

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES
SEDE CENTRAL MANAGUA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
LICENCIATURA EN MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



MONOGRAFÍA

Para Optar al Título de Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia

Tasa de preñez en ovejas Dorper inseminadas mediante la técnica intrauterina por laparoscopia con semen congelado. Finca Dorper Mafia. Costa Rica, 2023.

Sustentantes

Br. Rodolfo Cubero Cervantes

Br. Elberth A. Mora Ruiz

Asesor

Lic. José Miguel Lara Lazo M.V.

Managua, Nicaragua,
Abril, 2024

DEDICATORIA

A Dios, por la salud, sabiduría, capacidad y perseverancia otorgada para poder cumplir los sueños, por acompañarme en este proceso y permitir este logro. A mis padres, *Edwin Mora y Etilma Ruiz*, por el apoyo incondicional, por la motivación, las oraciones y los sacrificios que me alentaron a seguir adelante.

A mis hermanos, *Dennia y Jairo* por el apoyo durante este proceso. A mis sobrinas, *Fiorella y Jimena*.

A mis amigos, *Juan Pablo Camacho, Ricardo Rojas y Ronald Rivas*, por estar siempre presente en este camino y porque confiaron en mí. A mis compañeros de Universidad, *Luis Miguel Guerrero y Rodolfo Cubero*, por el acompañamiento durante este viaje que con mucho esfuerzo y perseverancia estamos culminando juntos.

A todos mis amigos y compañeros, por el apoyo y la confianza que demostraron durante la carrera. A todas aquellas personas, que lograron calmar mis momentos de angustia cuando estuve fuera de casa.

Elberth Alberto Mora Ruiz

A Dios, por permitir culminar esta etapa en mi vida, por darme la fortaleza y capacidad para terminar mi objetivo. A mi madrecita santa *Daisy Yetty Cervantes*, este título es mas de ella que mío, por ser mi pilar y apoyo incondicional.

A mis hermanos, *Yorle, Indi, Heiner y Blito*, por su apoyo y confianza en todo momento. A mis sobrinos, *Santi, Sara, Saul, Andrés, Aby y Nico* con mucho cariño.

A *George y Stef*, por sus palabras de constante apoyo en momentos difíciles y al *Dr. Juan Carlos Fallas Muñoz*, por ser un padre en este proceso.

A mis amigos, *Bryan González, Ana López, Gaby Ulloa, Elberth Mora, Esteban Corrales, Sabrina Ramirez, Ile Romero, Cristian Luna, Alfredo Ruiz, Carlos Toruño, Neuyib Eslaquit, Ali Rojas* y a muchos otros, por ser un soporte importante fuera de mi país y hacerme sentir como en casa.

Rodolfo Cubero Cervantes

AGRADECIMIENTO

A la *Universidad de Ciencias Comerciales*, por abrir sus puertas y así poder culminar nuestro objetivo.

A nuestro amigo *Esteban Zamora*, propietario de Dorper Mafia, por permitirnos

A todos los profesores, especialmente a los que brindaron su conocimiento de manera desinteresada, permitiendo hacer más grande la ilusión de culminar este proceso académico.

Elberth Alberto Mora Ruiz

Rodolfo Cubero Cervantes

INDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINAS
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
INDICE DE CONTENIDO.....	iii
INDICE DE TABLAS	vii
INDICE DE FIGURAS	viii
INDICE DE ANEXOS	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS.....	3
Objetivo General.....	3
Objetivos Específicos	3
III. MARCO DE REFERENCIA.....	4
3.1 Generalidades	4
3.1.1 Situación global de la producción ovina	4
3.1.2 Producción ovina en Costa Rica	4
3.2 El ganado ovino.....	5
3.3 Razas de ovejas en Costa Rica	6
3.3.1 Oveja Dorper.....	6
3.4 Anatomía y Fisiología del aparato reproductor de la hembra ovina	7
3.4.1 Ovarios	7
3.4.2 Oviductos	7

3.4.3 Útero	7
3.4.5 Vagina.....	8
3.5 Fisiología reproductiva de la hembra ovina.....	8
3.5.1 Ciclo estral	9
3.5.2 Sistema neurológico y endocrino del ciclo estral	9
3.5.3 Fases del ciclo estral.....	9
3.6 Inseminación artificial en ovinos	10
3.6.1 Técnica de inseminación vaginal.....	11
3.6.2 Técnica de inseminación cervical.....	11
3.6.3 Técnica de inseminación intrauterina	11
3.6.4 Inseminación artificial con semen fresco	12
3.6.5 Inseminación artificial con semen congelado	12
3.7 Sincronización del estro en ovinos.....	13
3.7.1 Métodos farmacológicos para inducir el estro	13
3.8 Diagnóstico de gestación en ovejas.....	13
3.9 Factores que dificultan la tasa de preñez por inseminación artificial	14
IV. HIPÓTESIS	15
4.2. Hipótesis afirmativa (Hi).....	15
4.3. Hipótesis nula (Ho)	15
MATERIALES Y MÉTODOS	16
4.1. Ubicación del área de estudio.....	16
4.2. Diseño metodológico	17
4.2.1. Tipo de investigación.....	17
4.2.2. Criterios de inclusión y de exclusión.....	17
4.2.3. Fase experimental.....	17

4.3 Variables a evaluar	21
4.4 Recolección de datos	23
4.5 Análisis de datos	23
4.6 Materiales y Equipos	24
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
5.1 Tasa de preñez en ovejas inseminadas con semen congelado mediante la técnica intrauterina por laparoscopia.	25
5.2. Eficacia de la técnica de inseminación intrauterina por laparoscopia con semen congelado	26
5.3 Posibles factores que dificultan la tasa de preñez	27
VI. CONCLUSIONES	30
VII. RECOMENDACIONES.....	31
VIII REFERENCIAS	32
IX. ANEXOS.....	37

INDICE DE TABLAS

TABLAS	PÁGINAS
Tabla 1. Operacionalización de las variables	22
Tabla 2. Materiales y Equipos	24

INDICE DE FIGURAS

FIGURAS	PÁGINAS
Figura 1. Mapa Sardinal, Acapulco, Provincia de Puntarenas	16
Figura 2. Distribución porcentual del estado de preñez de las hembras ovinas mediante la técnica intrauterina por laparoscopia utilizando semen congelado	25

INDICE DE ANEXOS

ANEXOS	PÁGINAS
anexo a. Sedación con xilacina por vía intramuscular	37
anexo b. Rasurado de la zona para la inseminación artificial	38
anexo c. Desinfección de la zona para la inseminación artificial.	39
anexo d. Ubicación del sitio quirúrgico	40
anexo e. Proceso de insuflación de aire y tanque de CO ₂	41
anexo f. Inserción del trocar de 3mm, extracción y descongelación de la pajilla de semen.	42
anexo g. Preparación de la pajilla de semen y valoración microscópica	43
anexo h. Ubicación de los cuernos uterinos e inseminación artificial	44
anexo i. Sutura y antisepsia en cada herida	45
anexo j. Ficha Técnica	46

RESUMEN

El presente estudio se llevó a cabo en la “Finca Dorper Mafia” ubicada en la Villa de Sardinal, Puntarenas, Costa Rica. Caracterizándose como un estudio experimental, transversal con enfoque cuantitativo; donde se seleccionó 23 hembras ovinas que cumplieron con los siguientes criterios de inclusión: raza Dorper con edades entre 2 y 10 años; con al menos un parto y descanso entre partos; con una condición corporal (CC) entre 2,5 y 4; participando finalmente en este estudio un total de 20 ovejas porque se excluyeron durante el desarrollo de la técnica 2 ovejas por no responder al tratamiento aplicado en la sincronización del estro (SE) y 1 oveja por presentar adherencias peritoneales. La tasa de preñez obtenida fue del 45%, esto indicó que del total de ovejas inseminadas (n=20), 9 quedaron preñadas, resultando una eficacia del 64,3%. Con respecto al análisis de los factores que afectaron los resultados: desarrollo de la técnica, habilidad del técnico, esquema hormonal utilizado durante la SE y la raza de la hembra ovina, fue limitado porque estos estuvieron fuera del control de los investigadores de este trabajo. Mientras que, el análisis de los factores edad ($\rho=-0,1364$; $p=0,5638$), CC ($\chi^2= 0,640$; $p=0,4231$) y número de partos previos con el estado de preñez ($\rho=-0,0284$; $p=0,9064$) no tuvieron una correlación estadísticamente significativa, resultados que permitieron concluir que estos factores no afectaron la eficacia de la técnica implementada; sin embargo, se infiere que el factor meteorológico y en específico el fotoperiodo de los días de invierno en el que se desarrolló esta investigación pudiera ser el factor de mayor influencia al considerar la fisiología reproductiva de las hembras ovinas.

Palabras clave: Inseminación artificial, laparoscopia, semen congelado, ovejas, Dorper.

ABSTRACT

The present study was carried out at the “Finca Dorper Mafia” located in Villa de Sardinal, Puntarenas, Costa Rica. Characterized as an experimental, cross-sectional study with a quantitative approach, where 23 female sheep were selected that met the following inclusion criteria: Dorper breed aged between 2 and 10 years, with at least one calving and rest between calvings, with a body condition (BC) between 2.5 and 4. A total of 20 sheep finally participated in this study because 2 sheep were excluded during the development of the technique for not responding to the treatment applied at the synchronization of estrus (SE) and 1 sheep for presenting peritoneal adhesions. The pregnancy rate obtained was 45%, this indicated that of the total number of inseminated ewes (n=20), 9 became pregnant, resulting in an efficiency of 64.3%. Regarding the analysis of the factors that affected the results: development of the technique, skill of the technician, hormonal scheme used during the SE and the breed of the female sheep, it was limited because these were outside the control of the researchers of this work. While, the analysis of the factors age ($\rho=-0.1364$; $p=0.5638$), WC ($\chi^2= 0.640$; $p=0.4231$) and number of previous births with pregnancy status ($\rho=- 0.0284$; $p=0.9064$) did not have a statistically significant correlation, results that allowed us to conclude that these factors did not affect the effectiveness of the implemented technique; However, it is inferred that the meteorological factor and specifically the photoperiod of winter days in which this research was carried out could be the most influential factor when considering the reproductive physiology of female sheep.

Keywords: Artificial insemination, laparoscopy, frozen semen, sheep, Dorper.

I. INTRODUCCIÓN

El interés en cuanto al uso de la Inseminación Artificial (IA) en ovinos, según lo publicado por Hinojosa *et al.* (2019), surge desde la década de los 90 con el fin de mejorar los sistemas de explotación, así como la genética de la especie. Por lo que, la IA ha logrado alcanzar cambios significativos en la producción ovina en el contexto mundial sirviendo como herramienta fundamental para el mejoramiento genético en ovejas (Sathe, 2018).

La IA es un método de reproducción asistida que consiste en la aplicación de una dosis de semen en el aparato reproductor femenino que se combina con otras técnicas, tales como la inducción de la ovulación y la sincronización del estro (SE), con el fin de mejorar las características productivas (Gibbons *et al.*, 2019).

Se han descrito diferentes tipos de técnicas de IA, de acuerdo con el lugar elegido para la deposición del semen, siendo estas: vaginal, cervical o intrauterina, y según el punto de acceso se diferencian en transcervicales y laparoscópicas (Alvares *et al.*, 2015).

La inseminación artificial laparoscópica (IAL) es una técnica avanzada de reproducción asistida que ayuda a superar las barreras físicas del tracto reproductivo caudal en ovejas y permite un depósito intrauterino más profundo de semen; por lo que cuenta con tasas de preñez altas (60-80%), comparado con las obtenidas por los métodos vaginales y transcervicales respectivamente (Sathe, 2018).

Además, con la IAL es posible utilizar concentraciones más bajas de espermatozoides vivos por inseminación, aproximadamente entre 20 y 25 millones, en comparación con las dosis más altas requeridas por vía vaginal (400 millones) y transcervical (100 a 200 millones) (Cseh *et al.*, 2012).

En cuanto al uso de semen congelado, se ha descrito que ha tenido un gran impacto en el mejoramiento genético a nivel mundial, ya que permite preservar el material genético de razas en riesgo de extinción y preservar la variabilidad genética de razas sometidas a un proceso continuo de mejora de sus características productivas. Además, mediante la congelación del semen se evita el costoso transporte de los machos; mientras que, disminuye el estrés animal, el riesgo físico y sanitario (Gibbons *et al.*, 2019).

A pesar de las ventajas descritas sobre la técnica IAL y del semen congelado, se ha mencionado limitaciones por el alto costo del equipo y por la experiencia que se requiere para realizar el procedimiento de manera segura (Sathe, 2018). Así como también, puede desencadenar complicaciones en las hembras ovinas como consecuencia de una preparación inadecuada, mala técnica o falla del equipo. Por lo tanto, investigadores sugieren una planificación minuciosa para llevar a cabo el procedimiento de forma segura y con tasas de éxito consistentes (Sathe, 2018; Gibbons *et al.*, 2019; Hinojosa *et al.*, 2019).

Ante lo expuesto, surge la iniciativa de realizar un estudio de tipo experimental, transversal, con enfoque cuantitativo que permita evaluar la tasa de preñez en Ovejas Dorper mediante la técnica intrauterina por laparoscopia con semen congelado en la Finca Dorper Mafia ubicada en el poblado de Sardinal de la provincia de Puntarenas, Costa Rica; con el propósito de suministrar información a la comunidad científica que permita mejorar el manejo reproductivo y la producción ovina, contribuyendo de esta manera al desarrollo de esta ganadería en la región.

II. OBJETIVOS

Objetivo General

Evaluar la tasa de preñez en ovejas Dorper inseminadas mediante la técnica intrauterina por laparoscopia con semen congelado en la Finca Dorper Mafia ubicada en el poblado Sardinal de la provincia de Puntarenas, Costa Rica, durante el período agosto-octubre del 2023.

Objetivos Específicos

- Calcular la tasa de preñez en ovejas Dorper inseminadas con semen congelado mediante la técnica intrauterina por laparoscopia.
- Determinar la eficacia de la inseminación intrauterina por laparoscopia con semen congelado en ovejas Dorper.
- Conocer los posibles factores que dificultan la tasa de preñez en ovejas Dorper.

III. MARCO DE REFERENCIA

3.1 Generalidades

3.1.1 Situación global de la producción ovina

Globalmente, la ganadería ovina ha logrado ubicarse como una buena alternativa nutricional en la producción de carnes magras, situación que se ha afianzado como consecuencia de la problemática que sufre la industria cárnica por los efectos de las epizootias, como la encefalopatía espongiforme bovina (EEB) en bovinos y la gripe aviar en aves (Navarro y Rodríguez, 2019).

Por lo tanto, son diversos los países que han incursionado en la producción de la carne ovina, encabezado por China y seguido por Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas, Nueva Zelanda, Australia, Reino Unido, Irán y Turquía. En América, Brasil lidera esta producción con 8.000 toneladas, México con 53.740 toneladas, Argentina con 46.500 toneladas y Colombia con 7.503 toneladas por año respectivamente (Cáceres y Mogollón, 2017).

3.1.2 Producción ovina en Costa Rica

En Costa Rica, según lo publicado por Navarro y Rodríguez (2019): “el sector ovino ha crecido en los últimos años; sin embargo, existen grandes retos para los ovinocultores debido a la escasez de información a nivel productivo y calidad de carne” (p. 32).

En este país, el ingreso de turismo extranjero y la aceptación de la carne ovina han fomentado su consumo; aunque su producción puede mejorar mediante la optimización de ciertos factores técnicos como la genética, manejo del hato, alimentación y administración, logrando de esta manera desarrollar un mercado digno de competir con la producción de otras carnes, como la res, el cerdo y el pollo (Montero *et al.*, 2021).

Según lo registrado por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) (citado por Navarro y Rodríguez, 2019), Costa Rica posee un total de 35.800 cabezas de ganado ovino, superando a la ganadería caprina y bufalina. Sin embargo, Montero *et al.* (2020) refiere que “son pocos los casos de producciones con hato puro, pero las razas Dorper, Texel y Suffolk son las más utilizadas para cruzamientos, dependiendo de su disponibilidad en el mercado y de la satisfacción del productor” (p. 71).

Asimismo, cabe destacar que, por ser la actividad productiva ovina cada vez más popular en Costa Rica, algunos profesionales en ciencias pecuarias han mostrado interés en analizar estrategias no tradicionales que permitan ofrecer mejores opciones de productividad de esta carne al mercado costarricense (Espinoza, 2023).

3.2 El ganado ovino

El ganado ovino (*Ovis aries*), al igual que otros animales domésticos, no son originarios de América; y aunque la línea exacta de su descendencia entre las ovejas domésticas y sus ancestros salvajes no está del todo clara, la hipótesis más acertada es que proceda del muflón asiático (*Ovis orientalis*), comenzando su domesticación hace más de 11.000 años en Asia menor y diseminándose luego por todo el mundo (Abdurehman, 2019). Por lo tanto, desde la península Ibérica llegaron al continente americano, primero en calidad de alimentos y luego como animal de cría, constituyéndose en la base racial del ganado lanar en estas tierras (Vivas *et al.* 2020).

Las ovejas pertenecen al género *Ovis* con una variada y desigual taxonomía por proceder de poblaciones muy polimorfas. Todas las especies salvajes de Europa, Asia y América se consideran como una sola; siendo estas: *Ovis musimon*, *Ovis orientalis*, *Ovis ammon* y *Ovis nivicola* en (Eurasia), y *Ovis canadiensis* en Norteamérica respectivamente (Jaramillo, 2016).

El ganado ovino se caracteriza por ser un pequeño rumiante, cuyo peso vivo puede oscilar entre 20 y 150 kg dependiendo de la raza, sexo, edad y estado de gordura. Además, es un animal de producción múltiple, pues de este se aprovecha la lana, carne, leche, cuero, piel, abono y combustible. Además, muy adaptables a casi todos los climas y condiciones de explotación (Álvarez, 2017).

3.3 Razas de ovejas en Costa Rica

Entre las razas más frecuentes encontradas en fincas costarricenses se encuentran: Black Belly, Pelibuey, Lacaune, Texel, Suffolk, Santa Inés y la Dorper cabeza negra (White Dorper), todas con gran capacidad cárnica y cruces o encastes de estas mismas razas (Espinoza, 2023).

3.3.1 Oveja Dorper

En la década de 1930, la Oveja Dorper se convirtió en la segunda raza más grande de Sudáfrica al cruzar Dorset Horn con Blackhead Persian, mostrando características especiales tales como: ser corderos tolerantes al calor, son de rápido crecimiento y fácil cuidado, no requieren esquila, muletas o mulas, son mucho menos propensas a las moscas, muy fértiles con instinto maternal, resistentes y se adaptan a diversas condiciones ambientales y de alimentación (Qiao *et al.*, 2022).

En tal sentido, considerando los antecedentes genómicos de las ovejas Dorper, esta raza hereda rasgos deseables de las ovejas Dorset Horn y Blackhead Persian, razón por la cual hace suponer que estos animales porten genes que los forjan resistentes a los efectos negativos del calentamiento global y capaces de producir corderos en cualquier época del año (Porter *et al.*, 2016).

Asimismo, se ha descrito que las Ovejas Dorper son excelentes productoras de leche; poseen temperamento tranquilo con apariencia vigorosa, son simétricas y bien proporcionadas; tienen un cuerpo fuerte, ancho y profundo, con gran desarrollo muscular tanto en su parte anterior como en su tren posterior (Hernández, 2017).

3.4 Anatomía y Fisiología del aparato reproductor de la hembra ovina

El aparato reproductor de la hembra ovina consta de ovarios, oviductos, útero, cérvix, vagina y vulva.

3.4.1 Ovarios

Los ovarios son los órganos sexuales primarios o gónadas femeninas, forma ovoide o esférica, con una estructura compacta y superficie lisa, se ubican en la cavidad abdominal por detrás de los riñones y sujetados por el ligamento útero-ovárico, la cual se encuentra irrigada por la arteria ovárica que es la rama de la aorta y también recibe ramas de la arteria uterina (Álvarez, 2017; Aguado y García, 2020).

En cuanto a sus funciones, se caracteriza por producir gametos femeninos (función exocrina) y sintetizar hormonas esteroideas sexuales (función endocrina), predominantemente progesterona y estrógenos, esenciales para el mantenimiento y desarrollo de las características femeninas, de la producción y de la lactancia. Todo esto controlado por hormonas secretadas por la hipófisis y por hormonas hipotróficas (Trillas, 2018).

3.4.2 Oviductos

Los oviductos, también conocidos como trompas de Falopio, son un par de tubos tortuosos que se extiende desde los ovarios a los cuernos uterinos, cuya función es la de transportar los óvulos y los espermatozoides, es el sitio donde se lleva a cabo la fertilización y las divisiones celulares del embrión. Se divide en tres segmentos: infundíbulo, ámpula e istmo (Trillas 2018; Aguado 2020).

3.4.3 Útero

El útero está formado por dos cuernos, el cuerpo del útero y el cuello uterino o cérvix. La pared del útero está formada por tres capas, epitelio (capa más externa), miometrio y endometrio (capas más internas). El miometrio es la capa muscular que colabora con el transporte de los espermatozoides; mientras que, el endometrio es la capa glandular que secreta las sustancias que nutren el embrión antes de su implementación (Álvarez, 2017).

En lo que respecta a los cuernos, en uno de estos ocurre la implantación del embrión y el desarrollo fetal, unidos cada uno de estos al oviducto respectivo, con una longitud que representa entre 80 y 90% del total del útero (Trillas 2018; Aguado 2020).

El cuello uterino o cérvix es un órgano tubular y fibroso, cuya longitud oscila entre 5 y 10 cm dependiendo de la raza, formado principalmente de tejido conectivo, músculo liso y glándulas secretoras productoras del moco cervical. En cuanto a su morfología interna, se caracteriza por presentar 6 pliegues desalineados, los cuales parecen conos truncados directamente dirigidos hacia la vagina; mientras que, hacia la luz, los pliegues forman de 5 a 7 anillos excéntricos en forma de embudo que obstruyen la luz del canal cervical (Mouliá y Orticochea, 2017).

3.4.5 Vagina

Es el órgano que se extiende desde el cuello uterino hasta la vulva, siendo de forma tubular con paredes delgadas y totalmente elásticas. Mide aproximadamente entre 15 y 20 cm de largo y se comunica al exterior de la vulva. La parte interna de la vagina es llamada fórnix vaginal, lugar donde se deposita el semen durante la monta natural. Posterior al fórnix vaginal se encuentra el vestíbulo y en la parte posterior inferior del vestíbulo se localiza el orificio uretral (Álvarez, 2017).

3.5 Fisiología reproductiva de la hembra ovina

La especie ovina es “poliéstrica estacional, lo que significa que su conducta reproductiva está ligada a las estaciones, específicamente al fotoperiodo, por lo tanto, se presenta un período de anestro durante una gran parte del año, afectando de esta manera la producción” (Lozano, 2012, p. 135).

Sin embargo, “en las regiones ecuatoriales, donde no existen cambios marcados de la duración del día, la actividad reproductiva puede ocurrir en cualquier época del año, o puede estar relacionada con otros factores” (Álvarez, 2017, p. 23). En Costa Rica por ser un país tropical, los ciclos estrales de las ovejas son regulares durante todo el año.

3.5.1 Ciclo estral

El ciclo estral en ovinos se define como el período comprendido entre la aparición de un estro fisiológico y el comienzo del siguiente que suele tener una duración entre 16 y 18 días, compuesto por una fase folicular de 2 a 3 días con predominio estrogénico, y una fase lútea de 12 a 14 días de duración donde se forma el cuerpo lúteo, considerado como una glándula endocrina transitoria que secreta progesterona, y culmina con la luteólisis (Alvarado *et al.*, 2022).

3.5.2 Sistema neurológico y endocrino del ciclo estral

En cuanto al sistema neurológico y endocrino implicado en el ciclo estral de la oveja, este resulta de la coordinación del cerebro, la hipófisis, los ovarios y el útero con las siguientes hormonas: hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) secretada por el hipotálamo; hormona luteinizante (LH) y la hormona folículo estimulante (FSH) por la hipófisis; estradiol (E₂), inhibina y progesterona (P₄) de origen ovárico; y la prostaglandina F₂ alfa (PGF_{2a}) secretada por el útero (Mouliá y Orticochea, 2017).

3.5.3 Fases del ciclo estral

El ciclo estral consta de dos fases: una fase folicular que incluye proestro y estro, en la que los folículos en desarrollo producen E₂; y una fase lútea comprendida por metaestro y diestro, en la que se forma el cuerpo lúteo productor de P₄ (Alzugaray y Sánchez, 2020; López *et al.*, 2021; Alvarado *et al.* 2022).

Durante el proestro, los niveles de P₄ disminuyen como consecuencia de la luteólisis, las concentraciones de E₂ y el crecimiento del folículo ovulatorio aumentan; así como también, se alarga el útero, se edematiza el endometrio, se torna hiperémica la mucosa vaginal y aumenta el número de capas celulares en el epitelio vaginal (López *et al.*, 2021).

Posteriormente aparece el estro, período de aceptación del macho por la hembra que tiene una duración aproximada de 30-36 horas, donde ocurre la hipertrofia de los cuernos uterinos y oviductos, y el mucus vaginal es abundante y oscuro (Crescionini y García, 2019; López *et al.*, 2021); siendo el E₂ la hormona dominante y la concentración de P₄ se encuentra a nivel basal, como consecuencia de la lisis del cuerpo lúteo inducida por la prostaglandina F_{2α}. En el estro, crecen los folículos ováricos, se maduran, alcanzan el estado preovulatorio y ocurre la ovulación. Después de la ovulación, inicia la fase lútea (López *et al.* 2021; Alvarado *et al.* 2022).

En el metaestro, período que va desde el final del estro hasta la formación del cuerpo lúteo, se evidencian cambios en el útero, tales como una mucosa endometrial festoneada y un mucus vaginal cremoso. Mientras que en el diestro, se activa el cuerpo lúteo, se secretan niveles altos de P₄ y se presenta un mucus vaginal caseoso (Crescionini y Garcia, 2019; Alzugaray y Sánchez, 2020).

Durante el metaestro y diestro ocurre la luteinización de las células granulosas y de la teca por acción de enzimas, cambiando la biosíntesis esteroide de E₂ a P₄ y generando un cuerpo lúteo. Asimismo, la P₄ ejerce un efecto de retroalimentación negativa a nivel del hipotálamo e inhibe la secreción pulsátil de la hormona liberadora de gonadotrofinas (GnRH) y, por lo tanto, de la hormona luteinizante (López *et al.*, 2021).

3.6 Inseminación artificial en ovinos

La Inseminación Artificial (IA) es una tecnología de reproducción asistida que cuando se combina con otras técnicas como la sincronización del celo mejora el valor genético, permite el control de la reproducción y contribuye con la salud de los animales; la cual consiste en aplicar por medios de instrumentos una dosis de semen en el aparato reproductor femenino del ovino (Alvares *et al.*, 2015; Casali *et al.*, 2017; Sathe, 2018; Gibbons *et al.*, 2019).

Existen diversos tipos de técnicas de IA, de acuerdo con el lugar donde se deposite el semen, siendo estas: vaginal, cuando la deposición del semen es pericervical; cervical, en el caso de que la deposición sea intracervical; o intrauterina mediante el uso de la técnica laparoscópica (Faigl *et al.*, 2012). En este sentido, las técnicas vaginal y cervical se realizan cuando se usa semen fresco y la intrauterina en el caso de semen congelado (Alvares *et al.*, 2015).

3.6.1 Técnica de inseminación vaginal

La técnica de inseminación vaginal considerada como la más sencilla de todas, consiste en depositar semen fresco con una alta concentración de espermatozoides, entre 200 y 400 millones por dosis, lo más profundo que sea posible en la vagina de la oveja sin atravesar el cuello uterino; reportando tasas de embarazo entre 40 y 65% (Faigl *et al.*, 2012).

3.6.2 Técnica de inseminación cervical

La técnica de inseminación cervical descrita como rápida y relativamente fácil, con poca manipulación, consiste en depositar semen fresco en el interior del cuello uterino a diferentes grados de profundidad: superficial, media o profunda, según el número de anillos cervicales traspasados, directamente influenciada por el momento del estro, la edad y el orden de parto; reportando tasas de concepción entre 50 y 68% (Alvares *et al.*, 2015).

3.6.3 Técnica de inseminación intrauterina

La técnica de inseminación intrauterina catalogada como la más difícil y costosa, cuando se compara con las otras técnicas de IA vaginal y cervical, consiste en depositar semen congelado directamente en el cuerno uterino evitando la barrera cervical, induciendo tasas de embarazo más altas entre 60 y 80% (Alvares *et al.*, 2015; Sathe, 2018). Por esta razón, esta técnica de IA se utiliza en programas de gran escala en varios países (Casali *et al.*, 2017; Silla *et al.*, 2021); sin embargo, este procedimiento muestra desventajas tales como la necesidad de un equipo laparoscópico, la realización de cirugía invasiva y el requerimiento de mano de obra especializada (Gibbons *et al.*, 2019)

3.6.4 Inseminación artificial con semen fresco

La IA con semen fresco se lleva a cabo en celo sincronizado, empleando concentraciones espermáticas que oscilan entre 60 y 100 millones de espermatozoides por oveja, pudiéndose conservar entre 28 y 30°C en baño termostático durante la inseminación, ya sea puro o diluido, por un período de tiempo no mayor de 30 a 60 minutos respectivamente, reportando tasas de preñez entre 60 y 70%; no obstante, tiene la desventaja de que debe utilizarse inmediatamente después de su recolección, ya que su viabilidad disminuye rápidamente (Gibbons *et al.*, 2019).

3.6.5 Inseminación artificial con semen congelado

Por otra parte, la IA con semen que se ha congelado y almacenado en nitrógeno líquido a bajas temperaturas (-196 °C), permite la conservación del material seminal ovino durante largos períodos, porque detiene las reacciones metabólicas de los espermatozoides, logrando de esta manera la disponibilidad del material genético en cualquiera época del año (Gibbons *et al.*, 2019).

En ovejas, el uso de este semen es la propuesta más deseable para la IA, ya que además de los beneficios mencionados, su efectividad se logra con una menor cantidad e incluso con una menor concentración de espermatozoides. Sin embargo, se ha demostrado que aunque el uso de semen congelado proporciona altas tasas de fecundación mediante el uso del laparoscopio por vía intrauterina, las tasas de natalidad son muy bajas debido principalmente a muerte embrionaria (Alvares, 2015).

3.7 Sincronización del estro en ovinos

La sincronización del estro (SE) es una herramienta que ha sido utilizada para proyectar la producción del rebaño, programando temporadas de empadres y de partos en forma estratégica, inducir la actividad ovárica en ovejas en anestro, optimizar la mano de obra; así como también, puede ser utilizada para usar más eficientemente biotecnologías como la IA o la transferencia de embriones (Hinojosa *et al.*, 2019; Habeeb *et al.*, 2021); generalmente mediante el uso de esponjas impregnadas con progestágenos para uso intravaginal, con o sin la adición de otras hormonas, tales como prostaglandinas y sus análogos, y gonadotropina coriónica equina (eCG, por sus siglas en inglés) respectivamente (González y Luna-Tortós, 2017; Gibbons *et al.* 2019).

A pesar de lo expuesto, la SE no es muy utilizada en el ganado ovino porque no todos los animales que responden al tratamiento presentan conducta estral, y de los que presentan celos no todos conciben al recibir monta o al ser inseminados, esto posiblemente se deba a la falta de ovulación, al desarrollo de un cuerpo lúteo de vida media corta o a los costos económicos que esto representa para el productor (Hinojosa *et al.*, 2019).

3.7.1 Métodos farmacológicos para inducir el estro

Los métodos farmacológicos más utilizados para inducir el estro y facilitar la programación de la IA son: las esponjas intravaginales, simuladoras de la acción de un cuerpo lúteo mediante la liberación lenta de progesterona, la eCG y las prostaglandinas sintéticas respectivamente (Álvarez, 2017).

3.8 Diagnóstico de gestación en ovejas

La ecografía es la técnica más utilizada para el diagnóstico de gestación en ovejas, basada en el uso de ondas de sonido de alta frecuencia que permiten producir imágenes de los tejidos internos transmitidos a través de un monitor, permitiendo esto detectar gestación precoz, sexado de crías, desarrollo folicular y del cuerpo lúteo, y una evaluación de posibles patologías del tracto reproductivo. (Ramírez, 2022).

Se utiliza la vía transabdominal para el diagnóstico de gestaciones posteriores a los 30 días del empadre o la inseminación; mientras que la transrectal permite la detección de gestaciones tempranas a partir de los 20 días posmonta o inseminación (Ramírez, 2022).

3.9 Factores que dificultan la tasa de preñez por inseminación artificial

De acuerdo con lo publicado por Cáceres y Mogollón (2017), los principales factores que dificultan la tasa de preñez por IA en ovinos son: la edad de los animales, los parámetros morfométricos del cérvix, el tipo de técnica de IA y la presentación del semen. Mientras que, Gibbons *et al.* (2019) refiere otros como la condición corporal femenina, la prolificidad femenina, la sincronización e inducción del estro, la salud masculina, la motilidad masiva del semen utilizado, el manejo nutricional y sanitario de los animales.

Por otra parte, Palacios y Abecia (2015) argumentan como factor influyente las variables meteorológicas, de modo que los parámetros como la temperatura o la temporada de lluvias pueden afectar el éxito de la gestación. Asimismo, Palacín *et al.* (2012) reportan otros como: el número de partos previos y la estacionalidad reproductiva.

En cuanto al semen, Vicente *et al.* (2014) indicaron en su estudio que los carneros pueden presentar claras diferencias en varios parámetros que valoran su calidad, tales como viabilidad y motilidad espermática, integridad de la membrana, fragmentación del ADN espermático, área nuclear, perímetro y longitud del esperma. Sin embargo, según lo comentado por Gibbons *et al.* (2019), la fecundación no depende de un único parámetro del semen, sino también de la fertilidad de la hembra, del tipo de estro, de la estación y del lugar de deposición del semen.

IV. HIPÓTESIS

4.2. Hipótesis afirmativa (Hi)

La técnica de inseminación intrauterina por laparoscopia con semen congelado en ovejas Dorper tiene una tasa de preñez igual al 70%.

4.3. Hipótesis nula (Ho)

La técnica de inseminación intrauterina por laparoscopia con semen congelado en ovejas Dorper tiene una tasa de preñez menor al 70%.

MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación del área de estudio

La Finca Dorper Mafia se encuentra ubicada en la Villa de Sardinal, cabecera del Distrito Acapulco de la provincia de Puntarenas (Figura 1). La provincia de Puntarenas se ubica en la costa central y sur del Océano Pacífico en Costa Rica, cubriendo un área total de 11.265,69 km², limitando al norte con las provincias de Alajuela, San José y Limón, al sur Océano Pacífico, al este se encuentra la República de Panamá y al oeste el Océano Pacífico y Guanacaste, siendo las coordenadas geográficas 09° 11' 05" latitud norte y 83° 59' 52" longitud oeste, con una altitud de 3 msnm (Piedra, 2017).

La provincia de Puntarenas se caracteriza por tener un clima tropical seco en el norte y húmedo en el sur, con temperaturas mínima de 24,9 °C y máxima de 31,1 °C, para un promedio de 28,0 °C (INEC, 2017).

Además, esta provincia se encuentra subdividida territorialmente en 11 cantones y 57 distritos; ubicándose el distrito Acapulco en el cantón de Puntarenas, siendo las coordenadas geográficas 10°10'41" latitud norte y 84°48'41" longitud oeste, con una elevación sobre el nivel del mar de 185 m (Piedra, 2017).

Figura 1.

Mapa Sardinal, Acapulco, Provincia de Puntarenas



Nota: Ubicación satelital de la Finca Dorper Mafia. Fuente: Google Maps.

4.2. Diseño metodológico

4.2.1. Tipo de investigación

Se trata de un estudio experimental, transversal con enfoque cuantitativo. Según lo publicado por Hernández y Mendoza (2018), es experimental, ya que esta investigación pretende “la manipulación intencional de una acción para analizar sus posibles resultados” (p. 151). Además, será descriptivo, porque busca “especificar propiedades y características de conceptos, fenómenos, variables o hechos en un contexto determinado” (p. 108); y de tipo transversal pues la recolección de datos se llevará a cabo en “un solo momento, en un tiempo único” (p. 176).

4.2.2. Criterios de inclusión y de exclusión

4.2.2.1 Criterios de inclusión: hembras ovinas de la raza Dorper con edades para montar (entre 2 y 10 años); con al menos un parto y descanso entre partos; con puntuaciones de condición corporal entre 2,5 y 4 siguiendo la escala de Russel (1969), siendo 1 (muy flaca), 2 (flaca), 3 (normal), 4 (gorda) y 5 (obesa) respectivamente, vacunadas y desparasitadas.

4.2.2.2 Criterios de exclusión: hembras ovinas primerizas o mayores de 10 años, preñadas, en lactancia, condición corporal 5 (obesas), con antecedentes de problemas reproductivos.

4.2.3. Fase experimental

La técnica de inseminación artificial intrauterina por laparoscopia (IAL) fue llevado a cabo por un grupo de profesionales especializados contratados por los propietarios de la finca Dorper Mafia, quienes aceptaron la participación de los investigadores de este estudio bajo estricta supervisión.

Para el desarrollo de la fase experimental, se seleccionaron 23 ovejas Dorper que cumplieron con los criterios de inclusión, las cuales se mantuvieron en corrales ubicadas en un lugar de la finca que contaba con buenas condiciones higiénicas y comodidad para estos animales.

El protocolo de la SE se realizó mediante la utilización de esponjas intravaginales de polietileno impregnadas con 60 mg de medroxiprogesterona acetato (MAP) de la marca comercial PROGESPON del laboratorio ZOETIS, desde el día cero hasta el día 12 del protocolo, día en que se retirará las esponjas, para luego iniciar con las inseminaciones en el día 14. Asimismo, en el día 10 del ciclo se inyectó por vía intramuscular 2,5 mL (400 UI) de gonadotropina coriónica equina (eCG) de la marca comercial Novormon.

Para este estudio, se utilizó semen congelado en pajillas de 0,25 mL con una concentración de 80×10^6 espermatozoides, diluido y preparado con TRILADYL, agua bidestilada y yema de huevo. La descongelación se realizó extrayendo la pajilla del tanque criogénico con la ayuda de una pinza para luego colocarlo en un termo especial a una temperatura de 37 °C durante aproximadamente 30 segundos.

En lo que respecta al protocolo de la técnica de IAL, mediante el uso de semen congelado, éste se llevó a cabo de manera sistemática siguiendo las recomendaciones descritas por Sathe (2018).

Selección de las hembras a inseminar

Se seleccionaron 23 hembras ovinas de la raza Dorper con edades comprendidas entre 4,8 y 7 años; con puntuaciones de CC entre 3,5 y 4; siendo todas multíparas entre 2 y 6 partos.

Del total de hembras ovinas seleccionadas inicialmente para el estudio, se excluyeron durante el desarrollo de la técnica dos (2) ovejas porque no respondieron al tratamiento aplicado en SE y una (1) oveja por presentar adherencias peritoneales, condición clínica que imposibilitó la visión uterina para la inseminación, participando finalmente en este estudio un total de 20 ovejas.

Preparación prequirúrgica

La preparación de las hembras ovinas comenzó con el ayuno de 24 horas, una vez constatado el celo utilizando un macho marcador. Esto con el fin de lograr una fácil visualización del útero al vaciarse tanto la vejiga como el rumen del animal, permitiendo minimizar las posibilidades de regurgitación y aspiración durante el procedimiento de IAL.

Seguidamente, se llevó a cabo la sedación de las ovejas mediante la aplicación de 0,2 mL de xilacina al 2% por vía intramuscular (anexo a); esto con el fin de tener un mejor manejo de las hembras al momento de inseminar evitando de esta manera el estrés.

Una vez confirmada la sedación, las hembras ovinas de manera sistemática fueron colocadas en una camilla metálica, con los miembros locomotores tanto torácicos como pélvicos sujetos firmemente en posición decúbito dorsal; para el lavado con un jabón de clorhexidina al 3% y para el rasurado por debajo de las glándulas mamarias (anexo b).

Inmediatamente, cada oveja fue inclinada en la camilla en un ángulo de 45° con la cabeza cerca del suelo; es decir, en posición decúbito supino (posición de Trendelenburg), donde se procedió a desinfectar la región abdominal con yodo, con el fin de prepararlas para el procedimiento quirúrgico (anexo c).

Durante este paso, se prestó especial atención a los canales inguinales ya que estos suelen acumular suciedad, heces secas y secreción sebácea natural que tienden a contaminar el sitio quirúrgico cuando el animal se encuentra suspendido en posición de Trendelenburg.

Luego, se ubicó dos sitios a ambos lados de la línea alba, uno craneal y aproximadamente entre 5 y 7cm de las glándulas mamarias, y el otro adyacente y lateral a las venas epigástricas superficiales (anexo d), y se administró analgesia local en forma de clorhidrato de lidocaína (0,4 mL al 2% por vía subcutánea).

Procedimiento quirúrgico

El procedimiento quirúrgico comenzó con las incisiones sobre los sitios mediante el uso de una hoja de bisturí con el fin de colocar los trocares de 5 y 3mm respectivamente. El primero se usó para introducir el laparoscopio con una fuente de luz led fría, y el segundo para colocar la pipeta de inseminación.

Antes de introducir el laparoscopio, se conectó en el trocar de 5mm una manguera por donde se insufló aire hasta que el abdomen de la oveja se apreciara lo suficientemente tenso. Para esto, se utilizó una unidad de insuflación conectado a un tanque de CO₂ (anexo e) con el fin de garantizar una presión ideal.

El paso siguiente consistió en insertar el otro trocar de 3mm. Simultáneo a esto, se extrajo una pajilla de semen que se encontraba almacenada en un tanque criogénico y se colocó en un termo con agua a una temperatura aproximada de 37°C durante 30 segundos para descongelarlo (anexo f).

Luego, se secó la pajilla de semen con papel toalla, se cortó por uno de los extremos, preservando el extremo con algodón, y se introdujo en un disparador de semen, ambos cubiertos en una funda aspic con aguja. Seguidamente, se procedió a colocar una pequeña gota de semen en una lámina portaobjeto con el propósito de evaluar la calidad de este material biológico en el microscopio (anexo g).

El tipo de semen utilizado para este estudio fue el congelado en pajillas con una concentración de 80×10^6 espermatozoides. Como lo mencionado, el semen fue analizado al microscopio donde se verificó las características seminales óptimas en cuanto a movilidad, mortalidad y concentración respectivamente.

Una vez insertado el trocar de 3mm y llevado a cabo el análisis del semen respectivo, se procedió a introducir el inyector colocado en una funda aspic con aguja por este puerto, depositando 0,125 mL de la pajilla en cada cuerno uterino bajo la guía laparoscópica por el trocar de 5mm (anexo h).

Sobre este paso, es importante asegurar la profundidad óptima de la aguja de la funda durante la IA para evitar que el semen caiga en el abdomen. No se ha reportado ventajas en cuanto a si inyectar ambos cuernos o uno solo con la dosis completa, pues ambos procedimientos han revelado resultados similares en cuanto a tasa de preñez.

Procedimiento postquirúrgico

Después de inyectar los cuernos uterinos, se realizó una evaluación rápida con el fin de constatar que no hubiese sangrado, ni laceraciones en estas estructuras del tracto reproductivo. Se procedió al retiro del disparador de semen y del laparoscopio, dejando unos instantes los trocares para que saliera el CO₂ insuflado.

Se realizó un punto de sutura simple en cada incisión con nylon 2-0, colocando un aerosol cicatrizante con antibiótico (fipecto plata) en cada herida (anexo i). Además, se administró un AINEs por vía intramuscular (flunixin meglumine, dosis de 1,1 a 2 mg/kg). Finalmente, se bajó el animal de la camilla y se llevó a un cómodo corral.

En cuanto al diagnóstico de gestación, este procedimiento se llevó a cabo en el día 42 mediante el uso de un ultrasonido. Previamente sujeta la hembra ovina, se procedió a introducir por vía rectal la sonda del ultrasonido con gel visualizando el embrión en alguno de los cuernos uterinos.

4.3 Variables a evaluar

La operacionalización de las variables de esta investigación se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1.

Operacionalización de las variables

OBJETIVOS	VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Calcular la tasa de preñez en ovejas Dorper inseminadas con semen congelado mediante la técnica intrauterina por laparoscopia.	Tasa de preñez	Número de ovejas preñadas entre número total de ovejas inseminadas por cien.	Porcentaje de hembras preñadas	$\frac{\text{total de ovejas preñadas}}{\text{total de ovejas inseminadas}} \times 100$
Determinar el porcentaje de eficacia de la técnica de inseminación intrauterina por laparoscopia con semen congelado en ovejas Dorper.	Eficacia de la técnica de inseminación intrauterina por laparoscopia	Relación entre la tasa de preñez obtenida y la tasa de preñez planificada.	Porcentaje de éxito (preñez confirmada)	$\frac{\text{Tasa de preñez obtenida}}{\text{Tasa de preñez esperada}} \times 100$
Conocer los posibles factores que dificultan la tasa de preñez en ovejas Dorper.	Edad Condición Corporal Número de partos Variables meteorológicas	Factores que posiblemente dificulten la tasa de preñez.	Rho de Spearman para la variable edad y número de partos y Chi cuadrado para condición corporal	$r_s = \frac{1 - 6\sum d_i^2}{n(n^2 - 1)}$ $\chi^2 = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$ <p>Calculados mediante el paquete estadístico para Ciencias Sociales (SPSS)</p>

Fuente: Elaboración propia

4.4 Recolección de datos

Para recolectar los datos en esta investigación se utilizó una ficha técnica (anexo j), donde se registró los siguientes datos: número de hembras ovinas pertenecientes a este estudio, identificación de las hembras ovinas (aretas), temperatura, época del año, raza, edad, CC, número de partos, tipo de IA, tipo de estro, día y hora del celo, día y hora de inseminación, tipo de semen, fecha del diagnóstico de preñez, ovejas preñadas y vacías respectivamente.

Se utilizó la cámara fotográfica y los vídeos para respaldar la información obtenida sobre la fase experimental de campo y la ubicación de la finca Dorper Mafia.

4.5 Análisis de datos

Los datos recolectados en la ficha técnica se analizaron siguiendo los objetivos planteados, tal como se menciona a continuación:

Primero, se calculó la tasa de preñez mediante el uso de la siguiente fórmula:

$$\text{Tasa de preñez} = \frac{\text{Número de ovejas preñadas}}{\text{Número total de ovejas inseminadas}} \times 100$$

Segundo, se determinó el porcentaje de eficacia de la técnica de IAL con semen congelado

$$\text{Eficacia de la técnica} = \frac{\text{Resultado obtenido de la tasa de preñez}}{\text{Resultado planificado de la tasa de preñez}} \times 100$$

Tercero, para relacionar la edad, número de partos previos y CC con el estado de preñez de las ovejas Dorper de este estudio se utilizaron las pruebas inferenciales correlación de Spearman (Rho de Spearman) y la prueba de Chi cuadrado respectivamente.

En el análisis de relación mediante la prueba de correlación de Spearman y para la prueba de Chi cuadrado se utilizó el paquete estadístico para Ciencias Sociales (SPSS) con un criterio de significación menor al 5% de error ($p < 0,05$). Se presentaron los resultados de tasa de preñez en un gráfico diseñado mediante el uso del programa de computación estadístico Microsoft Excel.

4.6 Materiales y Equipos

Los materiales y equipos utilizados en esta investigación se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2.

Materiales y Equipos

Materiales	Esponjas intravaginales de polietileno (60 mg de acetato de medroxiprogesterona de la marca comercial PROGESPON del laboratorio ZOETIS) Gonadotropina coriónica equina de la marca comercial Novormon (400 UI) Agua Yodo Jabón clorhexidina (3%) Xilacina (2%) Hoja de bisturí #20 Clorhidrato de lidocaína (2%) Gasas Navaja de afeitar Pajillas de semen congelado Toallas de papel Nylon 2-0 Funda aspic con aguja Tijeras Aerosol antiséptico Porta objetos
Equipos	Aplicador de esponjas Camilla de inseminación Trocar de 3mm y 5mm Laparoscopio 0° 5mm x 30 cm Fuente luz led fría Insuflador de aire Tanque de CO ₂ Inyector, Tanque criogénico Microscopio Termo de descongelamiento.

Fuente: Elaboración Propia

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Tasa de preñez en ovejas inseminadas con semen congelado mediante la técnica intrauterina por laparoscopia.

Figura 2.

Distribución porcentual del estado de preñez de las hembras ovinas mediante la técnica intrauterina por laparoscopia utilizando semen congelado



Nota: Del total de ovejas inseminadas con semen congelado mediante la técnica de IAL (n= 20), solo 9 quedaron preñadas. Finca Dorper Mafia (agosto-octubre 2023). Fuente: Elaboración propia.

La tasa de preñez obtenida mediante la IAL con semen congelado fue del 45% (Figura 2). Este resultado indica que del total de ovejas inseminadas con semen congelado mediante la técnica de IAL (n=20), solo 9 quedaron preñadas. Estos resultados difieren de los resultados que obtuvieron Hidalgo *et al.* (2015), Gibbons *et al.* (2019), Cáceres y Mogollón (2017), que fueron de (70,97%.: 60 - 75%; 63,3%) respectivamente,

Sin embargo, coincide con resultados obtenidos por Palacios y Abecia (2015), el cual tomando en cuenta el factor meteorológico (periodo de invierno) y su influencia sobre la tasa de preñez durante 7 años obteniendo resultado de 42,4%.

esto puede sugerirse que las condiciones climatológicas se ven vinculadas también en este estudio ya que fueron sometidas a la IAL en periodos entre agosto y octubre en lo que se puede decir que es periodo lluvioso. Así mismo coinciden estos resultados con los de Garoussi (2020), quien mostró una tasa de preñez de 44% en

ovejas que fueron sincronizadas con esponjas intravaginales impregnadas con 60 mg de MAP e inyectadas con eCG, tal como se hizo en este estudio.

5.2. Eficacia de la técnica de inseminación intrauterina por laparoscopia con semen congelado

Tomando en cuenta que se esperaba una tasa de preñez igual a 70%, y que se obtuvo una tasa de preñez de 45%, la eficacia de la técnica estudiada resultó ser de 64,3%.

Cabe destacar que en la búsqueda de información que permitiera comparar y discutir este resultado, los autores de esta investigación no encontraron en la literatura científica estudios que mostraran porcentajes de eficacia con diseños metodológicos similares. Sin embargo, si hay investigaciones que mencionan diversos factores con efectos significativos sobre el éxito de la técnica de IAL que pudieran explicar la razón por la cual no se obtuvo el resultado esperado.

Gibbons *et al.* (2019) mencionan varios factores que garantizan un resultado exitoso en la IA, siendo entre estos la CC de la hembra ovina, los esquemas de administración hormonal durante la SE, la calidad seminal, las variables meteorológicas y la habilidad del técnico.

Mientras que Hinojosa *et al.* (2019) mencionan entre los factores con efectos significativos: la estación del año, la temperatura y otras condiciones ambientales, el desarrollo de la inseminación, el manejo técnico del inseminador, la raza y la edad de la hembra ovina. Asimismo, argumentan que, si bien la mayoría de estos factores provocan efectos de pequeña magnitud, cada uno de estos pueden explicar por separado una pequeña parte de la variación en la eficacia de la técnica de IA.

Además, otros investigadores destacan la ubicación, la temperatura, la temporada de lluvias y la duración de la luz como factores que pueden afectar el éxito de la gestación en ovejas mediante la técnica de IAL (Santolaria *et al.*, 2014; Palacios y Abecia, 2015; Duričić *et al.*, 2021); así como también, el número de partos previos (Palacín *et al.*, 2012).

En lo que respecta al tipo de semen, Gibbons *et al.* (2019) comentan que el uso de semen congelado da como resultado altas tasas de preñez en las técnicas de IAL, siendo casi iguales a los porcentajes obtenidos mediante inseminación vaginal con semen fresco o mediante apareamiento natural; sin embargo, estos resultados pueden variar dependiendo de la calidad del semen, de la época del año, de la CC de la oveja y de la habilidad del inseminador.

5.3 Posibles factores que dificultan la tasa de preñez

Los factores que se tomaron en cuenta en este estudio fue la edad, el número de partos previos y la CC de las hembras ovinas como factores influyentes en el éxito de la técnica de IAL.

En cuanto a la correlación entre los factores edad, número de partos previos y CC con el estado de preñez, se pudo evidenciar que:

No hubo correlación significativa entre la edad y el estado de preñez ($\rho=-0,1364$; $p=0,5638$); según Malmakov *et al.* (2022) argumentan que la selección de las ovejas en función de la edad debería ser la primera variable que se debe considerar durante la aplicación de la IAL para alcanzar tasas de preñez de manera exitosa, y según lo publicado por Zegeye *et al.* (2020), que la fertilidad de la oveja disminuye cuando aumenta la edad debido a que las más viejas tienen mayores riesgos de trastornos reproductivos por un mayor número de partos y disminución en la calidad de los ovocitos para la ovulación en comparación con las más jóvenes;

Así mismo se evidencio que no hubo correlación significativa entre el número de partos y el estado de preñez ($\rho=-0,0284$; $p=0,9064$). Palacín *et al.* (2012) sugieren que las ovejas jóvenes no sometidas a métodos de reproducción tienen una menor fertilidad que las más viejas, probablemente debido a un transporte deficiente de esperma combinado con una baja producción de moco en los canales cervicales durante el estro.

Así como tampoco, hubo asociación entre la CC con el estado de preñez ($\chi^2=0,640$; $p=0,4231$). la CC también puede afectar los resultados de la tasa de preñez en ovejas, ya que el estado nutricional de una oveja afecta directamente su

desempeño reproductivo, debido a que la distribución de los nutrientes se encuentra regulada por señales endocrinas que modulan la funcionalidad reproductiva, y por consiguiente, la fertilidad; siendo el estado metabólico crucial antes de la gestación para proporcionar un entorno adecuado en la concepción (Spanner *et al.*, 2024).

Otro factor que pueden incidir en los resultados de eficacia de la técnica de IAL de esta investigación fueron las variables meteorológicas, pues se ha descrito que las ovejas son sensibles a cambios ambientales tales como temperatura, precipitaciones, humedad, evaporación y horas de luz solar (Santolaria *et al.*, 2014; Palacios y Abecia, 2015; Duričić *et al.*, 2021; Spanner *et al.*, 2024).

En este sentido, se han mencionado como estresantes los factores climáticos característicos durante el verano, ya que afectan negativamente las funciones biológicas y limita la actividad reproductiva de la hembra ovina antes de una IA. El efecto incluye retraso del inicio de la pubertad, disminución del comportamiento estral, reducción de la ovulación y de la fertilidad (Santolaria *et al.*, 2014).

Por otra parte, las variaciones del fotoperiodo a lo largo del año se han considerado como el principal factor que regula la actividad reproductiva en estos animales. En este orden de ideas, Foncada *et al.* (2013) argumentaron que el inicio de la etapa reproductiva tiene lugar durante el solsticio de verano en ovejas sometidas a fotoperíodo natural; mientras que, las ovejas sometidas a días cortos constantes tras el solsticio de invierno inician el anestro estacionario.

Estos investigadores explican que la duración de las horas luz es captada por fotorreceptores de la retina y transformada en una señal nerviosa que es enviada al hipotálamo, llegando finalmente al ganglio cervical superior del sistema nervioso simpático y a la glándula pineal; siendo la melatonina el traductor hormonal de la información fotoperiódica que recibe la hembra ovina, pues esta es sintetizada únicamente durante el período de oscuridad e inhibida con la luz, asunto que informa al organismo el momento fotoperiódico preciso, permitiendo así la regulación de la reproducción del animal.

A pesar de que la reproducción de las ovejas en Costa Rica puede ocurrir en cualquier época del año porque no existen diferencias tan marcadas en la duración

del día como lo ocurre en países con las cuatro estaciones, es importante destacar que este estudio se llevó a cabo en tiempo de lluvias con pocas horas de luz (agosto-octubre), lo que permite inferir, considerando que la conducta reproductiva de la hembra ovina está ligada al fotoperíodo (Lozano *et al.*, 2012; Foncada *et al.*, 2013), que la estación lluviosa en la que se desarrolló la investigación pudiera ser el factor meteorológico que estuvo afectado la tasa de preñez obtenida en este trabajo, y por lo tanto, la eficacia de la técnica de IAL.

VI. CONCLUSIONES

La tasa de preñez obtenida en el presente estudio fue del 45%, indicando que, del total de las 20 ovejas inseminadas, solo 9 quedaron preñadas. Estos resultados fueron inferiores a los reportados por diversos autores (Hidalgo *et al*, 2015; Gibbons *et al*, 2019; Cáceres y Mogollón, 2017), y muy cercano al trabajo de Palacios y Abecia (2015) quienes estudiaron el efecto de las variables meteorológicas sobre la tasa de preñez después de una IAL con semen congelado durante la época de invierno.

Tomando en cuenta que se esperaba una tasa de preñez igual a 70% en ovejas Dorper, utilizando semen congelado, y que se obtuvo una tasa de preñez de 45,0%, la eficacia de la técnica estudiada resultó ser de 64,3%.

En la búsqueda de los posibles factores que pudieran estar afectando la tasa de preñez y por lo tanto la eficacia de la técnica de inseminación artificial por laparoscopia, el análisis reveló que el desarrollo de la técnica, la habilidad del técnico, el esquema hormonal utilizado durante la SE y la raza de la hembra ovina, fue limitado principalmente a que estos factores estuvieron fuera del control de los investigadores de este trabajo.

Mientras que el análisis de los factores edad ($\rho=-0,1364$; $p=0,5638$), condición corporal ($\text{Chi}^2= 0,640$; $p=0,4231$) y número de partos previos con el estado de preñez ($\rho=-0,0284$; $p=0,9064$) no tuvieron una correlación estadísticamente significativa, resultados que permitieron concluir que estos factores no afectaron la eficacia de la técnica implementada.

En cuanto al factor meteorológico, refiriéndose en específico a las horas luz en los días en los que se desarrolló esta investigación se infiere que fue el factor que pudiera estar influyendo de mayor manera los resultados obtenidos; principalmente tomando en consideración la influencia del fotoperiodo en la fisiología reproductiva de las hembras ovinas.

VII. RECOMENDACIONES

Difundir los resultados obtenidos en este estudio con el fin de mejorar el manejo reproductivo de las ovejas mediante la técnica de inseminación intrauterina por laparoscopia, contribuyendo de esta manera al desarrollo de la ganadería ovina con similares condiciones climáticas.

Fomentar otras investigaciones que evalúen los factores descritos como influyentes de la tasa de preñez, de manera que se identifiquen y se propongan alternativas para disminuir su influencia sobre la eficacia del procedimiento.

Brindar exposición y capacitación a estudiantes, profesionales, protagonistas comunitarios y productores sobre la técnica de inseminación artificial por laparoscopia como una tecnología útil para la mejora del hato ovino; recomendando la implementación de la inseminación en temporada seca para garantizar las horas de luz requeridas durante la actividad reproductiva de las ovejas.

VIII REFERENCIAS

- Aguado, D., y García, I. (2020). *Sincronización de estros en ovejas multíparas con CIDR y diferentes dosis de prostaglandina. [Tesis de Grado no publicada]. Tecnológico Nacional de México, México.*
- Abdurehman , A. (2019). Origin, Domestication, Current Status, Trend, Conservation and Management of Sheep Genetic Resource in Africa with Specific Reference to Ethiopia. *Advances in Life Science and Technology*, vol. 71, pp 1-14.
- Alvarado, P., Torres, M., y Grajales, H. (2022). Concentraciones de progesterona durante el ciclo estral en ovinos en el trópico colombiano. *Revista MVZ Córdoba*, pp 1-10.
- Alvares, C., Cruz, J., y Ferreira, M. (2015). Técnicas de inseminação artificial e implicações fisiopatológicas em ovinos. *PubVet*, vol. 9, pp. 220-231.
- Álvarez, E. (2017). *Evaluación de la fertilidad en inseminación artificial por laparoscopia bajo tres niveles de gonadotropina coriónica equina en ovinos criollos. [Tesis de Grado no publicada]. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Perú.*
- Alzugaray, I., y Sánchez, M. (2020). *Etapa del ciclo estral y respuesta de estrés al aislamiento social en ovejas. [Tesis de Grado no publicada]. Universidad de la República Uruguay, Uruguay.*
- Cáceres, D., y Mogollón, E. (2017). Factores que dificultan la inseminación artificial en ovinos, y su impacto en las tasas de fertilidad. Revisión sistemática de literatura preñez y parto. Revisión sistemática de literatura. *Spei Domus*, vol. 13, pp. 1-3.
- Casali, R., Pinczak, A., Cuadro, F., Guillen-Muñoz, J. M., Mezzalira, A., y Menchaca, A. (2017). Semen deposition by cervical, transcervical and intrauterine route for fixed-time artificial insemination (FTAI) in the ewe. *Theriogenology*, vol. 103, pp. 30–35.

- Crescionini, A., y García, A. (2019). *Inicio de pubertad, ciclicidad a los 9 meses de edad y desempeño. [Tesis de Grado no publicada]. Universidad de la República Uruguay, Uruguay.*
- Cseh, S., Faigl, V., y Amiridis, G. S. (2012). Semen processing and artificial insemination in health management of small ruminants. *Animal reproduction science*, vol. 130, pp. 187–192.
- Duričić, D., Dobos, A., Grbavac, J., Stiles, C., Bacan, I., Vidas, Ž., ... y Samardžija, M. (2021). Climate impacts on reproductive performance of Romanov sheep in the moderate climate. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*, vol. 10, pp 1-6.
- Espinoza, R. (2023). *Efecto de Zeranol y Boldenona sobre la respuesta productiva en corderos encastados Katahdin sobre calidad de canal y costos de engorda. [Trabajo Final de Grado no publicada]. Universidad Técnica Nacional sede de Atenas, Costa Rica.*
- Faigl, V., Vass, N., Jávora, A., Kulcsár, M., Solti, L., Amiridis, G., y Cseh, S. (2012). Artificial insemination of small ruminants - a review. *Acta veterinaria Hungarica*, vol. 60, pp. 115-129.
- Foncada, F., Abecia, A., González, A. (2013). Influencia del fotoperíodo sobre la actividad reproductiva de la oveja. La melatonina como herramienta de control de la reproducción. *Tierras ovino*, vol. 9, pp. 1-11.
- Garoussi, M. T., Mavadati, O., Bahonar, M., y Ragh, M. J. (2020). The effect of medroxyprogesterone acetate with or without eCG on conception rate of fat-tail ewes in out of breeding season. *Tropical animal health and production*, vol. 4, pp. 1617-1622.
- Gibbons, A., Fernandez, J., Bruno-Galarraga, M., Spinelli, M., y Cueto, M. (2019). Technical recommendations for artificial insemination in sheep. *Anim Reprod.*, vol. 16, pp. 803-809.

- González, P., y Martínez, J. (2016). *Evaluación del porcentaje de preñez en ovejas por inseminación con semen congelado y semen congelado diluido con TCM 199*. [Tesis de grado no publicada]. Universidad de la Salle, Colombia.
- González, S., y Luna-Tortós, C. (2017). Medroxiprogesterona acetato para la elaboración de dispositivos intravaginales caseros usados en la sincronización del estro en ovinos de pelo: Evaluación de su eficacia, sus efectos secundarios y comparación con un con un dispositivo comercial en hatos de Costa Rica. *Rev. Ciencias Veterinarias*, vol. 35, pp. 85-102.
- Habeeb, H., y Anne, M. (2021). Estrus Synchronization in the Sheep and Goat. The Veterinary clinics of North America. *Food animal practice*, vol. 37, pp. 125–137.
- Hameed, N., Khan, M., Zubair, M., y Andrabi, S. (2021). Approaches of estrous synchronization in sheep: developments during the last two decades: a review. *Tropical animal health and production*, vol. 53, pp. 1-10.
- Hernández, R., y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la Investigación. Las rutas cuantitativas, cualitativa y mixta*. México: McGRAW-HILL Interamericana Editores, S.A.
- Hinojosa, R., Andia, C., Lunazco, R., Núñez, K., Ruiz, W., Farfán, R., y Vitor, J. (2019). Mirada retrospectiva a la inseminación artificial en ovinos. *Puriq*, vol. 1, pp. 83-89.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). (2017). *Anuario Estadístico 2014-2015. Compendio de datos del país*. San José: Costa Rica.
- Jaramillo, D. (2017). *Implementación de buenas prácticas ovinas en la Hacienda La Lyda, municipio de Holguín Valle [Trabajo de Grado no publicada]*. Universidad de La Salle, Bogotá.
- López, J., Salinas, D., Baracaldo-Martínez, A., Gómez, C., Herrera-Ibatá, D., y Atuesta-Bustos, J. (2021). Efecto de la dosis de gonadotropina coriónica equina (eCG) asociada a protocolos cortos de sincronización de celo sobre

- el desempeño reproductivo de ovejas de pelo. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, vol. 32, pp.1-8.
- Lozano, J., Uribe, L., y Henry, J. (2012). Control hormonal de la reproducción en hembras ovinas (Ovisaries). *Veterinaria y Zootecnia*, vol. 6, pp 134-147.
- Malmakov, N. P. (2022). Optimal time for laparoscopic intrauterine insemination performed on ewes detected in natural heat. *Saudi journal of biological sciences*, vol. 29, pp. 1-6.
- Montero, D., Chacón, A., y Rodríguez, L. (2021). Caracterización de canales ovinas en el mercado costarricense para la generación de una escala visual de clasificación. *Nutrición Animal Tropical*, vol. 15, 69-98.
- Mouliá, M., y Orticochea , P. (2017). *Efecto de la administración de oxitocina y/o prostaglandina E2 para inducir la dilatación cervical en ovejas sobre el desarrollo del folículo ovulatorio, el momento de la ovulación y el cuerpo lúteo incipiente*. Retrieved from [Tesis de Grado no publicada]. Universidad de la República de Uruguay, Uruguay.
- Navarro, A., y Rodríguez, J. (2019). Comportamiento productivo y composición de la canal de machos ovinos (*Ovis aries*) en Pérez Zeledón, Costa Rica. *Revista AgroInnovación en el Trópico Húmedo*, vol. 2, pp. 31-41.
- Palacín, I., Yániz, J., Fantova, E., Blasco, M., Quintín, F., y Sevilla, E. (2012). Factors affecting fertility after cervical insemination with cooled semen in meat sheep. *Animal reproduction science*, vol. 132, pp. 139–144.
- Palacios, C., y Abecia, J. (2015). Meteorological variables affect fertility rate after intrauterine artificial insemination in sheep in a seasonal-dependent manner: a 7-year study. *International journal of biometeorology*, vol. 59, pp. 585–592.
- Piedra, V. (2017). *División Territorial Administrativa de la República de Costa Rica*. San José: Costa Rica.
- Porter, V., Alderson, L., y Hall, S. (2016). *Mason's World Encyclopedia of Livestock Breeds and Breeding* (Vol. 1). Boston: CABI.

- Ramírez, E. (2022). *Efectividad del uso de semen congelado adicionado con extracto antioxidante de nopal en la inseminación artificial por laparoscopia en ovejas. [Tesis de Maestría no publicada]. Universidad Autónoma de Querétaro, México.*
- Russell AJF, Doney JM, Gunn RG. Subjective assessment of body fat in live sheep. *Journal of Agriculture Science.*1969; 72: 451-454.
- Santolaria, P., Yániz, J., Fantova, E., Vicente-Fiel, S., y Palacín, I. (2014). Climate factors affecting fertility after cervical insemination during the first months of the breeding season in Rasa Aragonesa ewes. *International journal of biometeorology*, vol. 58, pp 1651–1655.
- Sathe, S. (2018). Laparoscopic Artificial Insemination Technique in Small Ruminants—A Procedure Review. *Front. Vet. Sci.*, vol. 5, pp. 1-9.
- Sylla, L., Pistolesi, A., Corsi, I., Crociati, M., Stradaioli, G., & Monaci, M. (2021). Laparotomic intrauterine insemination with frozen-thawed semen in Sopravissana breed ewes in Central Italy. *Italian journal of animal science*, vol. 20, pp. 928-934.
- Trillas. (2018). *Crianza de borregos*. México: Trillas.
- Vicente, S., Palacín, I., Santolaria, P., Fantova, E., Quintín, F., y Sevilla, E. (2014). In vitro assessment of sperm quality from rams of high and low field fertility. *Animal reproduction science*, vol. 146, pp 15-20.
- Vivas, N., Landi, V., Muñoz, J., Bustamante, M., y Álvarez, L. (2020). Diversidad genética de ovinos criollos colombianos. *Revista MVZ Córdoba*, vol. 25, pp 1-10.
- Zegeye ZB, Vass N., Tomano A. Aplicación de inseminación artificial laparoscópica en una granja de ovejas Lacaune convencional utilizando semen congelado-descongelado. *Acta Agrar. Debr.* 2020; vol. 2: pp 133–138.

IX. ANEXOS

anexo a. Sedación con xilacina por vía intramuscular



Fuente: Imagen tomada en la Finca Dorper Mafia (agosto-octubre 2023).

anexo b. Rasurado de la zona para la inseminación artificial



Fuente: Imagen tomada en la Finca Dorper Mafia (agosto-octubre 2023).

anexo c. Desinfección de la zona para la inseminación artificial.



Fuente: Imagen tomada en la Finca Dorper Mafia (agosto-octubre 2023).

anexo d. Ubicación del sitio quirúrgico



Nota: Adaptado de “Ubicación de los sitios quirúrgicos” (p. 4), por S. Sathe, 2018, *Frontiers in veterinary science*, 5 (266).

anexo e. Proceso de insuflación de aire y tanque de CO₂



Fuente: Imágenes tomada en la Finca Dorper Mafia (agosto-octubre 2023).

anexo f. Inserción del trocar de 3mm, extracción y descongelación de la pajilla de semen.



Fuente: Imágenes tomada en la Finca Dorper Mafia (agosto-octubre 2023).

anexo g. Preparación de la pajilla de semen y valoración microscópica



Fuente: Imágenes tomada en la Finca Dorper Mafia (agosto-octubre 2023).

anexo h. Ubicación de los cuernos uterinos e inseminación artificial



Fuente: Imágenes tomada en la Finca Dorper Mafia (agosto-octubre 2023).

anexo i. Sutura y antisepsia en cada herida



Fuente: Imágenes tomada en la Finca Dorper Mafia (agosto-octubre 2023).

