia (n=15) con protocolo de sincronización a base de prostàgenos (Dispositivos CIDR) y a monta natural (n=15). Todas las hembras presentaban buenas condiciones de salud y fueron sometidas a las mismas condiciones de manejo y alimentación. Se evaluaron 4 variables tales como condición corporal de (1-5), famacha (1-5), respuesta signos de celo (+/-) y diagnóstico de gestación (+/-). Para el análisis se han registrado y organizado todos los datos utilizando el software Office Excel 2021, y se ha realizado un análisis descriptivo para cada una de las variables. Se realizó un análisis de frecuencias para determinar el comportamiento de los datos. El protocolo de sincronización tuvo una efectividad del 73.3% y la eficiencia de laparoscopia fue del 45% y para la monta natural se obtuvo un 47% de eficiencia. Las ovejas Ile de France responden de forma positiva a protocolos de biotecnología reproductiva, sin embargo, en condiciones de sabana se obtuvieron valores por debajo de los reportados. Se recomienda realizar nuevos estudios que incorporen nuevas unidades experimentales e incluir el efecto macho sobre la respuesta final del indicador.

* Trabajo de Grado

** Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia. Programa Zootecnia. Director: Daniel Felipe Torres Ruda MsC Zootecnista. Codirector: Luisa Fernanda Triana Arevalo Ms(c). Medica Veterinaria Zootecnista

Abstract

Title: Reproductive efficiency in "Ile de France" sheep under two reproductive models managed in savannah conditions *

Author(s): Niño M, Darling Dayana and Ortiz A, David Fernando**

Key words: Ile de France, laparoscopy, prostogens, Colombian high tropics y CIDR.

Description: Reproductive management in sheep of geographic origin with a seasonal character represents a challenge to achieve profitable productive indicators in Colombian high tropic conditions. Therefore, the objective of the present work was to determine the reproductive efficiency in Ile de France ewes, under two reproductive models managed in savanna conditions. Thirty adult females were subjected to insemination by laparoscopy (n=15) with a prostagen-based synchronization protocol (CIDR devices) and natural mating (n=15). All females were in good health condition and were subjected to the same management and feeding conditions. Four variables were evaluated such as body condition (1-5), famacha (1-5), response to signs of estrus (+/-) and gestation diagnosis (+/-). For the analysis, all data were recorded and organized using Office Excel 2021 software, and a descriptive analysis was performed for each of the variables. A frequency analysis was performed to determine the behavior of the data. The synchronization protocol had an effectiveness of 73.3% and the efficiency of laparoscopy was 45% and for natural mating a 47% efficiency was obtained. Ile de France ewes respond positively to reproductive biotechnology protocols; however, under savanna conditions, values below those reported were obtained. It is recommended to carry out new studies incorporating new experimental units and to include the male effect on the final response of the indicator.

* Degree work

** Institute of Regional Projection and Distance Education. Zootechnics Program. Director: Daniel Felipe Torres Ruda MsC Zootechnician. Codirector: Luisa Fernanda Triana Arevalo MsC. Zootechnical Veterinary Medicine

Introducción

Desde la antigüedad los seres humanos aprecian principalmente a las ovejas por su capacidad de proveer productos como carne, lana, leche, abono y pieles, jugando un papel importante en la nutrición y alimentación humana, además de ser considerada una especie con valor sociocultural, económico y de subsistencia (Alvarado, 2016); desafortunadamente no se ha controlado este problema frente a la capacidad de producción de alimento para el hombre, dado el aumento de los índices de hambre, el cual es un fenómeno global que impacta actualmente. Según indicadores de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación- FAO, (2009), para esta época la cantidad de personas que experimentaban hambre crónica superó los mil millones en el mundo. Así, el sector agropecuario tiene un desafío que busca radicar el hambre y garantizar la seguridad alimentaria de estos mil millones de personas hambrientas; al mismo tiempo, se debe duplicar la producción de alimentos para alimentar a una población prevista de 9.200 millones para el año (FAO, 2009).

El futuro de la industria ovina y caprina en países en desarrollo es muy prometedor, aunque se requiere una mayor inversión en la comercialización de la producción ganadera y en actividades de investigación relacionadas (Mazinani & Rude, 2020). En los últimos años, en Colombia se ha reconocido que la explotación de la ovino cultura es una base significativa de ingresos gracias a la obtención de productos cárnicos, lanares y lácteos. No obstante, algunos criadores de ovejas del centro del país continúan utilizando métodos de producción tradicionales, lo que se debe a una baja población de animales, su facilidad de trabajarlos y generalmente, a que la explotación ovina es considerada una actividad para el sustento del

campesinado la cual se da con actividades complementarias que contribuyen a los ingresos familiares y son gestionadas principalmente por madres cabezas de hogar; esta actividad sigue siendo subvalorada por otros sector, lo que explica los bajos recursos invertidos en tecnología y mejoramiento productivo (Fonseca et al., 2014).

La cantidad de ovejas en Colombia reportada es de 1.819.247, con un 70,7% siendo hembras y el 29,3% siendo machos. La mayoría de los ovinos se encuentran en La Guajira (44,4%), Cesar (12,0%), Magdalena (11,7%), Boyacá (8,9%), Córdoba (3,3%), Santander (2,7%), Meta (2,4%), Cundinamarca (1,9%), Bolívar (1,8%) y Tolima (1,7%), que en conjunto representan el 90,8% del total de ovinos en el país acorde a los datos entregados por el censo agropecuario del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA, 2023).

La ovinocultura representa una oportunidad para el desarrollo, la productividad y la competitividad del sector agropecuario, cuando se establecen diversos modelos de producción. La gran mayoría de estos sistemas están manejados por pequeños y medianos productores, en estos se carece de información sobre el rendimiento de los animales y se llevan acabo procesos de forma tradicional, resultando en niveles bajos de producción. Esto dificulta la claridad y estandarización del producto final, el crecimiento y la productividad de la granja, así como la importancia de documentar los acontecimientos en la granja mediante registros que permitan analizar la información, establecer indicadores de rendimiento y proponer medidas para mejorar la productividad, viabilidad y competitividad en comparación con otros sistemas (Baracaldo et al., 2022).

Actualmente, en la mayoría de las fincas ovinas del país se observa un manejo reproductivo que implica el uso de reproductores mestizos cuya genética rara vez mejora los parámetros productivos; además, no se toman en cuenta las pérdidas ocasionadas por los

intervalos entre partos prolongados, provocados por diversos factores como la nutrición, la salud, el entorno y el manejo. Estos factores contribuyen a una producción insuficiente para satisfacer la demanda del mercado de carne, leche, lana y pie de cría, condicionada a la eficacia reproductiva de las hembras (Urete & Porras, 2013).

Por ello, se torna relevante la implementación de procesos de biotecnología en Colombia basados en la biodiversidad y la productividad, dado que es una ciencia reconocida como una de las herramientas principales para generar ventajas competitivas, y la cual que puede transformar el desarrollo agropecuario del país, así como, garantizar el uso sostenible y adecuado de los recursos naturales. (Morales & Flórez, 2016). Entre estas se resalta el uso de la inseminación artificial (IA) en ovinos, la cual comenzó a principios del siglo XX en Rusia utilizando semen fresco que se deposita en el fondo de la vagina, logrando tasas de fertilidad muy bajas (5-30%). Con la mejora de la técnica, surgió la IA cervical o pericervical con semen fresco o refrigerado, alcanzando tasas de éxito entre el 10 y el 60% dada la variabilidad morfológica en la anatomía del cérvix de esta especie. Sin embargo, durante los últimos años ha venido desarrollándose programas de IA por laparoscopia con la esperanza de mejorar las tasas y la eficiencia reproductiva en los rebaños.

Así, es claro que la ovinocultura en el país necesita herramientas como la IA por laparoscopia para establecer programas de mejoramiento genético efectivos (Hinojosa et al., 2019), por ello, se plantea la pregunta ¿es posible evaluar la respuesta de la IA laparoscópica en hembras previamente sincronizadas a base de progestágenos, dentro de los rebaños ovinos manejados bajo condiciones de pastoreo en el trópico alto colombiano, contribuyendo al desarrollo genético, zootécnico y sanitario en la producción ovina?

1. Objetivos

1.1 Objetivo general

Determinar la eficiencia reproductiva en ovejas Ile de France bajo dos modelos reproductivos manejadas en condiciones de sabana del trópico alto colombiano.

1.2 Objetivos específicos

Evaluar los signos físicos asociados al momento de celo en ovejas Ile de France manejadas bajo dos modelos reproductivos en condiciones de sabana.

Validar los porcentajes de fertilidad de dos modelos de reproducción en hembras Ile de France puras manejadas bajo condiciones de sabana

2. Marco teórico

2.1 Origen de los ovinos

La oveja doméstica conocida científicamente como *Ovis aries*, proviene de la especie *Ovis orientalis*, y forma parte del Reino Animal, dentro del Subreino Cordados. Además, pertenece a la Clase Mammalia, al Orden Artiodactyla, y se encuadra en la Rama Ruminantia, dentro de la Familia Bovidae y la Subfamilia Caprinae, tal y como se observa en la tabla 1 (Cedeño et al., 2017).

Tabla 1

Taxonomía ovina

Taxonomía	
Reino	Animal
Subreino	Cordados
Clase	Mammalia(mamíferos)
Orden	Artiodáctilo
Rama	Ruminantia
Familia	Bovidae
Subfamilia	<i>Caprinae</i>
Genero	Ovis
Especie	O. orientalis

Nota. Adaptado de Alvarado, (2016).

Durante el período que abarca desde aproximadamente el año 11000 a.C. Hasta el 8000 a.C., los ovinos se establecieron entre las primeras especies animales domesticadas, y fueron ampliamente aprovechadas por los seres humanos desde tiempos antiguos (Castillo & González, 2006). Las ovejas fueron criadas como fuente de alimento en Egipto, ya que tenían la capacidad de convertir un alimento de baja calidad en carne y leche, además de generar subproductos como: fibra y cuero (Elkareem et al., 2024). En varios países en vías de desarrollo, los ovinos siguen siendo fundamentales para satisfacer las necesidades humanas, aunque existen otras especies como las cabras que también tiene un rol importante en el desarrollo de la humanidad, aunque no son utilizadas en la ganadería moderna, siguen siendo uno de los animales domésticos más comunes después de los perros. (Castillo & González, 2006).

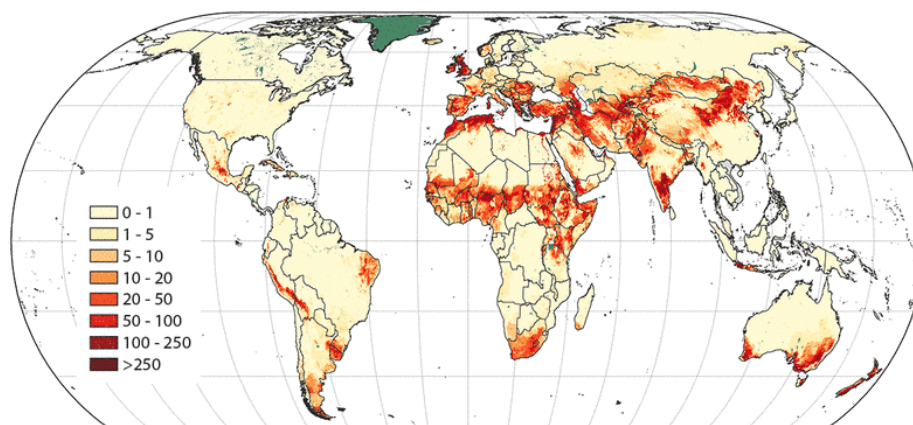
Las ovejas se alimentan principalmente de pastos y son criadas en una variedad de sistemas de producción en todo el mundo, reflejando las diferentes condiciones ambientales y socioeconómicas (FAO, 2015). Estas están distribuidas por Europa del norte hasta regiones áridas en África y Asia. Sin embargo, para América se conoce que los colonizadores españoles llevaron ovejas a Cuba, donde prosperaron rápidamente en los extensos pastizales de la isla. Poblaciones que se establecieron en diversas regiones de las Américas, como México y Honduras, recurrieron a Cuba para obtener ganado ovino (Castillo & González, 2006). Esta distribución ha dado origen a una variedad de razas adaptadas para diferentes propósitos y entornos, desde climas fríos y húmedos.

En las últimas décadas esta producción de especies menores ha tenido un impacto que va en auge, siendo una fuente de seguridad alimentaria para las poblaciones más marginales del mundo, además de ser un ingreso económico y una tradición cultural. En la imagen 1, se

muestra esta expansión de la producción ovina a nivel mundial, donde los relieves con mayor influencia de esta producción son países del antiguo continente y regiones de África central.

Imagen 1

Distribución mundial de los ovinos en el año 2015



Nota. Adaptada de (FAO, 2015).

Estos países han incrementado la producción mundial de carne de ovino y caprino principalmente en países como China, Australia, India, Nueva Zelanda y Turquía, los cuales en conjunto representan el 37% del total global. América es el continente con la menor participación, contribuyendo solo con el 1% de la producción mundial, siendo Brasil el principal productor en la región, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MINAGRICULTURA, 2018). Colombia es un país que destaca por la presencia de núcleos ovinos en diferentes regiones, sin embargo, sus niveles de producción son bajos. En la imagen 2, se muestran los niveles de producción de toneladas de carne para el sector ovino caprino durante la década del 2016.

Imagen 2

Toneladas de carne ovina y caprina 2010- 2016



Nota. Adaptada de (Minagricultura, 2018).




2.2 Razas ovinas en el mundo




Según datos del Ministerio de desarrollo rural y tierras, (2012) en el mundo se registran aproximadamente 450 variedades de ovinos. Estas razas tienen propósitos zootécnicos diversos incluyendo la producción de leche, carne, lana y cuero. Algunas de estas razas son conocidas como "doble propósito", ya que sus características permiten aprovechar dos o más productos finales.



Australia y Nueva Zelanda son conocidos por haber desarrollado sistemas de producción de gran eficiencia, sus innovaciones tecnológicas están enfocadas en la producción de carne y lana, lo que les otorga una posición de liderazgo en el mercado global de estos productos. Con los años, han perfeccionado técnicas ganaderas y creado razas especializadas que se han expandido internacionalmente, impulsando el crecimiento económico de la industria ovina a nivel global (Almeida, 2015), En la tabla 2 se muestran las principales razas ovinas presentes en el país.



Tabla 2



Razas ovinas en Colombia



Nombre	Propósito Productivo	Origen	Característica
Blackbelly	Carne	Barbados 	Ovino de pelo de talla media, tienen dos colores, café claro a oscuro o rojizo con color negro. Peso de la hembra 50 Kg, peso del macho 85 Kg.
Blackface	Carne y lana	Inglaterra y Escocia 	Ovino de tamaño intermedio, con actitud carnososa positiva y un aspecto rustico. Los machos pueden llegar a pesar entre 85 y 95 kg, mientras que las hembras tienen un peso que varía de 65 a 70 kg.
Cheviot	Carne y lana	Inglaterra y Escocia 	Es blanco, con cabeza corta y ancha, sin lana, al igual sus extremidades. Su proporción es del 60% para carne y del 40% para lana. Los machos alcanzan un peso entre 80 y 100 kg, Las hembras obtienen un peso entre 60 y 80 Kg.

Nombre	Propósito Productivo	Origen	Característica
Corriedale	Carne y lana	Nueva Zelanda 	El carnero de esta raza debe transmitir la sensación de ser un animal robusto y tener la estructura típica de una raza con doble propósito, tanto para carne como para lana, es decir, con un cuerpo bien desarrollado y una abundante y pesada capa de lana.
Dorper	Carne	Sudáfrica 	Es un animal que exhibe simetría, proporciones adecuadas y una apariencia robusta. Los machos pesan entre 113 y 136 kg, y las hembras van de 90 a 102 kg, exhibiendo una conformación óptima, bien equilibrada y compacta.
Dorset	Carne y lana	Inglaterra 	Tamaño mediano a grande, con estructura muscular bien desarrollada y buena capa de lana blanca y densa, carece de fibras oscuras. Tiene dos variantes: con y sin cuernos.

Nombre	Propósito Productivo	Origen	Característica
Hampshire	Carne y lana	Inglaterra 	Estos animales tienen un cuerpo largo de tamaño mediano, con una marca distintiva de cara negra y una capa de lana blanca que se extiende desde arriba de los ojos. Su perfil es recto y algunos individuos pueden tener pequeños cuernos, que son considerados aceptables.
Kathadin	Carne	Estados Unidos 	Son de tamaño mediano, con una excelente musculatura y conformación, las hembras tienen un peso que varía de 60 a 80 kg, mientras que los machos pueden alcanzar entre 90 y 110 kg. Su pelaje puede ser de cualquier color, ya sea canela, blanco o moteado, sin importar si es uniforme o con manchas. La cobertura de la lana se clasifica en tipo AA, tipo A, tipo B, tipo C.

Nombre	Propósito Productivo	Origen	Característica
Merino	Carne y lana	España 	Se trata de una raza de gran tamaño, con una presencia elegante. Su lana es homogénea, variando del blanco a la crema, y cubre todo el cuerpo; es de textura fina y no contiene fibras de otros colores. En los machos, se espera que los cuernos sean anchos, con una forma espiralada y un color ámbar. Además, las pezuñas deben tener un tono ámbar sin exceso de pigmentación.
Pelibuey	Carne	Africa y Cuba 	Estos animales tienen una estructura muscular adecuada para la producción de carne, sin presencia de lana permanente, y están cubiertos con un pelaje espeso y corto. Las hembras pesan 60 kg, mientras que los machos alcanzan los 100 kg.

Nombre	Propósito Productivo	Origen	Característica
Persa Cabeza Negra	Carne	Asia	Se trata de un animal de tamaño moderadamente grande. Su color es homogéneo, con negro en la cabeza y blanco en el cuerpo y las patas. La zona negra se extiende desde la cabeza hasta el cuello y, en ocasiones, también llega a los hombros.
Romanov	Carne y lana	Rusia 	Esta raza se caracteriza por tener corderos que nacen con un pelaje negro, pero a medida que crecen, les crece pelo blanco, lo que les da una apariencia grisácea.
Romney Marsh	Carne y lana	Inglaterra 	Esta raza tiene una utilidad dual, mostrando las características fundamentales de un buen animal productor de carne, como su robustez, resistencia ósea y capacidad corporal. Además, su lana es blanca y uniforme.

Nombre	Propósito Productivo	Origen	Característica
Santa Inés	Carne	Brasil 	El pelaje puede ser rojo, negro, blanco o una combinación de estos colores, con la piel pigmentada. El pelo es corto y liso. En el caso del pelaje negro, se prefiere que el perímetro de los ojos, la vulva y el perineo sean oscuros, mientras que en otras capas se prefiere que también sean oscuros.
Suffolk	Carne	Inglaterra 	Este es un tipo de oveja de gran tamaño, con una musculatura pronunciada, cuerpo alargado y alto. Su lana es blanca y presenta pelo negro en la cabeza y las patas. No posee cuernos ni protuberancias. Sus orejas son largas, bien definidas y de color negro.
Ile de france	Lana y leche	Francia	Los animales de ambos sexos carecen de cuernos, peso en machos 125 kg y el peso de las hembras 75 kg (Ministerio de agricultura, 2024).

Nota. Adaptada de (FEDEANCO, 2024).

2.3 Raza ovina Ile de France

Esta raza es originaria de Francia y tiene como objetivo la producción de carne y fue introducida a principios del siglo XIX en países de América del Sur. Esta raza se ha adaptado fácilmente a las diferentes condiciones climáticas y se caracteriza por su alta fertilidad, así como, por un rápido crecimiento de los corderos, lo que permite usarla con éxito como raza paterna para mejorar las producciones de lana o las producciones mixtas (Costa et al., 2022).

Esta raza es de tamaño grande, los machos pesan entre 100- 120 kg y las hembras entre 55 - 70 kg. Tienen una estructura sólida y una apariencia equilibrada típica de animales criados principalmente para carne. Esta raza es versátil, con aproximadamente el 60% de su crianza enfocada en la producción de carne y el 40% en lana, lo que la hace económicamente atractiva, además, es altamente adaptable a diferentes entornos y sistemas de producción, ya sea intensivo o en pastoreo. Se destacan por su madurez temprana, larga vida reproductiva, buena capacidad lechera, rápido crecimiento, rendimiento de canal alto y carne de calidad (Peña & Alcalde, 2007).

2.4 Principios de los ovinos en Colombia

2.4.1 Origen de los ovinos en Colombia

En Colombia existe un gran inventario de ovinos de pelo, los cuales ingreso por la Costa Caribe, más precisamente por la Guajira, su facilidad para adaptarse a diferentes pisos térmicos le permitió hacer presencia en todo el territorio colombiano (Vivas et al., 2020). Sin embargo, el ovino de lana ha sido uno de los ejes fundamentales para fortalecer la economía en los departamentos de Cundinamarca, Nariño, Santander y Boyacá, entre estos se destacan

biotipos como raza Mora Colombiana, el ovino criollo de lana, y los diferentes cruces producto de los programas reproductivos de animales foráneos entre animales de las razas: Hampshire, RomneyMarsh, Corriedale, entre otros (ICA, 2023). Las razas ovinas con lana se encuentran en áreas que superan los 2400 metros sobre el nivel del mar; alrededor del 10% de la población ovina corresponde a razas importadas, las cuales han pasado por un proceso de adaptación a las condiciones ambientales del país durante más de seis décadas (Conde et al., 2017).

2.4.2 El ente regulador en Colombia

En Colombia, el sector ovino y caprino tiene dos organizaciones líderes que lo representan a nivel nacional: Asociación Nacional de Caprino Ovinocultores de Colombia (ANCO) y Asociación de Criadores de Ganado Ovino de Colombia (ASOOVINOS) (ICA, 2022).

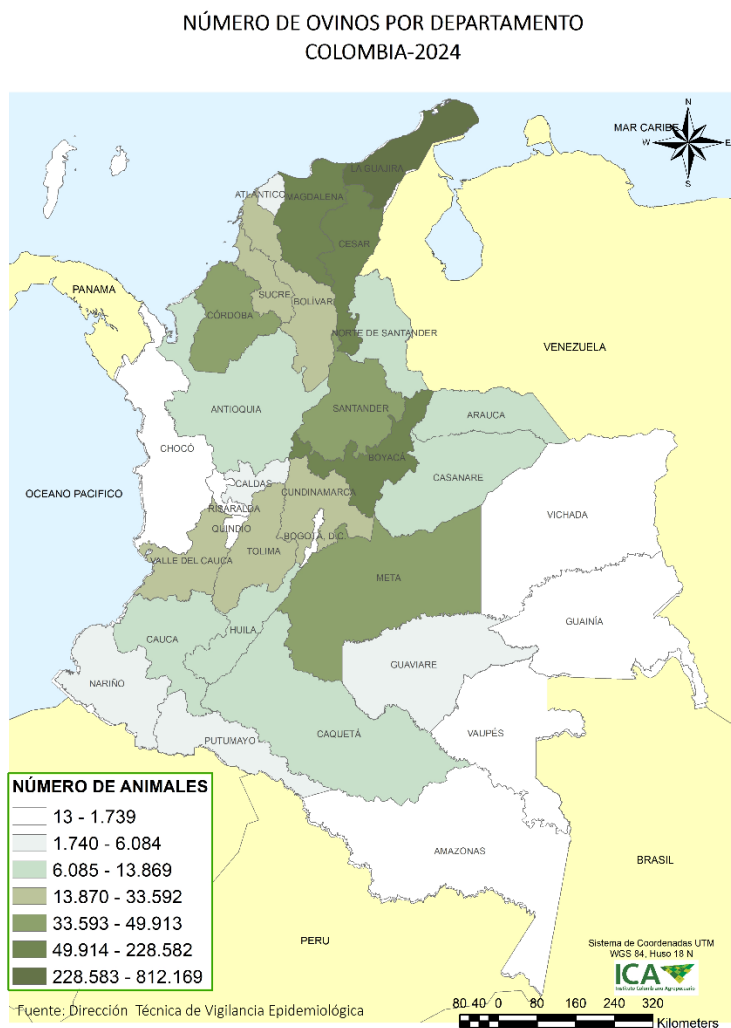
2.4.3 Inventario de ovinos en Colombia

El número animales de la especie ovina en el país asciende a 1.792.245 ejemplares, lo que significa una reducción del 1,4% en comparación con 2023. De esta cifra, 1.132.706, que representan el 63,2%, son hembras, mientras que los 659.539 restantes, equivalentes al 36,7%, son machos. La mayoría se encuentran en la Guajira (45%), Boyacá (13%), Cesar (13%), Magdalena (9%), Córdoba (3%), Santander (3%), Meta (2%), Cundinamarca (2%) y Tolima (2%). Estos diez departamentos concentran el 90,8% del total de la población ovina en Colombia (ICA, 2024).

En la figura 2, se presentan los datos reportados por el ICA para la distribución de la ganadería ovina en el país.

Imagen 3

Distribución ovina en Colombia



Nota. Adaptada de (ICA, 2024).

2.5 Características de la reproducción en los ovinos

2.5.1 Fisiología reproductiva de la hembra ovina

Las ovejas son poliéstricas estacionales, es decir, que la temporada de reproducción es definida por las horas luz. La actividad sexual de estas inicia en el momento que las horas

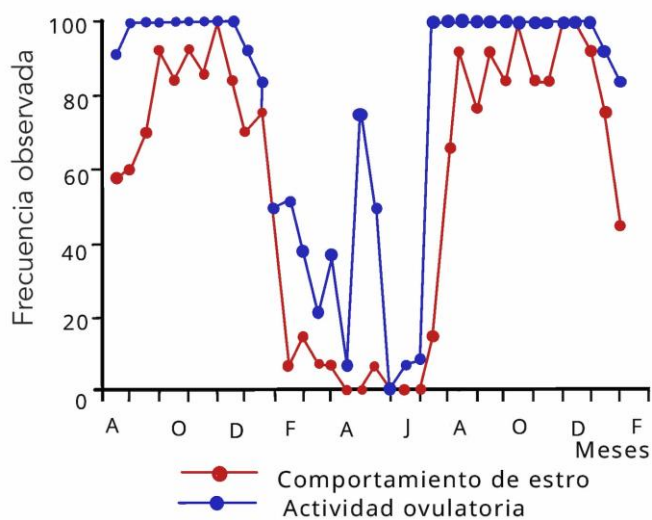
luz disminuyan (otoño e invierno), durante esta fase reproductiva el intervalo que se presentan en los ciclos de las ovejas es de 17 ± 3 días, esto lo único que lo puede interrumpir es una gestación o ya que se llegue a presentar un anestro (Balcazar & Porras, 2013). Este patrón estacional, es una estrategia evolutiva que maximiza las posibilidades de supervivencia, siendo este el principal desencadenante de esta estacionalidad (Muñoz, 2001).

La compleja interacción entre el reloj biológico interno y la hormona melatonina son la forma de regular el fotoperiodo dado a la luz que es detectada por la retina y transmitida a la glándula pineal, que ajusta la producción de melatonina según la oscuridad o luz. Como la melatonina solo se produce en la oscuridad, sus niveles son más altos en días con más horas de oscuridad, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM, 2021). También el genotipo juega un papel crucial en la estacionalidad reproductiva, pues se ha estimado que las razas que provienen de latitudes extremas, por encima de los 35° tanto al norte como al sur, suelen tener un anestro estacional que puede llegar a superar el tiempo estimado de los cinco meses, llegando e incluso en algunas ocasiones hasta ocho meses. Por otra parte, las razas de latitudes más bajas, por debajo de los 35° , normalmente experimentan un anestro que no supera los tres meses (UNAM, 2021). Varios estudios sostienen que los animales que habitan en zonas tropicales no presentan ciclos reproductivos estacionales y pueden concebir durante todo el año. Un ejemplo de ello, son animales de la raza Pelibuey donde se ha observado que tienen la posibilidad de ser ovejas con actividad ovulatoria constante (UNAM, 2021).

En la imagen 4 se muestra las variaciones estacionales de la ovulación y el comportamiento estral.

Imagen 4

Variación estacional y comportamiento ovulatorio en hembras Ile de France



Nota. Adaptado de (UNAM, 2021).

2.5.2 Ciclo estral

En esta etapa se presentan una serie de eventos de suma importancia, para hacer un buen manejo reproductivo. En este, se ven representadas cuatro fases tales como: pro estro, estro, metaestro y diestro, con una duración de diecisiete días (17) (Balcazar & Porras, 2013).

2.5.2.1 Fases del ciclo estral. En la tabla 3 se muestran las diferentes fases del ciclo estral de las ovejas.

Tabla 3

Fases del ciclo estral

Etapa	Características
Proestro	Preparación inicial para una ovulación, la hembra presenta inquietud, vocalización, aumento de actividad, presenta un poco de interés a los machos, la duración de esta fase es de veinticuatro (24) a treinta seis (36) horas (Lopez, 2022).
Estro	Ya se puede evidenciar el celo, presentando signos de celo en el que la hembra es receptiva a la monta, enrojecimiento de la vulva, inflamación, moco cervical, movimientos del rabo e incluso también la monta de una hembra a otra (Balcazar & Porras, 2013).
Metaestro	El período después de la ovulación se caracteriza por la formación del cuerpo lúteo o cuerpos lúteos, cuya secreción previene la ovulación. Este período tiene una duración de 2 días. Es fundamental para preparar el útero para la posible implantación del embrión en caso de que ocurra la fecundación (Lopez, 2022).
Diestro	Tras la ovulación, uno o más cuerpos lúteos se desarrollan a partir de los folículos. Si hay fertilización, el cuerpo lúteo persiste durante todo el período de gestación, que dura aproximadamente 145 días. En ausencia de fertilización, el cuerpo lúteo tiene una duración funcional de solo 11 a 12 días antes de regenerarse (Lopez, 2022).

Nota. Adaptado de (López, 2022); (Balcazar & Porras, 2013)

2.5.3 Parámetros reproductivos de la hembra ovina y hembra caprina

En la tabla 4 se muestra la comparación del desarrollo reproductivo de la hembra ovina y caprina.

Tabla 4

Comparación de parámetros reproductivos de hembras ovinas y caprinas

Parámetro	Cabras <i>(Capra hircus)</i>	Ovejas <i>(Ovis Aries)</i>
Pubertad	4-8 meses	6-10 meses
Ciclo estral	21 días	17 días
Celo	32.4±3.6 horas	30±10,1 horas
Gestación	147-155 días	145-150 días
Edad al primer parto	15-22 meses	13-16 meses
Prolificidad	1,12-1.7	1,04-1,9

Nota. Adaptado de (Blacazar, 2019).

2.5.4 Fisiología reproductiva del carnero

Los carneros, en general, reproductivamente son estacionales con una alta libido durante los días con menor presencia de luz, y necesitan un máximo de concentración en los niveles de testosterona con el fin de mostrar comportamiento sexual en su adultez. Los niveles de estrógenos derivados de la testosterona son esenciales para mantener este comportamiento. Investigaciones neuroquímicas y neuroanatómicas recomiendan que el

comportamiento homosexual en los machos posiblemente se debe a diferencias individuales en la distinción sexual del cerebro (Trujillo, 2014).

Durante la época de reproducción, los niveles de testosterona en circulación suelen superar el umbral necesario cuyo fin es que este, exhiba su actividad sexual. Diferente a los bovinos y caprinos, los machos no sienten placer sexual al observar la cópula de los demás machos. El contacto con las hembras desde una edad temprana puede mejorar la actividad sexual, pero no significa que algunos machos no desarrollen atracción por otros machos (Trujillo, 2014).

2.5.4.1 Análisis seminal. Es un estudio detallado de las propiedades macroscópicas y microscópicas del semen. En este análisis se miden parámetros clave como la concentración de espermatozoides, su motilidad, el volumen del semen, su apariencia, color y pH (Cobo, 2024). Además, se examinan características adicionales como la morfología espermática, la presencia de células redondas y leucocitos, y la viscosidad del semen para proporcionar una evaluación completa de la calidad seminal.

La calidad del esperma se ve afectada por varios factores, incluyendo la edad del reproductor, su estado nutricional, la presencia de enfermedades, la temperatura ambiental, la época del año en que se extrae el semen y la frecuencia de este procedimiento (Conde et al., 2017)

En la tabla 5, se presentan algunas características reproductivas de interés durante la selección de los machos reproductores.

Tabla 5

Criterios reproductivos del macho

Criterios Reproductivos	
Escroto	El escroto debe tener una textura suave al tacto, dado que contiene los testículos. Es crucial que esta estructura no muestra alteraciones clínicas, dado que cualquier variación en su temperatura puede afectar su capacidad de regular la temperatura corporal, lo que podría afectar directamente la fertilidad del macho.(Pabón & Pulido, 2021)
Testículos	Mediante palpación, se debe frotar y presionar los dos testículos para evaluar su movimiento y consistencia, así como su forma, tamaño, ubicación y simetría.(Pabón & Pulido, 2021)
Epidídimo	Se evalúa el epidídimo en su totalidad, incluyendo la cabeza, el cuerpo y la cola. Al palpar el cuerpo, debe percibirse como un tubo móvil, mientras que la cola presenta una textura más firme y sin dolor. (Pabón & Pulido, 2021)
Calidad Seminal	<p>Características Microscópicas Concentración espermiática, número de espermatozoides (epz) por ml.</p> <p>Motilidad masal, es el comportamiento de los epz donde 1 es muy pobre y 5 es muy bueno.</p> <p>Morfología, es una evaluación con tinción sobre ellos.</p> <p>Características Macroscópicas Volumen, Se lleva a cabo una medición de manera directa dentro del contenedor de recogida.</p> <p>Color, se visualiza blanco-lechoso a pálido cremoso, si se presentan los tonos rojos en el eyaculado pueden indicar la presencia de sangre, lo que podría sugerir que existe una posible lesión en el pene y pH.</p>

Nota. Adaptado de(Pabón & Pulido, 2021).

2.6 Técnicas de biotecnología reproductiva

2.6.1 Métodos de sincronización.

La sincronización del ciclo estral permite reducir la cantidad de días abiertos en la etapa reproductiva, mejorando índices productivos y reproductivos en los predios. Está dado por la gran variedad de protocolos disponibles para la utilización en estas mejoras (Arya et al., 2023). Una de las formas de sincronización de celos, es el uso de dispositivos intravaginales- (DIV) los cuales se han implementado desde mediados de la década de 1980. Estos dispositivos intravaginales de liberación de progesterona -(P4) han ido sustituyendo a las esponjas intravaginales, además, investigaciones en Brasil y Uruguay indican que la DIV con 300 mg de P4, administrada hasta tres veces, logra índices de celo y ovulación del 80-100% en pequeños rumiantes (Gómez et al., 2021).

Los DIV a base de prostágenos han sido juzgados en algunos casos por la presencia de pequeños residuos dentro del canal vaginal, por lo tanto, se ha establecido una estrategia efectiva para reducir los efectos negativos de estos, que consiste en utilizar protocolos de sincronización cortos con dispositivos, dispositivo de liberación controlada de fármacos, CIDR, combinados con PGF2 α y eCG. Esto mejora la función lútea, estimula el crecimiento de los folículos y la ovulación, y eleva la producción de estrógenos. Como resultado, se obtiene un folículo más viable para la fertilización durante la temporada reproductiva y se reduce el anestro estacional (López et al., 2023).

Todos estas estas estrategias son la base para garantizar un suministro constante y atender la demanda de los consumidores a lo largo de todo el año, es necesario adoptar técnicas de reproducción que permitan una producción fuera de temporada, por lo tanto, se

vuelve prioridad conocer sobre la incidencia del fotoperiodo en la reproducción de la especie (Fleisch et al., 2015).

2.6.1.1 Métodos farmacológicos. Como base para la manipulación y el control del ciclo estral, existen métodos farmacológicos asociados para la expresión de los signos de calor, entre ellos se resaltan los siguientes:

- Prostaglandinas (PGF 2α): Esta es una opción para sincronizar el celo y la ovulación, lo que resulta en la persistencia de los folículos dominantes durante el período reproductivo. La PGF 2α puede presentarse de manera natural o en forma sintética, como cloprostenol, dinoprost y prostaglandina F 2α ., la natural se produce en el endometrio y tiene como función genera el retorno del cuerpo lúteo aproximadamente entre 15 a 20 horas tras su administración (Blacazar, 2019).
- Progestágenos (P4): La progesterona es una hormona esteroide esencial para la reproducción, es producida por los ovarios, las glándulas adrenales y la placenta, así como por el cuerpo lúteo tras la ovulación. Sus roles clave incluyen la activación del instinto maternal, la implantación embrionaria y el mantenimiento del embarazo. Los progestágenos más utilizados, como el FGA y el MPA, han demostrado ser inhibidores efectivos del ciclo estral (Blacazar, 2019).
- Implantes subdérmicos: El Syncro Mate-B (SMB) está compuesto por dos elementos: un progestágeno sintético, el norgestomet, y valerato de estradiol (E2). Estos se administran mediante una inyección y un implante subcutáneo. El implante libera una dosis continua de 6 mg de norgestomet, lo que previene la ovulación mientras esté colocado. En ovejas, puede utilizarse durante un máximo de 12 días sin afectar la

respuesta al celo ni la ovulación. Esto se debe a que, al retirar el implante, los niveles de norgestomet en la sangre disminuyen drásticamente, simulando la caída de progesterona que ocurre durante la regresión del cuerpo lúteo en un ciclo estral natural (González et al., 2021).

2.6.1.2. Métodos naturales. Así mismo, existen métodos naturales para la inducción del ciclo estral en las ovejas, y los cuales están regulados a partir del conocimiento del fotoperiodo, este condiciona el ciclo reproductivo estacional de las ovejas y será clave para regular los niveles productivos en la cadena láctea y cárnica en ciertas épocas del año.

Es por esto que las ovejas y otros animales fotoperiódicos sincronizan su fisiología y comportamiento con las estaciones en función de la duración del día en latitudes septentrionales. La señal fótica es procesada por el núcleo supraquiasmático y transmitida a la glándula pineal, donde controla la secreción de melatonina. Este patrón de secreción circadiana de melatonina actúa como una señal temporal estacional que regula los cambios anuales en la fisiología y comportamiento de estos animales (Wyse et al., 2018).

Dicho patrón opera mediante complicados mecanismos que conectan el sistema visual con las gónadas a través de vías nerviosas y endocrinas (Ramírez et al., 2021). Es por esto que los animales que siguen ciclos estacionales pueden presentar variaciones en la duración de la luz del día para orientar su reproducción estacional y garantizar la supervivencia de su descendencia. Diversas investigaciones han indicado que la mayoría de los mamíferos poseen un sistema altamente preciso para detectar cambios en la duración del día y experimentan alteraciones significativas en su comportamiento en respuesta a incluso pequeñas variaciones en este factor (Nishiwaki & Yoshimura, 2016).

El "efecto macho" es un proceso socio-sexual en la especie ovina, en el cual el macho estimula a la hembra para iniciar su actividad de reproducción. Inicialmente observado mediante la relación que se genera en el momento que el carnero se introduce al rebaño y la temporada de partos, ahora se comprende que dicha acción genera estimulación en la restauración de la secreción de GnRH/LH en los momentos que no se presenta actividad ovárica. Se ha notado que el periodo de tiempo desde que se introduce el carnero hasta el primer aumento en la secreción de LH es breve en las ovejas (Arellano et al., 2010). Los olores producidos por el macho se pueden definir como feromonas cebadoras, siendo una sustancia secretada por el mismo provocando cambio fisiológico en la hembra.(Gelez & Fabre, 2004)y la ovulación dentro de un plazo de 24 a 60 horas después de la introducción del carnero.(Arellano et al., 2010)La presencia de los machos con ovejas en celo (o también llamado "efecto hembra") puede aumentar los niveles de LH en las ovejas y, por ende, la producción de los niveles de testosterona, lo cual favorece la emisión de feromonas y, por consiguiente, aumentar la eficacia del "efecto macho". (Knight et al., 1998). El uso del efecto macho es viable cerca del final del anestro estacional, pero no es eficaz antes ni durante el periodo de actividad sexual (Fernandez, 2001).

2.7 Métodos de inseminación

2.7.1 Inseminación artificial

La IA es un procedimiento que incrementa la eficiencia en la aplicación del semen al colocar la dosis cerca del sitio de fecundación., lo que requiere solo una pequeña cantidad de espermatozoides por hembra inseminada (Guzmán, 2022), durante los últimos años se han implementado diferentes técnicas con diversos niveles de invasibilidad y diferentes tasas de eficiencia.

2.7.1.1 IA transcervical. Es el procedimiento de inseminación después de 48 horas de retirada la esponja o el dispositivo y una administración de eCG, las ovejas sometidas deben ser colocadas en una posición de decúbito dorsal. Posteriormente se procede a limpiar cuidadosamente el área vulvar, seguido se hace la inserción suave de un espéculo lubricado en la vagina. Se manipula el orificio externo del cuello uterino con pinzas, atrayéndola hacia el vestíbulo vaginal, para luego realizar la inseminación mediante la inserción de la pipeta de inseminación (Salvatore et al., 2020).

2.7.1.2 IA laparoscópica. Las ovejas se someten a una inseminación tras realizar un ayuno de al menos 12 horas. Inicialmente se administra una sedación suave y se colocan en la cuna laparoscópica en posición supina (Salvatore et al., 2020). Se preparó el área, donde se retira la lana abdominal en la parte caudal (Stafford et al., 2011) y desinfectando quirúrgicamente. Se identifican los sitios de inserción de trocares y cánulas, se proporciona anestesia local y se insertan los instrumentos. limpios y estériles (Salvatore et al., 2020); (Malmakov et al., 2022) hacia la cavidad peritoneal. Se insufla con CO₂, para separar los órganos y ubicar el tracto reproductivo sobre la bifurcación de los cuernos, donde se deposita el semen fresco, refrigerado o congelado mediante la utilización de un catéter- ASPIC.

3 Materiales y métodos

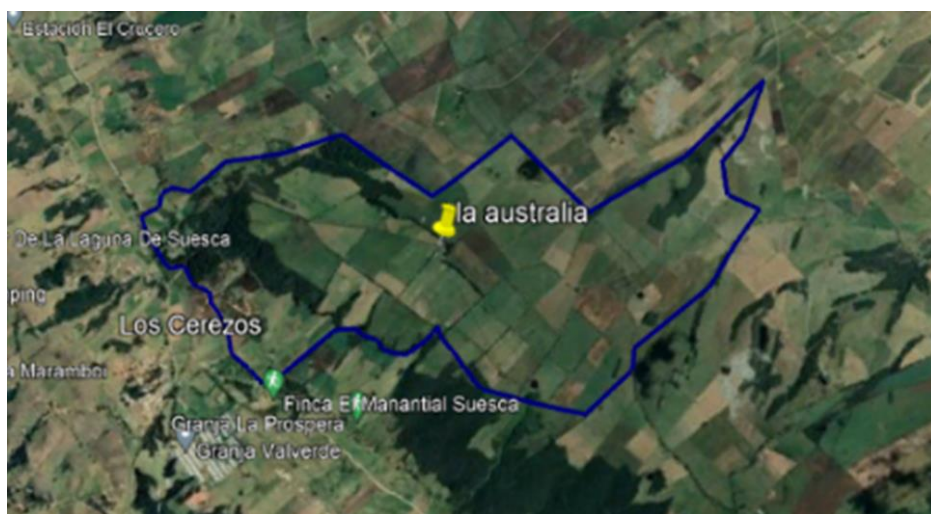
3.1 Ubicación geográfica

El estudio se realizó en el municipio de Suesca - Cundinamarca en la vereda las ovejeras en la Hacienda Agrovina Australia S.A, en el trópico alto colombiano. El área de

estudio se encuentra bajo condiciones ambientales donde la temperatura oscila entre $20\pm 8^{\circ}\text{C}$ y humedad relativa iguales a $72\pm 95\%$ Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2024) y una altitud de 3100 msnm.

Imagen 5

Ubicación geográfica



Nota. Imagen tomada de Google Earth.

3.2 Unidades Experimentales

Se dispuso de 30 hembras ovinas de la raza Ile de France entre 18 y 36 meses de edad, y un peso promedio de $53,7 \pm 9,63$ kg, El estudio se llevó a cabo durante el periodo comprendido entre junio – julio. Todas las hembras fueron previamente diagnosticadas como hembras vacías mediante ecografía transabdominal. Se elaboró un registro de los animales sometidos al estudio con el fin de permitir y facilitar una toma de datos más fácil y precisa. Todos los individuos seleccionados fueron evaluados físicamente mediante la determinación de condición corporal (2,5-3,5) y famacha (1-2). Los individuos fueron distribuidos al azar en dos tratamientos así: tratamiento 1: T1 (n=15) ciclo estral de 17 días + monta natural.

Tratamiento 2: T2 (n=15) protocolo de sincronización largo doce días con dispositivo CIDR+ IA laparoscópica.

En la imagen 6 se muestra la población de la raza Ile de france sometidas en el estudio.

Imagen 6

Unidades experimentales



Nota. Hembras Ile de france sometidas al estudio.

3.3 Desarrollo de la monta natural

Para iniciar el T1 se realizó la selección del macho reproductor teniendo en cuenta, un buen estado de salud, buenas características genéticas y las características seminales. Se introdujo el macho al corral de las hembras realizando un control de detección de celo en el cual las hembras presentaron signos notorios como lo es el enrojecimiento, edematización y reflejo de permanencia.

El comportamiento del carnero fue observado en horas del día en el cual el macho realizo el cortejo y apareamiento esto fue evidenciado mediante signos físicos de celo tales

como: olfateo, frotada de la hembra, reflejo de permanencia y reflejo de flemen antes de intentar montarla, si la hembra era receptiva permitía la monta del macho, en la imagen 7 se muestra el lote de monta natural.

Imagen 7

Monta natural



Nota. Monta natural

3.4 Desarrollo del protocolo de sincronización

Para T2 se realizó un protocolo largo de 12 días con el uso de dispositivos CIDR impregnados de prostagenos 0,3mg, en el día cero (0) se hizo el proceso de desinfección de la zona vulvar para así poder introducir el dispositivo con ayuda de un aplicador, el día 12 se retiró dicho dispositivo y se utilizó la hormona inyectable gonadotropina coriónica equina (eGC) a 300 UI o 1.5 mL/ animal vía intramuscular- IM, el día 13 del protocolo se inicio con la observación de signos de celo, mediante el uso del macho recelador (vasectomizado), se observa signos de celo físicos como lo es la edematización y el enrojecimiento y como signo físico la edematización de cuernos (derecho o izquierdo) observado en laparoscopia. El

carnero fue introducido al lote por periodos de dos horas para evitar el desgaste, cada una de las montas registradas fueron anotadas con su hora, las hembras montadas fueron retiradas del corral.

En la imagen 8 se muestra el protocolo de sincronización aplicado en el estudio.

Imagen 8

Protocolo de sincronización de celo.



Nota. Protocolo de sincronización utilizado en el estudio.

3.5 Evaluación seminal

Con el objetivo de garantizar la calidad y eficacia del estudio, los carneros seleccionados fueron sometidos a un análisis seminal previo. Este análisis evaluó parámetros clave como motilidad progresiva, vitalidad, morfología y motilidad, asegurando que cumplieran con los estándares mínimos de calidad y las características óptimas necesarias para el estudio. Se incluyeron los machos que presentaban como requisito las siguientes características, tabla 6 se muestra el análisis seminal utilizado en pajillas.

Tabla 6*Análisis seminal machos reproductores Ile de France*

Análisis precongelación	Valor
Motilidad progresiva	>80%
Vitalidad	>80%
Morfología	>90%
Análisis postcongelación	
Motilidad	>30%

Nota. Análisis seminal.

3.6 Proceso de IA laparoscópica

Los animales fueron sometidos a un ayuno de 24 horas para minimizar los riesgos de complicaciones respiratorias durante la anestesia; fueron pesados mediante báscula digital Weighing Indicator TEK® (Kg), el peso fue determinante para la dosificación de la anestesia usando Xilacina al 2% de la casa comercial Erma®. Las hembras fueron puestas en una camilla en posición decúbito dorsal. Se preparó el campo quirúrgico, se lavó y desinfectó con solución de yodo al 1%, se realizó depilación por encima de la zona de la ubre. Se procedió a aplicar la anestesia local, seguidamente se realizaron dos incisiones en el abdomen para introducir el laparoscopio y en la segunda incisión se puso dióxido de carbono (CO₂). Se localizó el cuerno uterino edematizado, se realizó punción y se hizo la deposición del semen con uso de la pistola de inseminación con un volumen 0.25 ml. Terminado el procedimiento se retiró el exceso de aire, y se realizó una sutura de coaptación y se aplicó crema cicatrizante

Alfa3®, el post operatorio se mantuvo bajo observación hasta que se recuperen de la anestesia, en la imagen 9 se muestra el proceso de IA laparoscopia.

Imagen 9

Inseminación Laparoscópica



Nota. IA laparoscopia.

3.7 Análisis estadístico

Se realizó un análisis estadístico descriptivo de cada una de las variables estudiadas, todos los datos obtenidos en el estudio, fueron tabulados a través del paquete estadístico Excel 2021®. Se realizó un análisis de frecuencias para determinar el porcentaje % de expresión de cada uno de los signos evaluados.

4. Resultados y discusión

Objetivo 1.

Evaluar los signos físicos asociados al momento de celo en ovejas Ile de France manejadas bajo dos modelos reproductivos en condiciones de sabana.

Para determinar los signos de celo en las hembras del tratamiento 1 se realizaron chequeos continuos, para determinar algún grado de edematización vulvar, asociado al tamaño de la vulva, dado que este es uno de los signos más comunes, y notables en hembras que en la fase del estro. El enrojecimiento de la vulva fue otro signo de celo notorio, al visualizar sobre esta una estructura prominente y un color más intenso, entre rosado y rojizo, dado el aumento del flujo sanguíneo en la zona y a la liberación de las hormonas sexuales. El reflejo de permanecía fue el último signo de celo evaluado evidenciado mediante la posición de lordosis en la hembra, como el momento óptimo para la monta natural o la inseminación artificial, en la tabla 7 se muestran los diferentes signos de celos presentados en las hembras.

Tabla 7

Signos de celo bajo monta natural

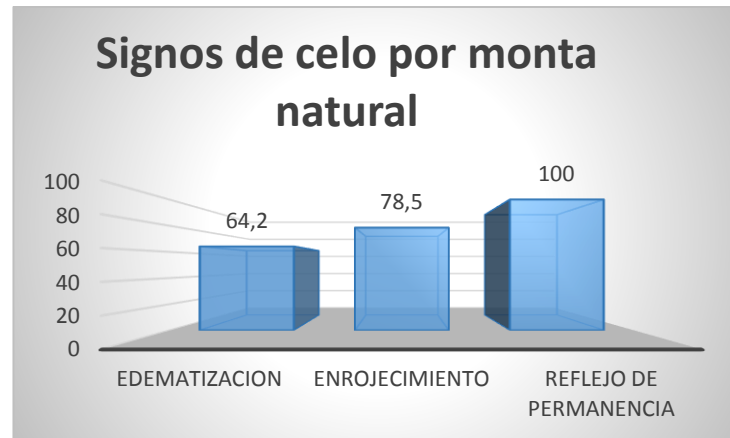
Id de la hembra	Signos de celo Monta natural		
	Edematización	Enrojecimiento	Reflejo de permanencia
G-204	+	+	+
G-130	+	-	+
G-93	+	+	+
8015	+	+	+
21	+	+	+
466	-	+	+
505	-	+	+
30	-	+	+
47	+	+	+
G-66	+	+	+
1-134	+	-	+
G-842	+	+	+
8061	-	+	+
G-210	-	-	+

Nota. En la tabla se muestran los signos de celo presentados por cada una de las hembras del estudio con manejo reproductivo de monta natural.

En el grafico 1 se muestra el porcentaje % de hembras que presento cada uno de los signos de celo.

Gráfica 1

Signos de celo bajo monta natural



Nota. Signos de celo por monta natural.

El método de reproducción de monta natural fue efectivo en estimular el celo en las hembras, el hecho de que el 100% de las hembras mostraran por lo menos uno de los signos de celo sugiere que las hembras presentan ciclicidad constante, el celo está relacionado con la temporada reproductiva, en los meses más cálidos del año. Esto permite que las crías nazcan durante un período de mayor disponibilidad de alimentos y condiciones climáticas favorables.

En este caso, es posible que las hembras estuvieran en su período reproductivo durante junio y julio, lo que explica la presencia de signos de celo como la edematización vulvar, el enrojecimiento y el reflejo de permanencia, los signos de celo se tienen en cuenta a las 24 horas de terminado el protocolo, no obstante, dice (Loza, 2020) que la mayoría de las hembras corriedale, presentaron celo entre 24 y 36 horas.

Para el lote de hembras sometidas al T1, se registraron los signos de calor a partir del día 13 de iniciado el protocolo de sincronización, en la tabla 8 se muestran los diferentes signos de celo que presentan las hembras frente al protocolo con dispositivo CIDR.

Tabla 8

Signos de celo con dispositivo CIDR.

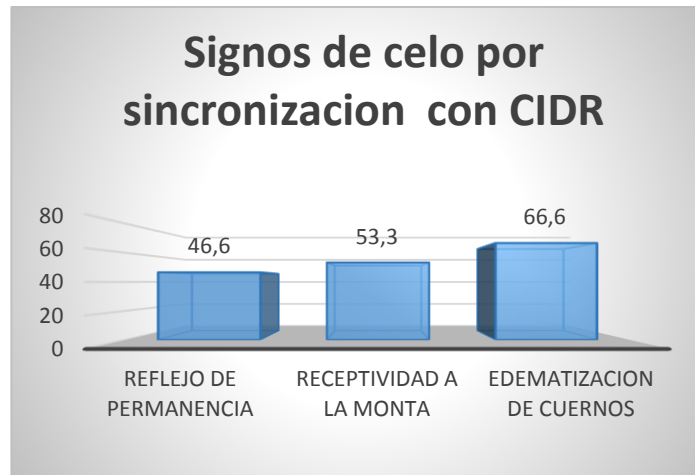
Id de la hembra	Signos de celo Laparoscopia			
	Reflejo de permanencia	Receptividad a la monta	Edematización de cuerno D/I	
144	+	-	+	-
8052	-	-	-	-
9058	+	-	+	-
8034	-	+	+	-
23	-	-	-	-
8030	+	+	-	+
8456	-	-	-	-
32	+	+	-	-
1-263	-	+	+	-
15	+	+	+	-
7022	+	-	+	-
G-189	-	+	-	+
456	-	+	+	-
19	+	+	+	-
k1-138	-	-	-	-

Nota. En la tabla se muestran los signos de celo presentados por cada una de las hembras del estudio con manejo reproductivo bajo protocolo de sincronización para inseminación artificial por laparoscopia.

En la gráfica 2 se muestra cada uno de los signos de celo con su respectiva %.

Gráfica 2

Signos de celo bajo dispositivo CIDR



Nota. Signos de celo con dispositivo CIDR

Los resultados del estudio revelaron que el signo de edematización de cuernos fue el indicador más frecuente de celo, observado en el 66,6% de las hembras estudiadas. por otro lado, la receptividad a la monta presenta un valor de 53,3%, mientras que el reflejo de permanencia fue el signo menos común, con una incidencia del 46,6%. Estos hallazgos sugieren que la edematización de cuernos, es el indicador más confiable de celo en esta población. Los porcentajes de presencia de signos de celo obtenidos 73,3% en este estudio fueron bajos en comparación con lo reportado por (Gómez et al., 2021), quienes indicaron una efectividad del 80-100% en la manifestación de celo al utilizar dispositivos CIDR a base de progestágenos en hembras de la raza Texel. Por lo tanto, se observan que los valores obtenidos se encuentran inferiores a los reportados.

Objetivo 2

Determinar la eficiencia reproductiva de dos modelos de reproducción en hembras Ile de france puras manejadas bajo condiciones de trópico alto.

En la tabla 9 se muestran los resultados de fertilidad obtenidos para monta natural

Tabla 9

Preñez bajo monta natural

Monta natural		
Hembras seleccionadas	Hembras que presentaron celo	DX
G-204	⊕	⊕
G-130	⊕	⊖
G-93	⊕	⊕
8015	⊕	⊕
21	⊕	⊕
466	⊕	⊖
G-130	⊕	⊖
505	⊕	⊖
30	⊕	⊖
47	⊕	⊕
G-66	⊕	⊕
1-134	⊕	⊖
G-842	⊕	⊕
8061	⊕	⊖

Nota. Diagnóstico de preñez en monta natural.

Se tiene en cuenta que para determinar la eficacia del modelo de reproducción monta se observa el total de unidades experimentales, el total de ellos que entraron en celo y el total que quedaron preñadas

Entonces, como resultado de nuestro chequeo se dice que de las 15 unidades experimentales solo 7 quedaron preñadas esto fue determinado por medio de una ecografía transabdominal realizada un mes después de acabar con el protocolo realizado.

El promedio de las hembras preñadas se realizó teniendo en cuenta el grafico 3 entonces, se dice que el porcentaje de hembras que quedaron preñadas es de 47%, esto indica que el protocolo fue capaz de lograr una tasa de preñez razonable, no obstante, se encontró que (Chamorro & Diaz, 2008) obtuvieron un valor más alto para la monta natural logrando una fertilidad del 70%.

En la gráfica 3 se muestra el diagnóstico de preñez obtenido bajo monta natural.

Gráfica 3

Diagnóstico de preñez con monta natural

























Nota. Diagnóstico de preñez bajo monta natural.

En la tabla 10 se presentan resultados de fertilidad por IA laparoscópica.

Tabla 10

Preñez por (IA)

Inseminación artificial Laparoscopia		
Hembras seleccionadas	Hembras que presentaron celo	DX
144	⊕	⊖
8052	⊖	⊖

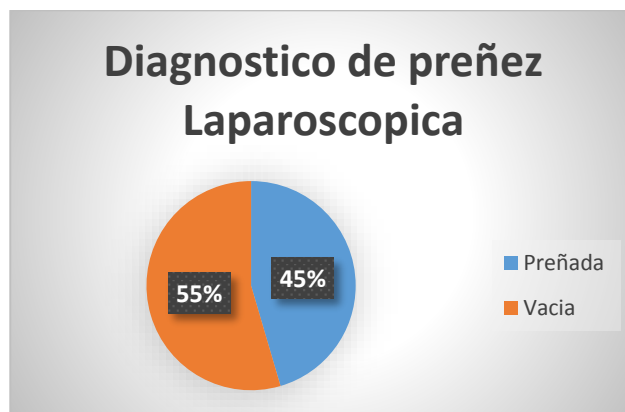
Inseminación artificial Laparoscopia		
Hembras seleccionadas	Hembras que presentaron celo	DX
8034		
23		
8456		
1-138		
32		
1-263		
15		
7022		
G-189		
456		
19		

Nota. Diagnóstico de preñez por inseminación laparoscópica.

En la gráfica 4 se muestra el % de fertilidad obtenido en la IA

Gráfica 4

Diagnóstico de preñez con IA laparoscópica



Nota. Diagnóstico de preñez mediante IA.

En el estudio, la tasa de preñez mediante inseminación laparoscópica fue del 45%, con 5 individuos diagnosticados con gestación positiva y 10 con diagnóstico negativo, lo que representa el 55%. Al comparar con los individuos sometidos a monta natural, donde se obtuvo un 47% de diagnósticos positivos, se evidencian diferencias significativas en el porcentaje de fertilidad. Estos resultados contrastan con los reportados por (Barrena, 2024), quien registró un 55% de efectividad en la fertilidad de hembras mestizas inseminadas por laparoscopia.

5. Conclusiones

En las hembras sometidas al protocolo de sincronización con dispositivo intravaginal (CIDR), se observó que el 26,7% de los individuos no presentó signos físicos de celo, lo que sugiere una efectividad del 73,3%. En contraste, las hembras bajo monta natural mostraron un 100% de manifestación de los signos de celo evaluados, evidenciando una respuesta completamente positiva en este grupo.

Observando los resultados se concluye que los dos procedimientos de reproducción muestran un desempeño similar en términos de fertilidad, no obstante también va a predominar un mayor porcentaje para monta natural siendo 47% .

La inseminación artificial en ovinos ofrece varias ventajas frente a la monta natural. Entre ellas, resalta la habilidad para mantener un mejor estado sanitario del rebaño, optimizar el rendimiento del macho reproductor al incrementar el número de hembras inseminadas, programar los partos en épocas de abundancia de forraje, y alcanzar un control reproductivo más eficiente del rebaño.

6. Recomendaciones

Este trabajo da como recomendaciones para un próximo estudio, aumentar la población de estudio sometidas a los procesos reproductivos.

Evaluar mayor cantidad de signos físicos de celo posibles, para obtener mayor cantidad de datos y poder estudiar mayores informaciones del comportamiento de los mismos.

Comparar la respuesta reproductiva con otros biotipos raciales que lleven mayor tiempo de adaptación a la zona de condiciones de sabana.

Incluir el efecto macho entre los procesos reproductivos y el uso de semen fresco en futuros estudios.

Referencias bibliográficas

- Almeida. (2015). Panorama geral da ovinocultura no mundo e no Brasil.
<https://www.researchgate.net/publication/228460370>
- Alvarado. (2016). Niveles de progesterona durante la reactivación ovárica posparto, ciclo estral y preñez temprana, en cuatro tipos raciales ovinos bajo condiciones del trópico alto colombiano.
- Arellano, Hernandez, Cortez, Morales, & Gallegos. (2010). “Efecto Macho” en el manejo reproductivo de la oveja.
- Arya, Goswami, & Sharma. (2023). Estrous synchronization in cattle, sheep and goat. In *Multidisciplinary Reviews* (Vol. 6, Issue 1). Malque Publishing.
<https://doi.org/10.31893/multirev.2023001>
- Balcazar, & Porras. (2013). Manejo reproductivo de ovinos y caprinos.
- Baracaldo, Torres, & Grajales. (2022). Behaviour of the population structure and performance indicators in sheep production systems in Colombia. *Revista MVZ Cordoba*, 27. <https://doi.org/10.21897/rmvz.2575>
- Barrena. (2024). Eficiencia reproductiva de la inseminación laparoscópica con depósito de semen en uno o ambos cuernos de ovejas mestizas.
- Blacazar. (2019). Sincronización e Inducción de Celos.
- Castillo, & González. (2006). Monografía sobre ganado ovino-caprino.
- Cedeño, Jimenez, Reinos, & Alarcón. (2017). Taxonomía de Ovinos & Caprinos.

- Chamorro, & Diaz. (2008). Evaluación de fertilidad comparando la inseminación artificial a tiempo fijo y la monta natural en universidad de nariño facultad de ciencias pecuarias programa de medicina veterinaria pasto-colombia 2008.
- Cobo. (2024). Evaluación de la calidad seminal de dos razas ovina (*Ovis orientalis aries*), con la adición de minerales, en la ganadería de la Facultad de Ciencias Agropecuaria de la Universidad Técnica de Babahoyo.
- Conde, Rivera, Bàez, & Grajales. (2017). IV semana internacional y xii semana de ciencia, tecnología e innovación.
- Costa, A. L. B. da, Freitas, T. C. de, Debortli, E. de C., Sbardelotto, E. M., & Lemes, J. S. (2022). Análise de desempenho de ovelhas e cordeiros Ile de France. *Research, Society and Development*, 11(3), e17411326363. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i3.26363>
- Elkareem, Khormi, Mohamed, Ali, & Hassan. (2024). Histological, immunohistochemical and serological investigations of the ovary during follicular phase of estrous cycle in Saidi sheep. *BMC Veterinary Research*, 20(1). <https://doi.org/10.1186/s12917-024-03933-z>
- FAO. (2009). El estado de la comida y la agricultura. www.onlinedoctranslator.com
- FAO. (2015). Global Distribution of Sheep. <https://www.fao.org/livestock-systems/global-distributions/sheeps/es/>
- FEDEANCO. (2024). Razas ovinas. <https://fedeanco.org.co/ovinos-2/>
- Fernandez. (2001). Manejo de la reproducción el ganado ovino.
- Fleisch, Bollwein, Piechotta, & Janett. (2015). Reproductive performance of Lacaune dairy sheep exposed to artificial long days followed by natural photoperiod

without and with additional progestagen treatment during the nonbreeding season. *Theriogenology*, 83(3), 320–325.

<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2014.06.031>

Fonseca, Contreras, & Vega. (2014). Determination of the ability of sheep farms to implement a quality management system boyacá (colombia) determinação da capacidade da fazendas de ovelhas para implementar um sistema de gestão da qualidade boyacá (colômbia). In *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* (Vol. 12, Issue 1). Enero-Junio.

Gelez, & Fabre. (2004). The “male effect” in sheep and goats: A review of the respective roles of the two olfactory systems. *Hormones and Behavior*, 46(3), 257–271.
<https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2004.05.002>

Gomez, Soto, Migliorisi, Mestorino, & Sota. (2021). Perfil sérico hormonal de un dispositivo intravaginal liberador de progesterona en ovejas.
www.vet.unne.edu.ar

González, Vàsquez, & Lucero. (2021). Fisiología de la reproducción y productividad en pequeños rumiantes.

Guzmán. (2022). Evaluación técnica del programa de inseminación intrauterina por laparoscopia en ovinos bajo condiciones de trópico alto en la Unidad Agroambiental el Tíbar. <http://www.fundacionfedna.org/forrajes/ensilado-de-maiz>

Hinojosa, Andia, Lunazco, Núñez, Ruíz, Farfán, & Valladolid. (2019). Mirada retrospectiva a la inseminación artificial en ovinos. *Puriq*, 1(01), 83–90.
<https://doi.org/10.37073/puriq.1.01.14>

- ICA. (2022). Distribución poblacional ovina en Colombia del año 2022.
<https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/epidemiologia-veterinaria/censos-2016/censo-2018#:~:text=La%20poblaci%C3%B3n%20de%20ovinos%20en%20Colombia%20totaliza%201.805.877%20animales,estos%2010%20departamentos%20el%2089.0%25>
- ICA. (2023). Distribución poblacional ovina en Colombia del año 2023.
<https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/epidemiologia-veterinaria/censos-2016/censo-2018#:~:text=Los%20ovinos%20en%20el%20pa%C3%ADs,de%20ovinos%20en%20el%20pa%C3%ADs.>
- ICA. (2024). censo ovino en colombia.
<https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/epidemiologia-veterinaria/censos-2016/censo-2018.aspx#:~:text=La%20poblaci%C3%B3n%20de%20ovinos%20en,%2C7%25%2C%20son%20machos.>
- IDEAM. (2024). Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
<https://www.ideam.gov.co/>
- Knight, Ridland, & Litherland. (1998). Effect of prior ram-ewe contact on the ability of rams to stimulate early oestrus.
- Lopez. (2022). Ciclo estral en la oveja.
- López, Sánchez, Cordero, Figueroa, Martínez, & Salinas. (2023). Estrus synchronization in ewes with a six-day protocol using new, second-use, third-

- use and fourth-use CIDR devices. *Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias*, 14(3), 610–621. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v14i3.6309>
- Loza. (2020). Evaluación de dos protocolos de sincronización de celo en la inseminación artificial en ovinos (*ovis aries*), con semen fresco y congelado en la estación experimental de patacamaya.
- Malmakov, Ptacek, Savvulidi, & Stadnik. (2022). Optimal time for laparoscopic intrauterine insemination performed on ewes detected in natural heat. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 29(10). <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2022.103416>
- Mazinani, & Rude. (2020). Population, world production and quality of sheep and goat products. *American Journal of Animal and Veterinary Sciences*, 15(4), 291–299. <https://doi.org/10.3844/ajavsp.2020.291.299>
- MINAGRICULTURA. (2018). Bullets ovino-caprino.
- ministerio de agricultura, pesca y alimentacion. (2024). Raza ovina Ile de France. <https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/zootecnia/razas-ganaderas/razas/catalogo-razas/ovino/ile-de-france/default.aspx>
- Morales, & Flórez. (2016). Implementación de herramientas de vigilancia y prospectiva tecnológica para la definición de estrategias en biotecnología y biodiversidad para el sector agropecuario en colombia. <https://www.researchgate.net/publication/311261851>
- Muñoz. (2001). Reproducción de ovinos: conceptos básicos, manejo y biotecnología.

- Nishiwaki, & Yoshimura. (2016). Molecular basis for regulating seasonal reproduction in vertebrates. In *Journal of Endocrinology* (Vol. 229, Issue 3, pp. R117–R127). BioScientifica Ltd. <https://doi.org/10.1530/JOE-16-0066>
- Pabón, & Pulido. (2021). Circunferencia escrotal como criterio de selección para carneros de reemplazo. *Pensamiento y Acción*, 31, 52–73. <https://doi.org/10.19053/01201190.n31.2021.12583>
- Peña, & Alcalde. (2007). Las razas ovinas integradas en andalucía: merino precoz francés, ille de france, fleischscaff, landschaff y lacaune.
- Ramírez, Delgado, Cruz, Herrera, & Gallegos. (2021). Photoperiod and its relationship to sheep reproduction. <https://doi.org/10.32854/agrop>
- Salvatore, Falchi, Ledda, Pivato, Melosu, Bogliolo, Ariu, & Zedda. (2020). Reproductive performance following transcervical insemination with frozen thawed semen in ewes submitted to surgical incision of cervical folds (SICF): Comparison with laparoscopic artificial insemination. *Animals*, 10(1). <https://doi.org/10.3390/ani10010108>
- Stafford, Chambers, Sylvester, Kenyon, Morris, Lizarraga, & De Nicolo. (2011). Stress caused by laparoscopy in sheep and its alleviation. *New Zealand Veterinary Journal*, 54(3), 109–113. <https://doi.org/10.1080/00480169.2006.36621>
- Trujillo, A. O. (2014). La conducta sexual del carnero. Revisión Ram's sexual behavior. Review.
- UNAM. (2021). Fisiología reproductiva de la oveja. <https://reproduccionanimalesdomesticos.fmvz.unam.mx/libro/capitulo15/fisiologia-reproductiva-de-la-oveja.html>

- Urete, & Porras. (2013). Comparación de dos tratamientos a base de progestágenos para la sincronización de celos ovinos.
- Vivas, Vincenzo, Muñoz, Bustamante, & Álvarez. (2020). Diversidad genética de ovinos criollos colombianos. *Revista MVZ Cordoba*, 25(3).
<https://doi.org/10.21897/RMVZ.2185>
- Wyse, Zhang, McLaughlin, Biello, Hough, Bellingham, Curtis, Robinson, & Evans. (2018). Circadian rhythms of melatonin and behaviour in juvenile sheep in field conditions: Effects of photoperiod, environment and weaning. *Physiology and Behavior*, 194, 362–370. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2018.06.001>