UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente

Carrera de Medicina Veterinaria

Tema:

DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DE FACTORES REPRODUCTIVOS Y TÉCNICAS EN LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN OVINOS.

Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Médico Veterinario. Otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Medicina Veterinaria.

Autores:

Jorge Andrés Toctaguano Viracocha

Josué Abraham Castro Trujillo

Tutora:

MVZ. Alejandra Barrionuevo Mayorga. Mg.

Guaranda – Ecuador

2025

DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DE FACTORES REPRODUCTIVOS Y TÉCNICAS EN LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN OVINOS.

REVISADO Y APROBADO POR:



MVZ. Alejandra Barrionuevo Mayorga. Mg.

TUTOR



Dr. Danilo Yánez Ms.C.

PAR LECTOR



Dr. Riveliño Ramón.

PAR LECTOR

CERTIFICACIÓN DE AUTORIA

Yo, **Jorge Andrés Toctaguano Viracocha** con CI **0503791527** & **Josué Abraham Castro Trujillo** con CI **1724148356**, declaramos que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor(es).

La Universidad Estatal de Bolívar, puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional vigente.

NOTARIA PRIMERA · CANTÓN CHIMBO · NIHIL PRIUS FIDE · REPÚBLICA DEL ECUADOR

Jorge Andrés Toctaguano Viracocha
CI: 0503791527
AUTOR

Josué Abraham Castro Trujillo
CI: 1724148356
AUTOR

MVZ. Alejandra Barrionuevo Mayorga. Mg.
CI:1804156089
TUTORA

NOTARIA PRIMERA DEL CANTON CHIMBO

DECLARACION JURAMENTADA

OTORGADO POR:

JORGE ANDRES TOCTAGUANO VIRACOCHA

JOSUE ABRAHAM CASTRO TRUJILLO

CUANTIA: INDETERMINADA

DI: 2 COPIAS

ESCRITURA Nº 20250203001P01096

En la ciudad de San José de Chimbo, cantón Chimbo, provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy día LUNES DIEZ (10) DE NOVIEMBRE DEL AÑO DOS MIL VEINTICINCO, ante mí, Doctor GUSTAVO ANTONIO CHAVEZ CHIMBO, NOTARIO PÚBLICO PRIMERO DE ESTE CANTON, comparece por sus propios derechos los señores: JORGE ANDRES TOCTAGUANO VIRACOCHA, soltero, con cédula de ciudadanía número cero cinco cero tres siete nueve uno cinco dos siete, domiciliado en el cantón de Latacunga, provincia de Cotopaxi y de aso por este lugar; y, JOSUE ABRAHAM CASTRO TRUJILLO, soltero, con cédula de ciudadanía número uno siete dos cuatro uno cuatro ocho tres cinco seis, domiciliado en cantón Quito, provincia de Pichincha y de paso por este lugar. Los comparecientes son ecuatorianos, mayores de edad, legalmente capaces para obligarse y contratar, a quienes por haberme presentado sus cédulas de ciudadanía de conocerlos Doy Fe: Que instruidos de la naturaleza, objeto y resultados legales de este instrumento y de una forma libre y voluntaria manifiestan que tienen a bien otorgar la presente DECLARACION JURAMENTADA. Al efecto, juramentados que fue en legal y debida forma previa las explicaciones de la gravedad del juramento, de las penas de perjurio y de la obligación que tienen de decir la verdad exponen: Nosotros, Jorge Andrés Toctaguano Viracocha, con cédula número cero cinco cero tres siete nueve uno cinco dos siete y Josué Abraham Castro Trujillo, con cédula número uno siete dos cuatro uno cuatro ocho tres cinco seis, declaramos que el trabajo y los resultados presentados en este informe no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor(es). La Universidad Estatal de Bolívar, puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional vigente.- Leída que les fue esta su Declaración a los comparecientes, quienes se afirman y se ratifican en la misma; suscribiéndola libre y voluntariamente juntamente con el infrascrito Notario en unidad de acto. De todo lo cual Doy Fe.

JORGE ANDRES TOCTAGUANO VIRACOCHA
C.C. 0503791627

JOSUE ABRAHAM CASTRO TRUJILLO
C.C. 1721418356

DR. ANTONIO CHÁVEZ CHIMBO. MSc.
NOTARIO PRIMERO DEL CANTÓN CHIMBO
Cantón Chimbo

DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DE FACTORES REPRODUCTIVOS Y TÉCNICAS EN LA INSEMINACIÓN ARTIFI...

My Files

My Files

Universidad Estatal de Bolivar

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid:::3117:519461982

Fecha de entrega
28 oct 2025, 12:40 p.m. GMT-5

Fecha de descarga
28 oct 2025, 12:57 p.m. GMT-5

Nombre del archivo
DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DE FACTORES REPRODUCTIVOS Y TÉCNICAS EN LA INSEMI....docx

Tamaño del archivo
2.1 MB

93 páginas

16.955 palabras

93.158 caracteres



turnitin Página 1 de 97 - Portada Identificador de la entrega trn:oid:::3117:519461982

3% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 15 palabras)

Exclusiones

- N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

3%	Fuentes de Internet
0%	Publicaciones
2%	Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

Caracteres reemplazados
54 caracteres sospechosos en N.º de páginas
Las letras son intercambiadas por caracteres similares de otro alfabeto.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



DEDICATORIA

Dedico esta tesis, en primer lugar, a Dios y a mis padres, Jorge y Elena, por su sacrificio, su apoyo incondicional y por ser un ejemplo constante de lucha y perseverancia. A mi hermana Gessica y a mi sobrino Emilio, quienes han sido una fuente permanente de alegría y motivación a lo largo de este camino.

A mis docentes, por compartir su conocimiento y enseñarme a ejercer esta noble profesión con responsabilidad, respeto y amor por los animales. De manera especial, expreso mi gratitud al Dr. Danilo Yánez Ms.C, al Dr. Riveliño Ramón y a mi tutora, la Dra. MVZ. Alejandra Barrionuevo Mayorga.

Gracias a todos por ser parte esencial de este logro.

"No es la fuerza, sino la constancia de los buenos resultados lo que conduce a la grandeza."

— Sócrates

Jorge Andres Toctaguano Viracocha

AGRADECIMIENTO

Con mucho amor, dedico el presente trabajo de tesis, primero a Dios, quien ha sido mi guía y fortaleza en los momentos más difíciles, iluminando mi camino con sabiduría y permitiéndome alcanzar este sueño tan valioso en mi vida.

A mis padres, Jorge y Elena, por su sacrificio, apoyo incondicional y por ser un ejemplo de lucha y perseverancia. Gracias por enseñarme a enfrentar los retos con determinación, por orientarme siempre hacia el buen camino y por creer, desde el primer día, que este objetivo era posible. Este triunfo también es de ustedes.

A mi hermana y a mi sobrino, Gessica y Emilio. A ella, por ser siempre esa voz firme y protectora que solo una hermana mayor puede tener, la que me aconseja, me guía y me recuerda quién soy cuando las dudas aparecen. Y a Emilio, por iluminar mis días con su ternura y esa alegría contagiosa que solo un niño puede dar.

A Patty, por su compañía sincera, por cada palabra de ánimo en los momentos en que más lo necesité y por recordarme que incluso en los días más pesados siempre existe un motivo para seguir avanzando. Tu presencia hizo este camino más ligero y especial.

A mis docentes, por compartir su conocimiento y enseñarme a ejercer esta noble profesión con responsabilidad, respeto y amor por los animales. De manera especial, expreso mi gratitud al Dr. Danilo Yánez Ms.C, al Dr. Riveliño Ramón y a mi tutora, la Dra. MVZ. Alejandra Barrionuevo Mayorga, cuyas enseñanzas, paciencia y guía fueron pilares fundamentales en esta etapa académica.

Gracias a todos por ser parte esencial de este logro, por dejar una huella profunda en mi vida y por acompañarme en cada paso de este viaje.

Jorge Andres Toctaguano Viracocha

DEDICATORIA

Dedico esta tesis, en primer lugar, a mis padres, Miguel y Teresa, por su sacrificio, apoyo incondicional, ejemplo de lucha y perseverancia. A mi hermana, Verito, por ser fuente de alegría y motivación a lo largo de este camino.

A mis docentes, por compartir su conocimiento y por enseñarme a ejercer esta noble profesión con responsabilidad, respeto y amor por los animales y de manera especial Dr. Danilo Yánez Ms.C, Dr. Riveliño Ramón**.** y a mi Tutora Dra. MVZ. Alejandra Barrionuevo Mayorga**.**

Gracias a todos por ser parte esencial de este logro.

"No son las cosas las que nos perturban, sino nuestras opiniones sobre ellas."

— Epicteto

Josué Abraham Castro Trujillo

AGRADECIMIENTO

Con todo mi cariño, dedico este trabajo de Tesis, en primer lugar, a Dios, quien ha sido mi guía y mi fuerza en los momentos más difíciles, iluminando mi camino con sabiduría y permitiéndome alcanzar este sueño tan significativo en mi vida.

A mis padres, Miguel y Teresa, por su constante sacrificio, apoyo incondicional y ejemplo de perseverancia. Gracias por enseñarme a enfrentar los desafíos de la vida con determinación, por brindarme siempre su confianza y por acompañarme en cada paso de este camino. Este logro es también suyo, fruto de su amor y dedicación.

A mi hermana, Verito, por ser una fuente de alegría, motivación y palabras alentadoras. Su apoyo y cariño han sido fundamentales para que este sueño se hiciera realidad.

A mis docentes, quienes compartieron generosamente su conocimiento y me guiaron a ejercer esta noble profesión con responsabilidad, respeto y amor hacia los animales. De manera especial, agradezco al Dr. Danilo Yánez Ms.C, Dr. Riveliño Ramón, y a mi tutora Dra. MVZ. Alejandra Barrionuevo Mayorga, por su paciencia, enseñanzas y consejos, que han sido pilares esenciales en mi formación académica.

Gracias a todos por ser parte de este logro, por dejar huella en mi vida y acompañarme en cada paso de esta travesía.

Josué Abraham Castro Trujillo

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I 1

1.1. INTRODUCCIÓN 1

1.2. PROBLEMA 3

1.3. OBJETIVOS 5

1.3.1. Objetivo General 5

1.3.2. Objetivos Específicos 5

1.4. HIPÓTESIS 6

CAPÍTULO II 7

2. MARCO TEÓRICO 7

2.1. Ovinos 7

2.2. Katahdin 7

2.3. Charollais 8

2.4. Aparato reproductor del macho 8

2.4.1. Testículo, escroto y epidídimo 8

2.4.2. Ductos excretores 9

2.4.3. Glándulas anexas 9

2.4.4. Pene y uretra 10

2.4.5. Espermatogénesis 10

2.5. Aparato reproductor de la hembra 11

2.5.1. Ovarios 11

2.5.2. Oviductos 12

2.5.3. El útero 12

2.5.4. El cérvix 13

2.5.5. La vagina 13

2.5.6. Vulva 13

2.5.7. Ciclo estral del ovino 14

2.6. Fisiología reproductiva de la hembra 14

2.7. Control neurológico y endocrinológico del ciclo estral 15

2.8. Fases del ciclo estral en ovinos 16

2.9. Transporte espermático en el aparato reproductor de la hembra 17

2.10. Estacionalidad reproductiva 18
2.11. Características del semen de ovino 18
2.12. Inseminación artificial 19
2.12.1. Importancia de la inseminación artificial 19
2.12.2. Inseminación artificial con semen congelado 20
2.12.3. Colecta 20
2.12.4. Evaluaciones macroscópicas 21
2.13. Evaluaciones microscópicas 22
2.14. Motilidad masal 22
2.15. Motilidad individual 23
2.16. Concentración espermática 23
2.17. Dilutores empleados para crioconservación 24
2.17.1. Dilución de semen de carnero 25
2.17.2. Descenso de temperatura - Tiempo de estabilización 25
2.17.3. Congelamiento Horizontal y definitivo de las pajuelas 25
2.17.4. Manipulación y almacenamiento de semen congelado 26
2.17.5. Descongelamiento de pajuelas 26
2.17.6. Examen post-descongelamiento 26
2.18. Inseminación artificial con semen fresco 27
2.19. Inseminación artificial a tiempo fijo 27
2.20. Tipos de inseminación artificial 27
2.21. Ventajas y desventajas de la inseminación artificial 28
2.21.1. Ventajas 28
2.21.2. Desventajas 29
2.22. Efectos de las hormonas sobre el control del estro 30
2.22.1. Mecanismo de acción del dispositivo CIDR 30
2.22.2. Mecanismo de acción de la Cicladase 30
2.23. Gonadotropina coriónica equina 30
2.24. Diagnóstico de preñez 31
2.25. Métodos de detección de preñez 31
2.25.1. Método de ultrasonografía 31
2.25.2. Método del refractómetro 32

2.25.3. Método de palpación abdominal 32
2.26. Factores que afectan las pérdidas de preñez 32
2.27. Métodos de inseminación artificial 33
2.27.1. Inseminación vaginal profunda 33
2.27.2. Inseminación cervical 33
2.27.3. Inseminación intrauterina (IAIU) 33
2.28. Sincronización e inducción de estros 34
2.28.1. Métodos farmacológicos para inducir el celo 34
2.28.2. Métodos naturales para inducir el celo 35

CAPÍTULO III 36
3. MARCO METODOLÓGICO 36
3.1. Ubicación de la investigación 36
• Localización de la investigación 36
• Situación geográfica y edafoclimática 36
• Zona de vida 36
3.2. Metodología 37
3.2.1. Material experimental 37
3.2.2. Factores en estudio 37
3.2.3. Tratamientos 37
3.2.4. Tipo de diseño experimental 38
3.2.5. Tipo de análisis 38
3.2.6. Métodos de evaluación y datos tomados 38
3.2.7. Manejo del experimento 39
3.2.8. Análisis de datos 41

CAPÍTULO IV 42
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 42
4.1. Interpretación de resultados. 42
4.1.1. Características productivas y reproductivas en la raza Charolais 42
4.1.2. Características productivas y reproductivas en la raza Katahdin 43
4.1.3. Tasa de Celo 44
4.1.4. Tasa de concepción 46

4.1.5. Tasa de Preñez 48
4.2. Comprobación de la hipótesis 52
CAPÍTULO V 53
5.1. CONCLUSIONES 53
5.2. RECOMENDACIONES 54
BIBLIOGRAFÍA 55

ÍNDICE DE TABLAS

N°	Detalle	Pag.
Tabla 1.	Formulación de un Medio de Conservación y Crioprotección para espermatozoides Ovinos	25
Tabla 2.	Tratamientos en estudio	37
Tabla 3.	Descripción del Ensayo	38
Tabla4.	Características productivas y reproductivas en las razas Charolais	42
Tabla 5.	Características productivas y reproductivas en Katahdin	43
Tabla 6.	Análisis de varianza para la variable de respuesta Tasa de Celo	44
Tabla 7.	Pruebas de Múltiple Rangos para Tasa de Celo por cada factor A	45
Tabla 8.	Pruebas de Múltiple Rangos para Tasa de Celo por cada factor B	46
Tabla 9.	Análisis de varianza para la variable de respuesta Tasa de Concepción	46
Tabla 10.	Pruebas de Múltiple Rangos para Tasa de Concepción por cada factor A	47
Tabla 11.	Pruebas de Múltiple Rangos para Tasa de Concepción por cada factor B	48
Tabla 12.	Análisis de varianza para la variable de respuesta Tasa de Preñez	48
Tabla 13.	Pruebas de Múltiple Rangos para Tasa de Preñez por cada factor A	49
Tabla 14.	Pruebas de Múltiple Rangos para Tasa de Preñez por cada factor B	50
Tabla 15.	Análisis beneficio/costo de los protocolos reproductivos evaluados	51

ÍNDICE DE FIGURAS

N°	Detalle	Pag.
1.	Gráfico de medias del Factor A de la variable de respuesta Tasa de Celo	45
2.	Gráfico de medias del Factor B de la variable de respuesta Tasa de Celo	45
3.	Gráfico de medias del Factor A de la variable de respuesta Tasa de Concepción	47
4.	Gráfico de medias del Factor B de la variable de respuesta Tasa de Concepción	47
5.	Gráfico de medias del Factor A de la variable de respuesta Tasa de Preñez	49
6.	Gráfico de medias del Factor B de la variable de respuesta Tasa de Preñez	49

ÍNDICE DE ANEXOS

N° **Detalle** **.**

Anexo 1. Mapa de ubicación de la investigación
Anexo 2. Croquis del ensayo
Anexo 3. Fichas de recolección de datos
Anexo 4. Base de datos
Anexo 5. Fotografías
Anexo 6. Glosario de términos técnicos

RESUMEN

La inseminación artificial (IA) en ovinos representa una de las biotecnologías reproductivas más utilizadas a nivel mundial para mejorar la eficiencia productiva y acelerar el progreso genético de los rebaños. Sin embargo, en Ecuador su aplicación enfrenta limitaciones asociadas al costo de los insumos, la falta de personal capacitado y las dificultades técnicas que afectan las tasas de concepción y preñez.

En este contexto, el presente estudio buscaba determinar la influencia de factores reproductivos y de la técnica empleada sobre la tasa de preñez en hembras ovinas de las razas Charoláis y Katahdin. Se plantearon tres objetivos: 1) caracterizar la respuesta reproductiva con, 2) comparar las tasas de preñez obtenidas con dispositivos intravaginales convencionales y comerciales en ovinos Charoláis y Katahdin, y 3) realizar un estudio beneficio/costo de ambos protocolos.

El estudio se llevó a cabo en el Campanario Ovino Ilaló Cununyacu, en la parroquia de Tumbaco (Quito, Ecuador), con un total de 32 hembras ovinas distribuidas en cuatro tratamientos (combinando raza y tipo de dispositivo intravaginal). Las variables evaluadas incluyeron peso, condición corporal, edad, número de partos, tasa de celo, tasa de concepción y tasa de preñez.

La metodología contempla la sincronización del estro mediante dispositivos intravaginales y protocolos hormonales, seguida de la inseminación artificial con semen de alto valor genético. El diagnóstico de preñez se realizó entre los 30 y 45 días posteriores a la inseminación, mediante ecografía. Para el análisis estadístico se aplicó ANOVA y prueba de Tukey, estableciendo un nivel de significancia del 5 %.

El análisis estadístico de las variables reproductivas evidenció que tanto el tipo de dispositivo intravaginal como la raza ovina influyen de manera significativa en el éxito de los protocolos de inseminación artificial, siendo la raza el factor más determinante. El dispositivo comercial mostró diferencias estadísticamente significativas frente al convencional ($p < 0,05$) en todas las variables, alcanzando su mayor efecto en la tasa de preñez con una mejora del 15,71% (87,68% vs. 75,78%). La raza Katahdin superó consistentemente a la Charoláis con diferencias altamente significativas ($p < 0,01$), destacando en la tasa de preñez con una ventaja del 20,80% (89,43% vs. 74,03%).

Palabras Clave: *Inseminación artificial, Ovinos, Factores reproductivos, Dispositivos intravaginales*

SUMMARY

Artificial insemination (AI) in sheep represents one of the most widely used reproductive biotechnologies worldwide to improve productive efficiency and accelerate the genetic progress of flocks. However, in Ecuador, its application faced limitations associated with the cost of supplies, the lack of trained personnel, and technical difficulties that affected conception and pregnancy rates.

In this context, the present study aimed to determine the influence of reproductive factors and the technique employed on the pregnancy rate of Charollais and Katahdin ewes. Three objectives were established: 1) to characterize the reproductive response, 2) to compare pregnancy rates obtained with conventional and commercial intravaginal devices in Charollais and Katahdin sheep, and 3) to conduct a cost/benefit analysis of both protocols.

The study was carried out at the Campanario Ovino Ilaló Cununyacu, in the parish of Tumbaco (Quito, Ecuador), with a total of 32 ewes distributed into four treatments (combining breed and type of intravaginal device). The evaluated variables included body weight, body condition, age, number of lambings, estrus rate, conception rate, and pregnancy rate.

The methodology involved estrus synchronization using intravaginal devices and hormonal protocols, followed by artificial insemination with high genetic value semen. Pregnancy diagnosis was performed between 30 and 45 days after insemination, using ultrasonography. Statistical analysis was conducted through ANOVA and Tukey's test, establishing a 5% level of significance.

The statistical analysis of reproductive variables showed that both the type of intravaginal device and sheep breed significantly influence the success of artificial insemination protocols, with breed being the most determining factor. The commercial device exhibited statistically significant differences compared to the conventional one ($p < 0.05$) across all variables, with its greatest effect observed in pregnancy rate, showing a 15.71% improvement (87.68% vs. 75.78%). The Katahdin breed consistently outperformed the Charolais with highly significant differences ($p < 0.01$), particularly in pregnancy rate, where it showed a 20.80% advantage (89.43% vs. 74.03%).

Keywords: *Artificial insemination, Sheep, Reproductive factors, Intravaginal devices*

CAPÍTULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial la biotecnología reproductiva en ovinos ha experimentado avances notables, con la implementación de técnicas como la inseminación artificial (IA), la transferencia de embriones (TE) y la fertilización in vitro (FIV). En el panorama sudamericano en Argentina, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) ha desarrollado programas de TE en ovinos, logrando mejoras significativas en la eficiencia reproductiva y en la difusión de material genético de alta calidad. En México, la aplicación de biotecnologías reproductivas ha permitido incrementar la producción ovina, mejorando la eficiencia reproductiva y la calidad genética de los rebaños. Estos avances reflejan el impacto positivo de la biotecnología en la producción ovina global, contribuyendo a la mejora de la eficiencia reproductiva y la calidad genética de los rebaños (Cadena & Cortez, 2020).

En el contexto ecuatoriano, diversos factores específicos influyen en la eficiencia de la IA en ovinos. La gestión del rebaño, la nutrición, el manejo sanitario y las prácticas de manejo son determinantes clave. La sincronización del estro es una práctica común para programar la reproducción en ovinos, utilizando dispositivos intravaginales que liberan progestágenos para controlar y sincronizar el ciclo estral (Vega, 2021). La elección entre dispositivos convencionales y comerciales puede afectar la eficiencia de la IA, dependiendo de su diseño, facilidad de uso y costo. En Ecuador, estudios han evaluado la eficacia de dispositivos intravaginales caseros en comparación con los comerciales, encontrando que los dispositivos caseros pueden ser una alternativa viable y económica para la sincronización del estro en ovinos, siempre que se sigan protocolos adecuados y se mantenga una higiene rigurosa para evitar infecciones (Vega, 2021).

En el Campanario Ovino Ilaló Cununyacu, ubicado en la parroquia de Tumbaco, Ecuador, se trabaja con las razas Charoláis y Katahdin, reconocidas por su alto potencial productivo la inseminación artificial (IA) en ovinos es una herramienta

biotecnológica esencial para mejorar la eficiencia reproductiva y acelerar el progreso genético en los rebaños. Esta técnica permite la utilización de semen de machos con alto valor genético, optimizando la producción y calidad de la descendencia por tanto puede ayudar a mejorar la producción en la localidad (Gibbons & Cueto, 2021).

1.2. PROBLEMA

La eficiencia reproductiva en la producción ovina enfrenta diversos desafíos específicos, estrechamente vinculados a las condiciones fisiológicas de las hembras y al manejo técnico aplicado. Una nutrición deficiente reduce significativamente la actividad reproductiva, mientras que problemas de salud como infecciones uterinas o endometritis comprometen la fertilidad. Factores como la edad y la paridad también influyen directamente en la respuesta hormonal y en las tasas de concepción.

En cuanto al manejo técnico, una sincronización inadecuada del celo disminuye la efectividad de la inseminación artificial (IA), y errores en el momento o en la técnica de inseminación afectan negativamente las tasas de éxito. La calidad del semen, afectada por un mal manejo o una baja viabilidad, compromete los resultados reproductivos. Además, el estrés en las hembras puede interferir con la ovulación y la implantación embrionaria, afectando directamente la productividad.

Esta baja eficiencia también se relaciona con limitaciones estructurales como la escasa infraestructura para la recolección y conservación de semen, la falta de personal capacitado, y la mínima inversión en tecnologías reproductivas aplicadas a ovinos. Estas condiciones limitan el acceso a genética mejorada, elevan los costos de los servicios y reducen su adopción por parte de los productores.

La inducción del estro en ovejas se realiza mediante métodos hormonales y técnicas de bioestimulación. Entre las hormonas utilizadas se incluyen la progesterona (P4), la gonadotropina coriónica equina (eCG), la hormona folículo estimulante (FSH), la hormona luteinizante (LH), la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) y la melatonina. Sin embargo, la mayoría de estos insumos hormonales y equipos deben ser importados, lo que incrementa los costos y dificulta su adquisición, especialmente en zonas rurales. La escasa disponibilidad en el mercado local y la falta de técnicos capacitados también limitan la correcta aplicación de estas técnicas, resultando en bajas tasas de concepción y, por ende, en una menor

rentabilidad que desincentiva su uso y reduce la competitividad de la producción ovina en el país.

En cuanto a las razas utilizadas, los carneros Charollais son reconocidos por su utilidad en cruzamientos destinados a mejorar la calidad de la carne, y sus ovejas destacan por su buena capacidad maternal y elevada fecundidad, siendo comunes los partos triples. Por otro lado, las ovejas Katahdin presentan una alta adaptabilidad a climas cálidos y húmedos, resistencia a parásitos y no requieren esquila gracias a su muda natural. Además, tienen una destacada prolificidad y precocidad sexual, con hembras fértiles desde los siete meses y machos desde los seis, lo que las convierte en una opción atractiva para programas de reproducción intensiva.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

Determinar la influencia de factores reproductivos y técnicas en la inseminación artificial en ovinos.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar la respuesta reproductiva con los dos tipos de dispositivos
- Comparar las tasas de preñez obtenidas con dispositivos intravaginales convencionales y comerciales en ovinos Charoláis y Katahdin.
- Realizar un estudio Beneficio / Costo de ambos protocolos.

1.4. HIPÓTESIS

Ho: Los factores reproductivos y técnicas de inseminación artificial no tienen influencia significativa en la tasa de preñez en hembras ovinas.

Ha: Los factores reproductivos y técnicas de inseminación artificial tienen influencia significativa en la tasa de preñez en hembras ovinas.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Ovinos

Los ovinos, pertenecientes a la familia Bovidae y al género *Ovis*, son animales domesticados por el ser humano desde hace milenios para la producción de carne, lana, leche y cuero. Gracias a su sistema digestivo adaptado, pueden aprovechar forrajes y pastos que otros animales no consumirían, lo que los hace eficientes en sistemas de producción extensiva. Además, su comportamiento gregario facilita su manejo y les permite formar rebaños, lo que resulta fundamental para su crianza en diversos entornos (Ovinosprecoces, 2020).

Los ovinos destacan por su capacidad de adaptarse a una amplia variedad de condiciones climáticas, desde áreas desérticas hasta regiones montañosas. Existen razas especializadas según su propósito productivo: las de carne, como Charollais y Suffolk; las de lana, como Merino; y las de pelo, como Katahdin y Dorper. Cada una posee características particulares que las hacen valiosas en la producción pecuaria. En muchas zonas rurales, los ovinos representan una fuente clave de ingresos y recursos, contribuyendo al sustento de numerosas familias y a la seguridad alimentaria a nivel mundial (García, 2020).

2.2. Katahdin

Dentro de las diversas razas ovinas, la Katahdin es una raza de pelo originaria de Estados Unidos, desarrollada a partir de la década de 1950. Esta raza es el resultado de la hibridación de ovinos criollos de las Islas Vírgenes Británicas con razas como Dorset, Cheviot, Suffolk Down y Wiltshire Horn. Las ovejas Katahdin se destacan por su adaptabilidad a climas cálidos y húmedos, resistencia a parásitos y la ausencia de necesidad de esquila, ya que mudan su pelaje de forma natural. Además,

presentan una alta prolificidad y precocidad sexual, con hembras capaces de preñarse desde los siete meses y machos fértiles desde los seis meses (López, 2021).

2.3. Charollais

Por otro lado, la raza **Charollais** tiene su origen en Francia, alrededor del año 1800. Es reconocida por su excelente calidad cárnica, produciendo canales con un lomo ancho y largo. Los carneros Charollais son comúnmente utilizados en cruzamientos para mejorar la calidad de la carne en otras razas. Las ovejas de esta raza son buenas madres, con una fecundidad notable, alcanzando prolificidades del 150-170%, siendo frecuentes los partos triples. Se adaptan bien tanto a sistemas de pastoreo como a sistemas de encierro intensivo (Ovinosprecoces, 2020).

2.4. Aparato reproductor del macho

El sistema reproductor del carnero está compuesto por varios órganos especializados: los testículos, los ductos excretores, las glándulas accesorias, el pene y la uretra. Cada uno cumple una función específica: los testículos son los responsables de generar tanto espermatozoides como la hormona masculina. Los ductos excretores tienen la función de transportar los gametos producidos por los testículos. Las glándulas anexas se encargan de aportar volumen, diluir y agregar propiedades al fluido generado en los testículos. Finalmente, el pene y la uretra permiten conducir esta secreción hacia el aparato reproductor de la hembra durante la reproducción (Vaca, 2021).

2.4.1. Testículo, escroto y epidídimo

Los testículos son órganos de forma globular que desempeñan dos funciones principales: la producción de células reproductivas (espermatozoides) y la secreción de la hormona masculina, conocida como testosterona. Estos se encuentran suspendidos por el cordón testicular en una estructura de piel llamada escroto, cuyo propósito es mantenerlos a una temperatura de 2 a 3 grados por debajo de la

temperatura corporal interna para asegurar un ambiente óptimo para la producción espermática (López, 2021).

Los espermatozoides generados en los testículos se trasladan hacia el epidídimo a través de los vasos deferentes. El epidídimo es un conducto extenso y enroscado que conecta los vasos eferentes con los conductos deferentes. La cabeza del epidídimo se encuentra en contacto con el polo del testículo por donde ingresan los nervios y vasos sanguíneos. Su cuerpo se extiende de forma paralela al eje mayor del testículo, mientras que su cola se une con el conducto deferente, que se desplaza nuevamente por el cuerpo del epidídimo hacia la región de la cabeza, donde se incorpora al cordón espermático (Ovinosprecoces, 2020).

2.4.2. Ductos excretores

La cola del epidídimo se conecta con el conducto deferente, que asciende siguiendo el contorno del testículo y se incorpora al cordón testicular, donde se encuentra junto a un conjunto de estructuras que incluyen venas, arterias, nervios y fibras musculares del músculo cremáster. Al ingresar a la cavidad abdominal, este conducto se ensancha, formando las ampollas de Henle, las cuales se localizan sobre el cuello de la vejiga. A partir de ahí, dos conductos cortos, conocidos como conductos eyaculadores, se dirigen hacia la uretra, que se encuentra en el interior del pene, estableciendo así una conexión entre los túbulos seminíferos y el exterior. Estos conductos suelen ser intervenidos quirúrgicamente antes de ingresar a la cavidad abdominal cuando se busca esterilizar a los carneros, proceso conocido como "retarjo" (González et al., 2021).

2.4.3. Glándulas anexas

Los órganos sexuales internos comprenden un conjunto de glándulas conocidas como glándulas anexas. Entre ellas se encuentran las vesículas seminales, localizadas en la parte superior del cuello de la vejiga; la próstata, ubicada detrás

de este cuello; las glándulas de Cowper, situadas sobre la uretra; y las glándulas de Littre, presentes en el grosor de la uretra. Todas estas glándulas desempeñan la función de aportar fluidez, volumen y movilidad al semen, ya que, sin sus secreciones, el eyaculado estaría compuesto casi exclusivamente por espermatozoides (Martínez et al., 2022).

2.4.4. Pene y uretra

La uretra, que atraviesa todo el pene, culmina en una estructura delgada conocida como prolongación uretral o apéndice vermiforme, la cual desempeña un papel crucial durante el apareamiento natural. Si bien la extirpación quirúrgica de este filamento es necesaria en algunos casos para eliminar cálculos, su ausencia no afecta la fertilidad del animal. El pene, órgano copulador del macho, se puede dividir en tres secciones principales: el glande, que constituye el extremo libre; el cuerpo, que conforma la parte más extensa; y las raíces, que se conectan con el arco isquiático de la pelvis y están cubiertas por el músculo isquiocavernoso (González et al., 2021).

2.4.5. Espermatogénesis

La espermatogénesis es el proceso mediante el cual se forman los espermatozoides. Todo comienza con una célula inicial que, en algunos textos, se denomina arquigonias y más recientemente se conoce como gonocitos. Cuando se alcanza la pubertad, estos gonocitos comienzan a dividirse y se convierten en espermatogonias, células especializadas que se localizan junto a la membrana basal de los túbulos seminíferos. Existen varios tipos de espermatogonias que se distinguen por la apariencia de sus núcleos. Las espermatogonias de tipo A tienen un núcleo liso y, después de múltiples divisiones, se transforman en espermatogonias de tipo B, con un núcleo más rugoso. La última división mitótica de estas células origina a los espermatocitos primarios, los cuales experimentan la división meiótica, que es una forma de mitosis en las células madre. Este proceso de reducción cromosómica es esencial para la continuidad de la especie, ya que,

cuando el espermatozoide se fusiona con el óvulo —que también ha pasado por una reducción cromosómica similar se restablece el número cromosómico original de la especie (Andaluz, 2024).

Después de la primera división mitótica, las dos células resultantes se denominan espermatocitos de segundo orden o secundarios. Estas células tienen una vida muy corta, de apenas unas horas, durante las cuales se dividen dos veces más. En la última de estas divisiones, dan origen a las espermátidas. A partir de este punto, las espermátidas no experimentan más divisiones celulares, pero sí se someten a diversas modificaciones y transformaciones morfológicas, un proceso conocido como espermiogénesis, a través del cual se convierten en espermatozoides maduros. Una vez formados, los espermatozoides se desplazan hacia la luz o lumen de los túbulos seminíferos (Guerrero, 2020).

2.5. Aparato reproductor de la hembra

Los genitales femeninos no solo cumplen la función de producir los gametos femeninos, sino también de recibir y transportar los gametos masculinos. El aparato reproductor de la hembra se compone de varios órganos: los ovarios, los oviductos, el útero, el cérvix, la vagina y la vulva, cada uno con un papel específico en el proceso de reproducción y gestación (Martínez et al., 2022).

2.5.1. Ovarios

Los ovarios, también conocidos como gónadas femeninas, son los órganos sexuales primarios en las hembras. Cada individuo posee dos ovarios, los cuales suelen ser igualmente funcionales y desempeñan dos roles fundamentales: la producción de células reproductivas femeninas y la síntesis de hormonas sexuales como la progesterona y los estrógenos. Estas hormonas son cruciales para el desarrollo y mantenimiento de las características femeninas, así como para la reproducción y la lactancia. Los ovarios se ubican en la cavidad abdominal, detrás de los riñones, y

están sostenidos por el ligamento útero-ovárico, que los mantiene en estrecha proximidad con los cuernos uterinos (Guerrero, 2020).

2.5.2. Oviductos

Según los autores Vázquez et al. (2021), los oviductos son dos conductos sinuosos de aproximadamente 20 cm de longitud cada uno, que se extienden desde los ovarios hasta los cuernos uterinos. Su función principal es captar los oocitos liberados por los ovarios, transportarlos hacia el útero y servir como sitio para la fecundación. El extremo que se conecta con los ovarios se conoce como infundíbulo, una estructura con forma de embudo, donde los espermatozoides se encuentran a la espera del oocito, siendo este el lugar donde ocurre la fertilización (Vázquez et al., 2021).

2.5.3. El útero

Este órgano se compone de un cuerpo central y dos prolongaciones llamadas cuernos uterinos, los cuales miden entre nueve y dieciséis centímetros de largo, mientras que el cuerpo del útero es relativamente corto, con una longitud de entre tres y cinco centímetros. Es en uno de estos cuernos uterinos donde se produce la implantación del embrión y su posterior desarrollo como feto. La estructura de la pared uterina está conformada por tres capas: la capa externa, conocida como epitelio; el miometrio, que es la capa muscular intermedia responsable de las contracciones que facilitan el transporte de los espermatozoides; y el endometrio, que es la capa más interna de naturaleza glandular. Bajo la influencia de la progesterona, el endometrio se engruesa y secreta nutrientes esenciales para alimentar al embrión antes de que se realice su implantación definitiva en la pared uterina (Álvarez, 2020).

2.5.4. El cérvix

El cérvix, con una longitud que varía entre 4 y 7 cm, es la estructura que conecta el útero con la parte anterior de la vagina. Se caracteriza por ser relativamente rígido debido a su composición de tejido conjuntivo, muscular y glándulas secretoras ubicadas en su zona más interna. Estas glándulas producen el moco cervical, especialmente durante el estro, el cual los espermatozoides deben atravesar para llegar al útero. La pared interna del cérvix está formada por una serie de crestas que, cuando se cierran entre sí, hacen que el cérvix sea prácticamente infranqueable. En el caso de las ovejas, los pliegues cervicales se adhieren tan firmemente que dejan un paso extremadamente estrecho y tortuoso, lo que hace que la inserción de la pipeta de inseminación sea prácticamente imposible (Vázquez et al., 2021).

2.5.5. La vagina

La vagina es el órgano reproductivo femenino encargado de recibir el semen durante la copulación. La región interna que rodea la entrada del cérvix se conoce como fornix vaginal, que es precisamente donde se deposita el semen durante el apareamiento natural. Siguiendo esta estructura, se encuentra el vestíbulo vaginal, el cual contiene el orificio uretral en su parte posterior e inferior. En esta área se localizan glándulas que producen mucus. La porción externa y final de la vagina es la vulva, que en las ovejas presenta una forma triangular con la punta dirigida hacia abajo (Álvarez, 2020).

2.5.6. Vulva

La vulva constituye la porción externa del aparato reproductor femenino, que se extiende desde la vagina hasta la abertura hacia el exterior. La conexión entre la vagina y la vulva se caracteriza por la presencia del orificio uretral externo, junto a un pliegue que se encuentra justo por delante de este orificio, considerado como un vestigio del himen. En algunos casos, el himen puede desarrollarse completamente y llegar a obstruir la cópula. Detrás del meato urinario, ubicado a aproximadamente

5 cm del extremo de la vulva, esta se prolonga con una longitud de 4 cm. Cerca del extremo inferior de la vulva, a una distancia de 12 a 15 mm, se localiza el clítoris, un órgano altamente sensitivo. Además, en la mucosa de las paredes vulvares se encuentran las glándulas de Bartholin, cuya función es segregar un moco que lubrica la zona, facilitando el paso del pene o del vaginoscopio durante los exámenes ginecológicos (Sánchez & Escobedo, 2024).

2.5.7. Ciclo estral del ovino

La reproducción en las ovejas se caracteriza por ser poliéstrica estacional, lo que significa que tienen una época específica del año en la que la mayoría de las hembras experimenta ciclos regulares de estro o celo, conocida como estación reproductiva. Durante este periodo, las ovejas muestran un comportamiento cíclico de actividad sexual, mientras que, en otra etapa del año, dependiendo de la raza, pueden entrar en un estado de inactividad reproductiva, llamado anestro. El tiempo que transcurre entre un celo y otro se denomina ciclo estral. Durante la temporada de reproducción, las ovejas presentan estros a intervalos regulares. Este es el momento en el que son fértiles y, si no se produce la fecundación, el ciclo se repite cada 16 o 17 días en la mayoría de los casos, aunque el intervalo puede oscilar entre 14 y 19 días en algunas razas (Caiza et al., 2024).

2.6. Fisiología reproductiva de la hembra

La actividad reproductiva en las ovejas se clasifica como poliéstrica estacional, lo que significa que existe una época del año en la que la mayoría de las hembras presentan ciclos regulares de estro o celo, conocida como la estación sexual. En contraste, durante otro período del año, un porcentaje variable de hembras dependiendo de la raza entra en un estado de inactividad reproductiva denominado anestro (Sánchez & Pedraz, 2024).

Durante el ciclo estral, se producen cambios funcionales y estructurales tanto en el ovario como en los folículos. Cerca del momento del estro, el folículo ovulatorio alcanza un tamaño considerable y secreta grandes cantidades de estrógenos, lo que provoca un aumento en la concentración de la hormona luteinizante (LH), desencadenando así la ovulación (Caiza et al., 2024).

La secreción de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) en la hembra es regulada por dos áreas distintas del hipotálamo. El centro tónico es el encargado de mantener una secreción basal constante de GnRH, mientras que el centro preovulatorio, también llamado centro de ondas, controla la liberación de la hormona luteinizante (LH), la cual es crucial para la ovulación (Sánchez & Pedraz, 2024).

2.7. Control neurológico y endocrinológico del ciclo estral

El ciclo estral se controla a través de la compleja interacción de diversos órganos, entre los cuales se encuentran el eje hipotálamo-hipófisis, los ovarios y el útero. Estos órganos actúan de manera coordinada mediante la liberación de hormonas, que funcionan como mensajeros químicos. Estas hormonas se desplazan por el torrente sanguíneo hasta alcanzar tejidos y órganos específicos que poseen receptores diseñados para captar hormonas determinadas, regulando así las distintas etapas del ciclo estral y asegurando su adecuado desarrollo (Laura, 2020).

a. **Hipotálamo**

El hipotálamo, ubicado en la base del cerebro, desempeña un papel crucial en la regulación hormonal del ciclo estral. Sus neuronas sintetizan la Hormona Liberadora de Gonadotropinas (GnRH), la cual se transporta a través de los capilares hacia el sistema hipofisiario. Una vez en la hipófisis, esta hormona estimula a las células de la hipófisis anterior para que produzcan y liberen hormonas como la Hormona Folículo Estimulante (FSH) y la Hormona Luteinizante (LH), esenciales para la regulación del ciclo reproductivo (Pérez et al., 2020).

b. **Hipófisis**

La hipófisis se divide en dos secciones: la anterior, llamada adenohipófisis, y la posterior. En la adenohipófisis se producen diversas hormonas, siendo la FSH y la LH las más relevantes para el ciclo estral. La FSH promueve el crecimiento y la maduración de los folículos ováricos, así como la esteroidogénesis en los ovarios, mientras que la LH es responsable de desencadenar la ovulación y la posterior formación y mantenimiento del cuerpo lúteo, asegurando así el correcto funcionamiento del ciclo reproductivo (Romaniuk et al., 2023).

2.8. Fases del ciclo estral en ovinos

El ciclo estral se puede dividir en dos etapas principales: la fase folicular y la fase lútea, por razones de simplicidad. La fase folicular, que tiene una duración relativamente corta de 3 a 4 días, culmina con el estro, mientras que la fase lútea ocupa el resto del ciclo, abarcando alrededor de 13 a 14 días (Romaniuk et al., 2023).

a. Fase Folicular

Durante la fase folicular, el desarrollo de los folículos está regulado por las hormonas FSH y LH. Estas gonadotropinas no solo promueven el crecimiento de los folículos, sino que también inducen la secreción de estrógenos. Los folículos preovulatorios son responsables de la producción de grandes cantidades de estrógenos. Al principio, la baja concentración de estrógenos en la sangre ejerce un efecto inhibitorio sobre la secreción de gonadotropinas en la hipófisis, evitando una sobreestimulación de los ovarios. Sin embargo, cuando la concentración de estrógenos aumenta lo suficiente, desencadena una liberación masiva de LH desde la hipófisis, conocida como oleada preovulatoria de LH. Esta liberación de LH causa modificaciones en la pared del folículo, llevando a su ruptura y a la posterior liberación del ovocito (Alvarado et al., 2022).

Los niveles elevados de estrógenos durante esta fase son los responsables de inducir el comportamiento de estro en las hembras. Además de los estrógenos, los folículos maduros secretan inhibina, una hormona que regula de manera específica la secreción de FSH por parte de la hipófisis. Al limitar la producción de FSH, la inhibina evita el desarrollo de nuevos folículos cuando ya existen folículos preovulatorios listos para liberar el ovocito, lo que permite mantener un ritmo controlado de ovulación (Romaniuk et al., 2023).

b. **Fase Lútea**

En la fase lútea, el cuerpo lúteo se convierte en el principal productor de progesterona, una hormona que prepara el útero para recibir y mantener al embrión. La concentración de progesterona en la sangre alcanza su punto máximo aproximadamente seis días después de la ovulación y permanece alta durante la gestación, en caso de que la hembra haya sido fecundada. Si no se produce la concepción, tras 11 a 12 días, el cuerpo lúteo comienza a reducirse, pierde su color característico y disminuye su producción de progesterona. Esta regresión del cuerpo lúteo es el resultado de la acción de la Prostaglandina F2α, una sustancia producida en el útero en respuesta a la exposición prolongada a la progesterona. Si el animal queda preñado, la producción de Prostaglandina F2α se detiene, permitiendo que el cuerpo lúteo se mantenga activo y continúe con la secreción de progesterona necesaria para la gestación (Alvarado et al., 2022).

2.9. Transporte espermático en el aparato reproductor de la hembra

En la inseminación natural, el semen se deposita en la parte anterior de la vagina. De los numerosos espermatozoides que se liberan en esta región, solo una pequeña fracción logra atravesar el cérvix y continúa su camino hacia el útero y los oviductos. En el caso de la inseminación artificial, la viabilidad y el transporte de los espermatozoides dependen del estado en el que se encuentre el ciclo estral. El desplazamiento de los espermatozoides a lo largo del aparato reproductor femenino se produce gracias a su capacidad de movimiento y a las contracciones del útero,

las cuales son inducidas por la acción de los estrógenos liberados por los folículos en desarrollo (Fernández, 2019).

2.10. Estacionalidad reproductiva

La actividad reproductiva de las ovejas varía significativamente entre estaciones, por lo que se las conoce como reproductoras de días cortos. Esto se debe a que su reproducción se activa con la reducción de las horas de luz, generalmente durante el otoño. En las zonas ecuatoriales, donde la duración del día no cambia de forma significativa, la reproducción puede darse en cualquier época del año o estar influenciada por otros factores. En general, las ovejas que viven en latitudes altas (más de 35°) presentan una marcada estacionalidad reproductiva, regulada principalmente por el fotoperiodo. Por otro lado, las ovejas que habitan en latitudes bajas (menos de 35°) también muestran estacionalidad reproductiva, aunque de forma menos acentuada. En el caso de los ovinos criollos del altiplano peruano, en rebaños donde machos y hembras permanecen juntos, los apareamientos se concentran entre los meses de diciembre y julio (Aguirre, 2023).

2.11. Características del semen de ovino

La composición del semen varía de una especie a otra, ya que tanto el volumen de eyaculación como la concentración de espermatozoides dependen de la anatomía y de los patrones reproductivos característicos de cada especie. En el caso de los ovinos, la eyaculación se produce de manera espontánea, y durante el apareamiento, el semen se deposita en la parte anterior de la vagina. El semen en los óvidos se caracteriza por tener un volumen relativamente bajo, pero con una alta concentración de espermatozoides. Además, tanto el volumen como la concentración pueden variar significativamente entre individuos de la misma especie, influenciados por factores como la edad, el clima, el estado nutricional y la frecuencia de las eyaculaciones (Gamarra, 2023).

2.12. Inseminación artificial

La inseminación artificial es una técnica de reproducción que consiste en recolectar el semen de los machos y depositarlo en el sistema reproductivo de las hembras con el fin de fecundar los óvulos maduros. A través de este procedimiento, el ser humano interviene en el proceso reproductivo con el propósito de alcanzar objetivos específicos de producción. En las ovejas, el cérvix presenta entre 4 y 7 anillos y varios pliegues que dificultan el paso de la pipeta de inseminación, impidiendo llegar al útero mediante el método transcervical. Existe una fuerte correlación entre la profundidad a la que se deposita el semen en el cérvix y el índice de concepción obtenido. Sin embargo, la técnica presenta ciertos desafíos, especialmente relacionados con los costos adicionales y el trabajo requerido para sincronizar los estros, detectar el celo en las hembras y utilizar semen congelado, ya que con semen fresco o refrigerado el proceso resulta menos complicado (Álvarez, 2020).

La inseminación artificial se puede llevar a cabo utilizando tres métodos: inseminación vaginal, intracervical e intrauterina. Cuando se emplea semen fresco, se suelen utilizar las vías vaginal e intracervical, mientras que para el uso de semen congelado se prefiere la vía intrauterina. El volumen adecuado de semen a utilizar varía según el punto en el que se deposite. Para la inseminación cervical e intrauterina se recomienda un volumen de entre 0.05 y 0.20 ml, mientras que para la inseminación vaginal se sugiere emplear 0.5 ml. Un volumen menor a 0.05 ml no es práctico, ya que dificulta su correcta administración. En cuanto a la cantidad de espermatozoides móviles, esta también depende del lugar de deposición: en la inseminación cervical se aconseja utilizar un mínimo de 100 millones de espermatozoides, para la intrauterina entre 20 y 100 millones, y para la vaginal se recomienda una cantidad de 300 millones de espermatozoides (Gamarra, 2023).

2.12.1. Importancia de la inseminación artificial

Según la información presentada, la inseminación artificial se considera una herramienta fundamental para mejorar los programas de selección genética. Este

método ha facilitado la evaluación precisa de los machos a través de la observación de las características de su descendencia. Además, la inseminación artificial permite aumentar significativamente la cantidad de crías generadas por cada macho y optimiza la distribución del uso del semen, tanto en diferentes ubicaciones como a lo largo del tiempo, contribuyendo así a una gestión reproductiva más eficiente y efectiva (Álvarez et al., 2023).

2.12.2. Inseminación artificial con semen congelado

Las técnicas de congelación de semen permiten un aprovechamiento óptimo y una amplia difusión de genes, además de posibilitar la conservación del material genético en nitrógeno líquido a una temperatura de -196 °C por un periodo de tiempo indefinido. El uso de semen congelado en ovinos puede tener un gran impacto en el mejoramiento genético, ya que incrementa significativamente el flujo de material genético, facilitando su comercialización a nivel internacional y promoviendo una mayor diversidad genética en diferentes regiones del mundo (Gamarra, 2023).

2.12.3. Colecta

El método más adecuado para la recolección de semen es el uso de la vagina artificial, ya que permite obtener eyaculados con una alta motilidad y concentración espermática. En contraste, cuando el semen se recolecta utilizando un electroeyaculador, suele estar contaminado con orina, lo que genera volúmenes mayores, pero con una menor concentración de espermatozoides. Por ello, su uso se recomienda únicamente en situaciones en las que el macho no pueda ser entrenado para la recolección con vagina artificial y cuando se necesite el semen para inseminación artificial con material fresco (Álvarez et al., 2023).

La vagina artificial se describe como un tubo metálico recubierto internamente con una manga de goma, cuya extremidad se dobla hacia fuera del tubo y se asegura

con un elástico. Este dispositivo funciona bajo dos principios fundamentales: la termodinámica, relacionada con la temperatura, y la mecánica, relacionada con la presión, para asegurar una recolección efectiva del semen (Gamarra, 2023).

2.12.4. Evaluaciones macroscópicas

Una vez recolectado el semen, es fundamental mantenerlo en condiciones óptimas para evitar cualquier alteración en su calidad. Esto implica protegerlo de variaciones bruscas de temperatura, evitar su contacto con agua, metales y la exposición directa a la luz solar, así como prevenir la contaminación con impurezas. Todo el material utilizado en el proceso, como recipientes y herramientas, debe ser de vidrio o plástico, estar perfectamente esterilizado, seco y conservarse a la misma temperatura que el semen. Además, se debe evaluar visualmente el color del eyaculado y analizar su motilidad masal, ya que estos factores son determinantes para decidir si el semen es apto para su uso en el proceso de inseminación (Gamarra, 2023).

- **Color**

La evaluación inicial del semen se basa en la observación de su color, el cual debe presentar un tono blanco lechoso o un color crema pálido para considerarse normal. La presencia de un color rojizo sugiere contaminación con sangre, mientras que los tonos grises o marrones pueden indicar la existencia de infecciones o algún tipo de contaminación. En estos casos, se recomienda desechar el eyaculado y proceder a una revisión detallada del macho para identificar posibles problemas de salud (Burton et al., 2024).

- **Volumen**

El volumen del semen se determina mediante un tubo de recolección graduado. Al utilizar la vagina artificial, el volumen de eyaculado suele ser de aproximadamente 1 ml, aunque puede variar en función de factores como la edad, el tamaño, la

condición física del animal, la frecuencia de recolección y la habilidad del operador. En carneros adultos, es común obtener entre 4 y 5 eyaculados diarios con volúmenes que oscilan entre 0.8 y 1.5 cc, presentando una consistencia (Gamarra, 2023).

- **Ph**

El pH del semen resulta de la interacción entre las reacciones de neutralización de las glándulas con efecto tampón y la concentración iónica proveniente de las ampollas de Henle y del epidídimo. En los ovinos, el pH suele ser ligeramente ácido, lo cual es un factor crucial para mantener su capacidad fertilizante. Por el contrario, un pH alcalino se asocia con baja fertilidad, necrospermia y una disminución tanto en la concentración espermática como en la motilidad. En el caso de los carneros, los valores de pH se encuentran generalmente entre 6.2 y 7.3, aunque en algunos casos un pH de 7.5 también se considera dentro de los rangos normales (Burton et al., 2024).

2.13. Evaluaciones microscópicas

El análisis microscópico del semen facilita la evaluación de diversas características importantes, como la movilidad, vitalidad, concentración y morfología de los espermatozoides. Además, este procedimiento permite identificar la presencia de otras células o elementos distintos a los espermatozoides, lo que proporciona una visión más completa del estado del eyaculado y su calidad reproductiva (Vaca, 2021).

2.14. Motilidad masal

Gibbons y Cueto (2021), explican que la motilidad masal del semen se evalúa observando la rapidez con la que se forman y disipan las ondas de movimiento. Este parámetro se mide de manera subjetiva utilizando una escala de 0 a 5, donde 0 representa la mínima motilidad y 5 la máxima. Se considera óptimo proceder con

la congelación del eyaculado cuando presenta una motilidad masal de 3 o superior, lo cual indica una calidad adecuada del semen (Gibbons & Cueto, 2021).

2.15. Motilidad individual

La motilidad individual de una muestra de semen se refiere al porcentaje de células móviles observado bajo el microscopio. Esta valoración es tanto cuantitativa como cualitativa, ya que se mide el porcentaje de espermatozoides en movimiento (de 0 a 100%) y se analiza la calidad del movimiento, que puede clasificarse en progresión lineal, progresión no lineal, no progresivo o inmóvil (Hurtado, 2024).

2.16. Concentración espermática

Para determinar la concentración de espermatozoides en el semen existen varios métodos, como el recuento en cámara de Neubauer o mediante el uso de fotocolorímetros. La concentración se expresa en términos del número de espermatozoides por mililitro (ml). La cámara de recuento está compuesta por tres partes: una placa de vidrio con un cuadriculado grabado en bajo relieve donde se deposita la muestra; un cubreobjetos específico que, al colocarse sobre la placa, forma la cámara; y una pipeta especial para la toma y dilución de la muestra (Valdez et al., 2024).

- **Viabilidad**

La viabilidad espermática se basa en la capacidad de la membrana celular de los espermatozoides para actuar como barrera frente a los colorantes. Los espermatozoides vivos mantienen la integridad de su membrana y no permiten el ingreso de colorantes al interior de la célula, mientras que los espermatozoides muertos absorben estos tintes. Este principio biofísico ha permitido el desarrollo de métodos que diferencian entre espermatozoides vivos y muertos (Mazorra et al., 2020).

- **Morfología**

El análisis de la morfología espermática se centra en el estudio de la forma y estructura del espermatozoide, con el fin de determinar su capacidad para fertilizar. Este examen busca identificar y eliminar aquellos espermatozoides que no presentan una forma adecuada para la reproducción. Un alto porcentaje de espermatozoides con morfología anormal puede indicar inmadurez sexual, problemas degenerativos o patologías. Se considera aceptable un porcentaje máximo de atipias de hasta el 30%, es decir, al menos el 70% de los espermatozoides deben ser morfológicamente normales. Asimismo, los defectos en la cabeza no deben superar el 15-20%, mientras que los defectos en el acrosoma y la cola se toleran hasta un 25% Fuente: (Loza, 2020).

2.17. Dilutores empleados para crioconservación

La dilución del semen previo a su congelación puede realizarse utilizando diluyentes preparados en el laboratorio o productos comerciales. Estos diluyentes incluyen TRIS (Hidroximetil Aminometano) o citrato como agentes buffer y glucosa como fuente de energía. Además, se agregan agentes protectores para las membranas celulares durante el proceso de enfriamiento a 5 °C (como la yema de huevo) y durante el congelamiento (generalmente glicerol). Por otro lado, existen diluyentes comerciales como AndroMed, un producto concentrado y estéril, diseñado para la preparación de un diluyente libre de yema de huevo para el procesamiento de eyaculados de bovinos y ovinos. Este diluyente es adecuado tanto para la congelación como para la preservación del semen fresco y contiene fosfolípidos, TRIS, ácido cítrico, azúcares, antioxidantes, tampones, glicerina, agua de alta pureza y antibióticos, cumpliendo con la normativa CE 88/407. Los beneficios de AndroMed radican en que no contiene componentes de origen animal, reduciendo así el riesgo de contaminación microbiológica y facilitando su preparación (Cely et al., 2021).

Tabla 1.

Formulación de un Medio de Conservación y Crioprotección para espermatozoides Ovinos.

Componente	Cantidad
TRIS	3.63 g
Glucosa	0.50 g
Ácido cítrico	1.95 g
Yema de huevo	15 ml
Glicerol	5 ml
Estreptomicina	0.1 g
Penicilina	100.000 U.I.
Agua destilada	Hasta completar a 100 ml

*Fuente***:** (Ramírez et al., 2024).

2.17.1. Dilución de semen de carnero

Los espermatozoides solo pueden sobrevivir fuera del organismo durante un corto período de tiempo. Los diluyentes se agregan al eyaculado para mantener su metabolismo, viabilidad y fertilidad. Además, para la inseminación artificial con semen fresco, se diluye el eyaculado para aumentar su volumen, lo cual permite inseminar a un mayor número de hembras y optimizar el rendimiento reproductivo del semental (Ramírez, 2022).

2.17.2. Descenso de temperatura - Tiempo de estabilización

El descenso de temperatura comienza a partir de los 36 °C cuando se retira el semen del baño maría y se expone a temperatura ambiente, con una disminución de aproximadamente 2 °C cada 3 minutos hasta alcanzar los 5 °. Una vez alcanzada esta temperatura, el semen debe mantenerse en una nevera a 5 °C durante 45 a 60 minutos para estabilizarse (Angulo & Angulo, 2020).

2.17.3. Congelamiento Horizontal y definitivo de las pajuelas

El congelamiento horizontal se lleva a cabo colocando las pajuelas en una rampa de congelación, en la que se exponen a los vapores de nitrógeno líquido a -110 °C durante 10 minutos. Posteriormente, las pajuelas se sumergen en nitrógeno líquido

y se realiza la primera evaluación de motilidad individual. Una vez completado este proceso, las pajuelas se almacenan en nitrógeno líquido a -196 °C y se examinan microscópicamente a las 24 horas y a los 15 días post-congelación para verificar la motilidad individual. Las pajuelas que cumplen con los estándares de calidad se mantienen a -196 °C para su conservación (Hurtado, 2024).

2.17.4. Manipulación y almacenamiento de semen congelado

Las pajuelas se almacenan en porta pajuelas identificados en la parte superior y se colocan dentro de los canastillos del termo de nitrógeno líquido. Durante su almacenamiento, es fundamental monitorear periódicamente el nivel de nitrógeno líquido en los termos, asegurándose de que no descienda por debajo de los 10 cm. Al manipular el semen, se debe evitar elevar los canastillos por encima de la boca del termo para prevenir alteraciones en la temperatura del contenido (Angulo & Angulo, 2020).

2.17.5. Descongelamiento de pajuelas

Para descongelar las pajuelas, se recomienda sumergirlas en un baño maría a 36 °C, moviéndolas suavemente con unas pinzas para asegurar una descongelación homogénea. El proceso debe durar aproximadamente 15 segundos para garantizar la recuperación óptima del material seminal (Chango, 2023).

2.17.6. Examen post-descongelamiento

En la etapa posterior a la descongelación, es crucial evaluar el porcentaje de motilidad individual progresiva de los espermatozoides, que se mide como la capacidad de desplazarse hacia adelante. La escala de evaluación va de 0 a 5, considerándose aceptable una motilidad progresiva igual o superior a 2.5 (González et al., 2021).

2.18. Inseminación artificial con semen fresco

La inseminación artificial con semen fresco se lleva a cabo utilizando el semen recolectado a través de una vagina artificial o mediante un electroeyaculador. Durante el proceso de evaluación y uso, el semen se mantiene en un baño maría con agua a una temperatura de 28 a 30 °C para conservar sus propiedades (Angulo & Angulo, 2020).

2.19. Inseminación artificial a tiempo fijo

La inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) implica la sincronización del celo en un grupo de hembras mediante el uso de dispositivos intravaginales con progesterona o esponjas con progestágenos, junto con una combinación de hormonas. Este método permite realizar la inseminación artificial de manera simultánea en todas las hembras sincronizadas (González et al., 2021).

2.20. Tipos de inseminación artificial

Los diferentes tipos de inseminación artificial se clasifican según el lugar donde se deposita el semen en el tracto reproductivo de la oveja. Existen tres alternativas:

- **Intracervical**: El semen se deposita dentro del canal del cuello uterino o cérvix, lo cual requiere una mayor cantidad de semen en comparación con otros métodos (Cáceres, 2021).

- ✓ **Trasfondo vaginal**: Consiste en depositar el semen en el fondo de la vagina, asegurando su proximidad a la entrada del cérvix para facilitar su transporte hacia el útero (Cáceres, 2021).

- ✓ **Intrauterino**: El semen se deposita directamente en el interior del útero, específicamente en la curvatura mayor de cada cuerno uterino, lo que

aumenta la probabilidad de fertilización al colocar los espermatozoides más cerca de los óvulos (Cáceres, 2021).

2.21. Ventajas y desventajas de la inseminación artificial

2.21.1. Ventajas

- **Mejoramiento genético:** Aunque la inseminación artificial no es una herramienta de mejoramiento genético por sí misma, su implementación exige una rigurosa selección de machos y evaluaciones genéticas, lo que permite utilizar solo a los mejores ejemplares disponibles (Álvarez et al., 2023).

- **Incremento de la eficiencia reproductiva:** Utilizar machos con alta fertilidad comprobada evita la reproducción con ejemplares de baja calidad. La inseminación artificial elimina la selectividad natural entre macho y hembra, y la dilución del semen permite cubrir un mayor número de hembras que en condiciones normales (Loza, 2020).

- **Conservación del material seminal:** Las técnicas modernas de congelación permiten preservar el semen durante largos periodos, incluso más allá de la vida del reproductor, posibilitando el uso de material genético de ejemplares ya fallecidos (Álvarez et al., 2023).

- **Prevención de enfermedades**: Este proceso requiere una cuidadosa selección de los animales, no solo en términos genéticos, sino también sanitarios. Los reproductores deben estar libres de cualquier enfermedad infecciosa que pueda transmitirse por el semen, minimizando así el riesgo de contagio a las hembras (Loza, 2020).

- **Facilidad en el transporte del material genético**: Gracias a las técnicas de manejo y procesamiento del semen, es posible transportar y diseminar material genético sin necesidad de mover físicamente a un reproductor, reduciendo riesgos y costos (Angulo & Angulo, 2020).

- **Reducción en el número de carneros**: Con esta técnica, se puede trabajar con un número reducido de machos de alta calidad, lo que permite que pequeños propietarios puedan acceder a estos ejemplares sin asumir los riesgos de tenerlos en sus instalaciones (Álvarez et al., 2023).

- **Uso de registros**: La inseminación artificial genera registros más precisos y detallados, facilitando un mejor manejo de los rebaños y una evaluación más exhaustiva de su desempeño (Angulo & Angulo, 2020).

- **Aceleración de la fertilización**: Cuando se combina con la sincronización del celo mediante hormonas, permite preñar a numerosas ovejas en un solo día, lo que reduce el periodo de emparejamiento, homogeneiza las edades de las crías y mejora la comercialización de los animales (Ramírez et al., 2024).

2.21.2. Desventajas

- **Costos**: Implementar esta técnica requiere de una infraestructura básica, constancia en su aplicación y recursos financieros. Se necesita disponer de un laboratorio, instrumental adecuado, evaluación genética de los machos y personal capacitado en el manejo del semen y la inseminación (Álvarez et al., 2023).

- **Recursos humanos**: Además de la infraestructura, se necesita personal especializado para llevar a cabo el procedimiento. Asimismo, es importante contar con agricultores comprometidos con la mejora de sus rebaños para

alcanzar una mayor productividad y beneficios a largo plazo (Angulo & Angulo, 2020).

2.22. Efectos de las hormonas sobre el control del estro

2.22.1. Mecanismo de acción del dispositivo CIDR

El dispositivo CIDR funciona como un reservorio de progesterona natural, liberándola y permitiendo su absorción a través de la mucosa vaginal en cantidades suficientes para inhibir la liberación de las hormonas luteinizante (LH) y folículo estimulante (FSH) por la hipófisis, deteniendo así la ovulación y previniendo la aparición del celo. Una vez retirado el dispositivo, la concentración de progesterona en la sangre disminuye rápidamente en menos de seis horas, provocando la aparición del celo en un periodo de entre 30 y 90 horas (Ramírez et al., 2024).

2.22.2. Mecanismo de acción de la Cicladase

La Cicladase DL, un análogo de la prostaglandina F2α, actúa durante la fase lútea del ciclo estral disminuyendo la concentración de receptores de la hormona luteinizante (LH) en el ovario, lo que conduce a la regresión del cuerpo lúteo y a la reducción de los niveles de progesterona. Como respuesta, la hipófisis incrementa la producción de la hormona folículo estimulante (FSH), lo cual promueve la maduración de un nuevo folículo y la aparición del celo seguido por la ovulación (Angulo & Angulo, 2020).

2.23. Gonadotropina coriónica equina

La gonadotropina coriónica equina (eCG o PMSG) se ha utilizado extensamente en veterinaria por su capacidad para imitar los efectos de las hormonas LH y FSH en diversas especies. Esta hormona actúa estimulando de manera directa el desarrollo folicular y la ovulación en especies domésticas. Los progestágenos, como esponjas vaginales o dispositivos intravaginales, se utilizan para inhibir temporalmente la

liberación de LH y FSH por la hipófisis, deteniendo el desarrollo folicular y la ovulación hasta que se desee inducir el celo. Cuando se retiran estos progestágenos, los niveles de progesterona en la sangre disminuyen rápidamente, y al administrar eCG en ese momento, se potencia el desarrollo folicular y se sincronizan de manera eficiente los celos fértiles (Sánchez et al., 2022).

2.24. Diagnóstico de preñez

El diagnóstico de preñez en las ovejas es una práctica de manejo fundamental, ya que permite ajustar la alimentación de las hembras según su estado fisiológico y decidir si es necesario volver a aparear a aquellas que no están gestantes o descartarlas del rebaño (Cáceres, 2024).

2.25. Métodos de detección de preñez

Existen diversas técnicas para detectar la preñez en ovejas, entre las que se encuentran la ultrasonografía, la determinación de los niveles séricos de sulfato de estrona o progesterona, la radiografía, la palpación rectal mediante un bastón especializado, la palpación abdominal, la biopsia vaginal, la verificación del "no retorno de estro" y la evaluación del desarrollo de la glándula mamaria (Caiza et al., 2024).

2.25.1. Método de ultrasonografía

La ultrasonografía utiliza ondas de sonido de alta frecuencia, inaudibles para el oído humano, que al interactuar con las estructuras internas generan ecos. Estos ecos, al regresar al transductor, son procesados y convertidos en una imagen que varía en tonalidades, desde blanco (como en el caso del hueso y el aire) y distintos matices de gris (como el músculo), hasta negro cuando no se generan ecos (como en el caso de los líquidos). Este método permite visualizar el estado del animal y confirmar la preñez con alta precisión (Álvarez et al., 2023).

2.25.2. Método del refractómetro

El método del refractómetro implica la extracción de sangre de la vena yugular utilizando jeringas especiales (bacutainer) que se depositan en tubos de ensayo para su posterior centrifugación. Después de la centrifugación, se coloca una gota del suero en el refractómetro para medir el pH del mismo, proporcionando información importante sobre el estado fisiológico del animal (Luño et al., 2024).

2.25.3. Método de palpación abdominal

La palpación abdominal se emplea para la detección de preñez en ovejas durante el periodo que abarca entre los días 70 y 110 de gestación. Para realizar la prueba, las hembras deben estar en ayuno durante las 24 horas previas. El procedimiento consiste en introducir la punta de los dedos de ambas manos en la línea media del abdomen, justo antes de la base de la ubre, lo que permite evaluar la presencia del feto (Loza, 2020).

2.26. Factores que afectan las pérdidas de preñez

Las pérdidas de preñez en ovejas se pueden clasificar en dos categorías: muertes embrionarias precoces y tardías. Las pérdidas embrionarias precoces ocurren desde la concepción hasta aproximadamente el día 21 de gestación, mientras que las pérdidas tardías se presentan entre los días 21 y 35-40 de gestación. Las pérdidas tempranas representan el mayor porcentaje de mortalidad, con un rango estimado del 15 al 30 % de los ovocitos liberados, mientras que las pérdidas tardías de embriones o fetos son menores, situándose entre el 5 y el 7 % (Angulo & Angulo, 2020).

Las muertes embrionarias suelen provocar la reabsorción completa del embrión sin que se manifiesten síntomas visibles, excepto por un incremento anormal en el intervalo entre celos. Los embriones que mueren antes del día 12 no alteran el ciclo estral, pero aquellos que persisten más allá de este punto previenen la regresión del

cuerpo lúteo. Esto se debe a la elongación rápida de las membranas fetales, la cual se inicia alrededor del día 12. Si las membranas no se reabsorben completamente, el ciclo estral se prolonga, lo que resulta en un retraso del estro debido a la secreción continua del cuerpo lúteo. Este fenómeno también se asocia con una menor fertilidad en el siguiente estro, ya que el transporte espermático puede verse comprometido (Bruno, 2020).

2.27. Métodos de inseminación artificial

2.27.1. Inseminación vaginal profunda

Esta técnica consiste en depositar el semen en la parte anterior de la vagina sin intentar acceder al cérvix. Se utiliza únicamente cuando no es posible realizar la inseminación cervical. En estos casos, se incrementa la dosis de semen a dos o tres veces la cantidad habitual para compensar la ubicación óptima del depósito (Espinoza et al., 2020).

2.27.2. Inseminación cervical

La inseminación cervical implica colocar el semen a una profundidad de entre uno y dos centímetros dentro del cérvix o, si esto no es viable, en la entrada de la flor radial. Para este procedimiento se utiliza un vaginoscopio con forma de pico de pato. Se ha comprobado que la tasa de fertilidad aumenta a medida que el semen se deposita más profundamente en el cérvix. Por esta razón, es la técnica de inseminación más utilizada hasta el momento (Quispe, 2020).

2.27.3. Inseminación intrauterina (IAIU)

Este método es más complejo y costoso que los anteriores, ya que permite depositar el semen directamente en el cuerno uterino, evitando así la barrera del cérvix. Es especialmente útil cuando se utiliza semen congelado, ya que se logran índices de fertilidad similares a los de la inseminación cervical con semen fresco. Esta técnica

se realiza mediante laparoscopia, lo que permite un acceso directo y preciso al útero (Álvarez, 2020).

2.28. Sincronización e inducción de estros

La inducción de estros en ovejas se logra mediante el uso de métodos hormonales y técnicas de bioestimulación. Entre las hormonas empleadas para este propósito se encuentran la progesterona (P4), la gonadotropina coriónica equina (ECG), la hormona folículo estimulante (FSH), la hormona luteinizante (LH), la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) y la melatonina. Uno de los métodos más utilizados para estimular la actividad reproductiva es el "efecto macho," que consiste en introducir machos en un grupo de hembras que han estado separadas de ellos durante un tiempo determinado, lo que desencadena la aparición de estros de manera sincronizada. La sincronización de estros genera una fase folicular que precede a la ovulación, facilitando la liberación del óvulo. Un protocolo de sincronización eficiente debe provocar un estro fértil y altamente sincronizado en la mayoría de las hembras tratadas, facilitando así los programas de inseminación artificial (IA) y reduciendo la necesidad de observación diaria para detectar celos naturales. Los métodos para sincronizar el estro se dividen en farmacológicos y naturales (Espinoza et al., 2020).

2.28.1. Métodos farmacológicos para inducir el celo

Los métodos farmacológicos permiten concentrar una alta proporción de celos en un corto periodo, facilitando la planificación y ejecución de la IA. Los dos métodos más utilizados son:

- **Esponjas intravaginales con progestágenos más ECG**: Las esponjas intravaginales liberan progesterona de manera controlada, simulando la acción de un cuerpo lúteo. Se colocan en la vagina de las hembras durante 12 a 14 días, imitando la duración de la vida media del cuerpo lúteo. No

obstante, debido a la variabilidad en la respuesta de las ovejas, algunas no sincronizan su ovulación con el resto del grupo, por lo que se utiliza esta técnica combinada con una dosis de ECG. La ECG, también conocida como gonadotropina coriónica equina o PMSG, es una glicoproteína con propiedades similares a las hormonas FSH y LH, pero con una mayor duración en el organismo. Al estimular el desarrollo folicular y la sincronización de la ovulación, se consigue mejorar la tasa de éxito en la inducción de estros (Verano & Telésforo, 2024).

- **Prostaglandinas sintéticas**: Estas imitan la acción de la prostaglandina F2 alfa, un agente luteolítico que acorta la vida del cuerpo lúteo, y solo se utilizan durante la temporada reproductiva. Sin embargo, el uso de prostaglandinas genera un patrón de celos más disperso en comparación con el tratamiento con esponjas (Verano & Telésforo, 2024).

2.28.2. Métodos naturales para inducir el celo

La actividad sexual de las ovejas puede ser estimulada de manera natural al inicio de la temporada reproductiva mediante la inclusión de machos en un rebaño de hembras que han estado separadas de ellos durante al menos cuatro semanas. Este proceso, conocido como "efecto macho," influye en la fisiología reproductiva de las hembras, ayudándolas a salir del estado de anestro estacional. Si bien este método no se recomienda para lograr una alta concentración de estros como en la IA, puede ser una herramienta complementaria cuando se combinan métodos hormonales para la inducción del estro en ovejas con alta estacionalidad reproductiva (Espinoza et al., 2020).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación de la investigación

- **Localización de la investigación**

El estudio se llevó a cabo en el Campanario Ovino Ilaló Cununyacu, ubicado en la parroquia de Tumbaco, cantón Quito, provincia de Pichincha, Ecuador.

- **Situación geográfica y edafoclimática**

Parámetros	Localidad
Latitud	0°15'46" S
Longitud	78°25'10" O
Altitud	2,935 metros sobre el nivel del mar
Temperatura máxima	Aproximadamente 14.7°C en agosto
Temperatura mínima	Aproximadamente 14.0°C en noviembre
Temperatura media	14.3°C

- **Zona de vida**

Se clasifica como una zona de vida Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical, según C. Vega.

3.2. Metodología

3.2.1. Material experimental

32 hembras ovinas de las razas Charoláis y Katahdin.

3.2.2. Factores en estudio

Factor A: Tipo de dispositivo intravaginal

- **FA:** Tipo de Dispositivo.
- **A1:** DIV Con.
- **A2:** DIV Com.

Factor B: Raza

- **B1:** Charoláis.
- **B2:** Katahdin.

3.2.3. Tratamientos

Tabla 2.

Tratamientos en estudio.

Tratamiento	Código	Descripción
T1	A1B1	Div con + HR Charoláis
T2	A1B2	Div con + HR Katahdin
T3	A2B1	Div com + HR Charoláis
T4	A2B2	Div com + HR Katahdin

Tabla 3.

Descripción del Ensayo.

Número de tratamientos	**4**
Número de repeticiones	2
Número de animales por unidad experimental	4
Número total unidades experimentales	32

3.2.4. Tipo de diseño experimental

- Diseño de bloques completamente al azar con 2 repeticiones.

3.2.5. Tipo de análisis

- Se empleó un ANOVA para comparar las medias de las tasas de celo, concepción y preñez entre los dos grupos (dispositivo convencional vs. comercial). Este análisis permitió determinar si existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos.
- Se encontró diferencias significativas en el ANOVA por lo tanto se utilizó prueba de Tukey.

3.2.6. Métodos de evaluación y datos tomados.

Peso: Se registró el peso corporal de cada hembra ovina utilizando una balanza adecuada para garantizar mediciones precisas.

Condición Corporal (C.C.): Se evaluó mediante el sistema de puntuación de condición corporal (escala de 1 a 5), registrando el estado nutricional de cada ejemplar.

Edad: Se determinó en años y meses, con base en los registros del rebaño o, en su defecto, mediante la observación de la dentición.

Número de Partos: Se registró la cantidad de partos previos de cada hembra ovina, utilizando los registros históricos de reproducción disponibles.

Tasa de celo: Se determinó porcentaje de hembras que presentan signos externos de estro (celo) luego de la sincronización hormonal.

Tasa de concepción: Se registró el porcentaje de hembras que logran quedar preñadas tras la inseminación artificial, determinado mediante diagnóstico de gestación.

Tasa de preñez: Se tomó en cuenta el porcentaje de hembras ovinas que quedan preñadas tras la inseminación artificial con los dos tipos de dispositivos intravaginales (convencional y comercial).

Relación beneficio/costo: Se elaboró a partir de los costos de insumos, materiales y animales registrados en el proyecto, y de los ingresos por la venta de corderos. Los valores se calcularon multiplicando las cantidades por sus costos unitarios, determinando así los egresos, ingresos y la relación B/C que refleja la rentabilidad del protocolo.

3.2.7. Manejo del experimento

El manejo del experimento se estructuró en las siguientes etapas, asegurando el cumplimiento de los protocolos técnicos y el bienestar de los animales:

Selección de animales:

- **Criterios de selección:** Se trabajó con 16 hembras ovinas de las razas Charoláis y Katahdin. Los animales cumplieron con los siguientes requisitos:
    - Edad: Entre 12 y 24 meses.
    - Condición corporal: Entre 2.5 y 3.5, evaluada mediante la escala de Body Condition Score (BCS).

Asignación de tratamientos:

- Los animales fueron distribuidos aleatoriamente en cuatro grupos experimentales, combinando los factores en estudio (raza, tipo de dispositivo intravaginal y condición corporal).
- Cada grupo tubo 4 animales, con 2 animales por repetición y 2 repeticiones por tratamiento.

Preparación del dispositivo convencional

- El dispositivo convencional se preparó usando una esponja al que se le adapta un hilo de extracción. Luego, se impregna con progesterona y se guarda en condiciones higiénicas hasta su uso.

Aplicación de dispositivos intravaginales:

- Se limpió la vulva con antiséptico, se usó el aplicador cargado con el dispositivo y se introdujo suavemente en la vagina con ayuda de lubricante. Una vez dentro, se liberó el dispositivo y se retiró el aplicador, dejando visible el hilo externo para facilitar su retiro.

Protocolo hormonal:

- En el día de la colocación del dispositivo se aplicó benzoato de estradiol para inducir la sincronización.
- En el día 7, al retirar los dispositivos, se administró prostaglandina y cipionato de estradiol para inducir la ovulación.

Monitoreo del estro:

- A las 48-72 horas posteriores al retiro del dispositivo, se observó los signos de celo en las hembras (inquietud, montas, secreción mucosa).

- Los datos de sincronización fueron registrados para cada tratamiento.

Inseminación artificial:

- Las hembras que mostraron signos de celo fueron inseminadas artificialmente utilizando semen de alta calidad genética.
- La inseminación fue realizada asegurando el depósito correcto del semen según las características anatómicas de cada raza.

Diagnóstico de preñez:

- A los 30-45 días post-inseminación se realizó un diagnóstico de preñez mediante ecografía portátil.
- Los resultados se registraron detalladamente por tratamiento y repetición.

Efectividad entre los tratamientos

- La efectividad entre los tratamientos se evaluó comparando los resultados reproductivos obtenidos con el uso del dispositivo comercial (CIDR) y el dispositivo intravaginal convencional.
- Se consideró más efectivo el tratamiento que presentó mayor tasa de preñez, mejor sincronización del estro y menor presencia de reacciones adversas (como infecciones o expulsión del dispositivo). Además, se analizó si existen diferencias estadísticas significativas entre ambos tratamientos para determinar cuál proporciona mayor eficiencia reproductiva en ovinos.

3.2.8. Análisis de datos

Los resultados fueron analizados mediante el análisis estadístico ANOVA con la significancia del 5% para determinar si existieron diferencias significativas además se realizó una comparación de medias usando pruebas de Tukey con un nivel de significancia de un 95%

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. Interpretación de resultados.

4.1.1. Características productivas y reproductivas en la raza Charolais.

Tabla 4.

Características productivas y reproductivas en las razas Charolais.

Unidad	Peso kg	C.C	Edad meses	Nro. partos
U1	60	3	14	0
U2	62	4	13	0
U3	64	3	15	0
U4	63	4	13	0
U5	64	3	12	0
U6	66	4	15	0
U7	65	4	14	0
U8	67	3	13	0
U9	65	4	14	0
U10	68	3	15	0
U11	70	4	13	0
U12	69	4	15	0
U13	68	3	14	0
U14	70	4	13	0
U15	69	4	14	0
U16	71	3	15	1
Media	66,31	3,56	13,88	0,06
Desviación estándar	3,20	0,51	0,96	0,25

Nota: Se presentan las características reproductivas individuales de las ovejas utilizadas en el estudio sobre la influencia de factores reproductivos y técnicas de inseminación artificial en ovinos, específicamente comparando la raza Charolais.

Las ovejas de la raza Charolais evaluadas presentan un peso promedio de 66,31 kg y una condición corporal de 3,56, lo que refleja un estado físico adecuado y un desarrollo productivo favorable para su edad. La edad promedio de 13,88 meses indica que la mayoría de los animales se encuentran en una fase previa al inicio de la vida reproductiva.

En cuanto al aspecto reproductivo, el promedio de partos es de apenas 0,06, lo que confirma que casi la totalidad de los animales aún no ha tenido crías. Esto es coherente con la edad observada, ya que los Charolais suelen iniciar su etapa reproductiva después de los 15 meses, dependiendo del sistema de manejo.

Resultados similares fueron descritos por Aguirre (2023), quien reportó que las ovejas Charolais destinadas a protocolos reproductivos presentaron un peso promedio de 65,8 kg y una condición corporal de 3,5 puntos, parámetros que se encuentran en el rango óptimo para sincronización de estros e inseminación artificial. Estos hallazgos coinciden con los obtenidos en nuestra investigación, ya que ambas poblaciones mostraron homogeneidad en peso y condición corporal, factores determinantes para el éxito reproductivo.

4.1.2. Características productivas y reproductivas en la raza Katahdin.

Tabla 5.

Características productivas y reproductivas en Katahdin

Unidad	Peso kg	C.C	Edad meses	Nro. partos
U1	51	3	17	1
U2	59	3,5	16	0
U3	54	3	18	1
U4	52	3	19	1
U5	56	3	24	1
U6	53	3,5	18	2
U7	55	3	16	1
U8	60	3	17	1
U9	57	3,5	15	0
U10	53	3	18	1
U11	60	3	19	1
U12	50	3	17	1
U13	59	3	16	1
U14	54	3,5	18	1
U15	51	3	16	1
U16	58	3	17	1
Media	55,13	3,13	17,56	0,94
Desviación estándar	3,38	0,22	2,06	0,44
Coeficiente Variación	6,14	7,16	11,76	47,20

Nota: Se presentan las características reproductivas individuales de las ovejas utilizadas en el estudio sobre la influencia de factores reproductivos y técnicas de inseminación artificial en ovinos, específicamente comparando la raza Katahdin.

De acuerdo con las características generales de la población se determinó que las ovinas de la raza Katahdin tuvieron una media de 55,13 kg de peso corporal, valor que concuerda con los rangos descritos para esta raza en la literatura. En cuanto a la condición corporal, se obtuvo una media de 3,13 puntos, dentro de un rango de 3 a 4, lo cual indica un adecuado estado nutricional y reproductivo para la aplicación del protocolo.

Respecto a la edad, la media fue de 17,56 meses, confirmando que se trataba de hembras sexualmente maduras, en inicio de vida reproductiva. El número de partos presentó una media de 0,94, lo que evidencia que las ovejas eran principalmente primíparas o con pocos antecedentes reproductivos. Esta condición asegura una respuesta hormonal estable, evitando la intervención de factores fisiológicos y metabólicos que pudieran comprometer la eficiencia del sistema reproductivo.

Sin embargo, Vega (2021) observó en su investigación con ovejas Katahdin de manejo intensivo un peso promedio de 61,2 kg y una condición corporal de 3,6 puntos, reflejando animales con mayor masa corporal y reservas energéticas. Esto contrasta con nuestros resultados, dado que en nuestro caso se evaluaron hembras primíparas y de menor edad, lo cual podría explicar las diferencias en el peso y la condición corporal inicial, factores que pueden influir en la eficacia de los tratamientos reproductivos.

4.1.3. Tasa de Celo

Tabla 6.

Análisis de varianza para la variable de respuesta Tasa de Celo

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
Factor A	17,4306	1	17,4306	12,91	0,0037
Factor B	47,9556	1	47,9556	35,53	0,0001
INTERACCIONES					
AxB	0,8556	1	0,8556	0,63	0,4414
Error	16,1975	12	1,3498		
Total	82,4394	15			

Figura 1.

Gráfico de medias del Factor A de la variable de respuesta Tasa de Celo.

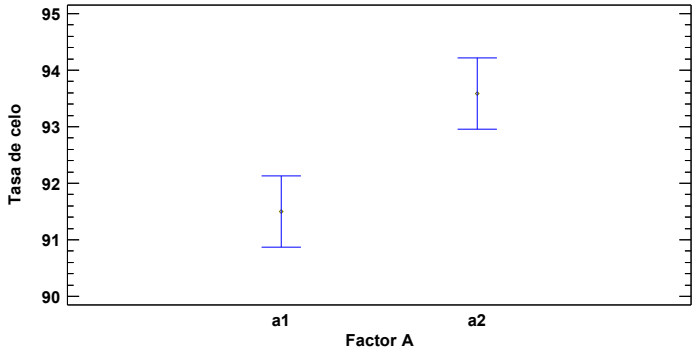
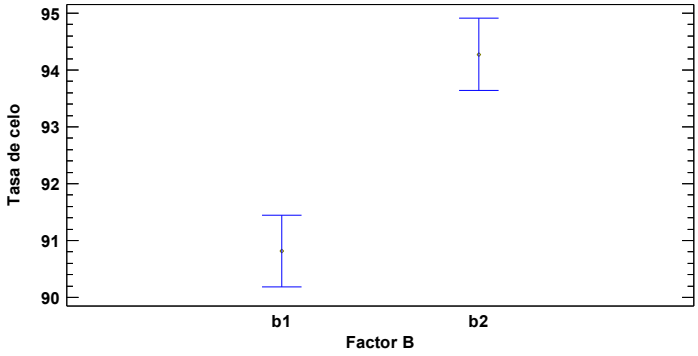


Figura 2.

Gráfico de medias del Factor B de la variable de respuesta Tasa de Celo.



El análisis de varianza muestra que tanto el Factor A (tipo de dispositivo intravaginal) como el Factor B (raza ovina) influyeron de manera significativa sobre la tasa de celo ($p < 0,05$). En contraste, la interacción entre ambos factores (AxB) no presentó diferencias estadísticas ($p > 0,05$), lo que indica que el efecto de cada factor actúa de manera independiente sin potenciarse entre sí.

Tabla 7.

Pruebas de Múltiple Rangos para Tasa de Celo por cada factor A.

Factor A	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos	
a1	8	91,500	0,41076	X	
a2	8	93,588	0,41076		X

Tabla 8.

Pruebas de Múltiple Rangos para Tasa de Celo por cada factor B.

Factor B	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos	
b1	8	90,813	0,41076	X	
b2	8	94,275	0,41076		X

Las pruebas de rangos múltiples evidencian que, en el Factor A (tipo de dispositivo), el tratamiento a2 (93,59%) mostró una tasa de celo superior al a1 (91,50%). De igual manera, en el Factor B (raza), las ovejas b2 (94,28%) presentaron una mayor respuesta reproductiva frente a las b1 (90,81%), confirmando diferencias favorables hacia el dispositivo a2 y la raza b2.

Resultados similares fueron descritos por Herrera (2022), quien encontró que las ovejas Katahdin sometidas a protocolos de sincronización de estros presentaron una tasa de celo promedio de 94,3%, mientras que las Charoláis alcanzaron un promedio de 90,9%. Estos hallazgos concuerdan con los obtenidos en nuestra investigación, donde la raza Katahdin mostró una tasa de celo superior (94,275%) frente a la Charoláis (90,813%), evidenciando que la respuesta al estro sincronizado es consistentemente más eficiente en la raza Katahdin, reflejando diferencias genéticas y fisiológicas relevantes entre ambas razas.

4.1.4. Tasa de concepción

Tabla 9.

Análisis de varianza para la variable de respuesta Tasa de Concepción

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
Factor A	14,1941	1	14,1941	6,35	0,0269
Factor B	54,7970	1	54,7970	24,51	0,0003
INTERACCIONES					
AxB	0,3393	1	0,3393	0,15	0,7037
Error	26,8323	12	2,2360		
Total	96,1626	15			

Figura 3.

Gráfico de medias del Factor A de la variable de respuesta Tasa de Concepción.

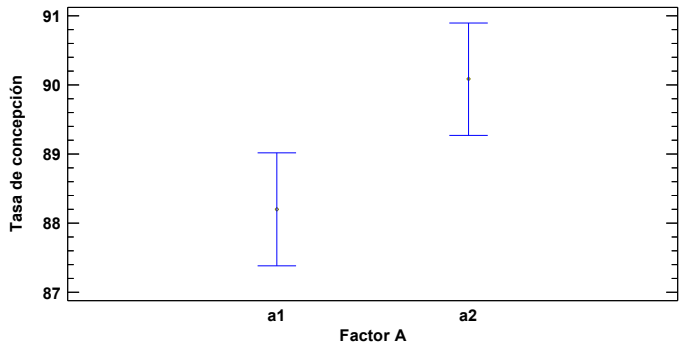
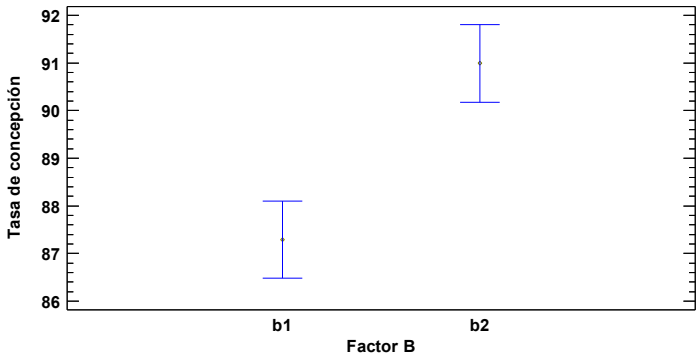


Figura 4.

Gráfico de medias del Factor B de la variable de respuesta Tasa de Concepción.



El análisis estadístico evidencia diferencias significativas en la tasa de concepción tanto para el tipo de dispositivo (Factor A) como para la raza ovina (Factor B). En cambio, la interacción entre ambos factores (AxB) no resultó significativa, lo que indica que cada factor actúa de manera independiente sobre la variable de estudio.

Tabla 10.

Pruebas de Múltiple Rangos para Tasa de concepción por cada factor A

Factor A	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos	
a1	8	88,200	0,52868	X	
a2	8	90,084	0,52868		X

Tabla 11.

Pruebas de Múltiple Rangos para Tasa de concepción por cada factor B

Factor B	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
b1	8	87,291	0,52868	X
b2	8	90,993	0,52868	X

Las pruebas de rangos múltiples muestran que en el Factor A (tipo de dispositivo), el tratamiento a2 (90,08%) obtuvo una mayor tasa de concepción frente a a1 (88,20%). De manera similar, en el Factor B (raza), las ovejas b2 (90,99%) superaron a las b1 (87,29%), confirmando mejores resultados reproductivos con el dispositivo a2 y la raza b2.

Sin embargo, Rodríguez (2023) reportó resultados contrarios, con una tasa de concepción de 89,7% para Charoláis y 88,5% para Katahdin en protocolos de inseminación artificial bajo manejo intensivo con suplementación energética. Esta diferencia podría explicarse por factores de manejo, nutrición y estado corporal previo, los cuales pueden influir significativamente en la fertilidad y el establecimiento de la gestación, incluso superando las ventajas genéticas inherentes a una raza.

4.1.5. Tasa de Preñez

Tabla 12.

Análisis de varianza para la variable respuesta Tasa de Preñez.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
Factor A	566,4400	1	566,4400	12,28	0,0044
Factor B	948,6400	1	948,6400	20,56	0,0007
INTERACCIONES					
AxB	141,6100	1	141,6100	3,07	0,1053
Error	553,7000	12	46,1417		
Total	2210,3900	15			

Figura 5.

Gráfico de medias del Factor A de la variable de respuesta Tasa de Preñez

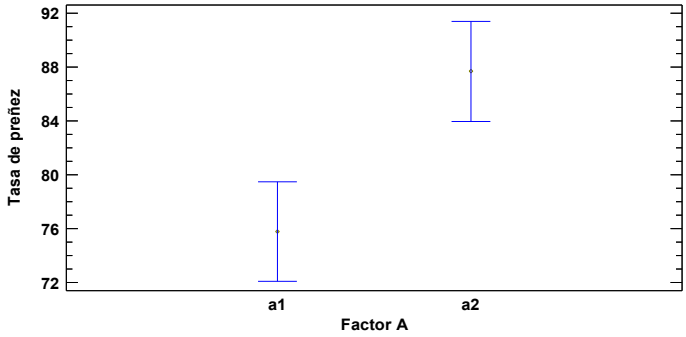
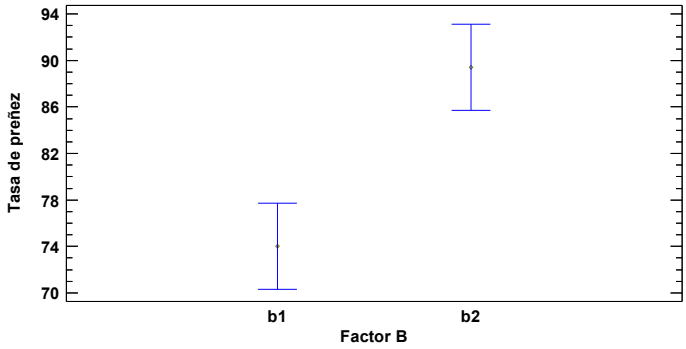


Figura 6.

Gráfico de medias del Factor B de la variable de respuesta Tasa de Preñez



El análisis evidencia que tanto el tipo de dispositivo (Factor A) como la raza ovina (Factor B) generaron diferencias significativas en la tasa de preñez ($p < 0,05$). En cambio, la interacción entre ambos factores no fue significativa, lo que indica que su efecto sobre la variable actúa de manera independiente.

Tabla 13.

Pruebas de Múltiple Rangos para Tasa de Preñez por cada factor A

Factor A	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos	
a1	8	75,775	2,40161	X	
a2	8	87,675	2,40161		X

Tabla 14.

Pruebas de Múltiple Rangos para Tasa de Preñez por cada factor B

Factor B	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos	
b1	8	74,025	2,40161	X	
b2	8	89,425	2,40161		X

Las pruebas de rangos múltiples muestran que tanto el Factor A como el Factor B generan diferencias significativas en la tasa de preñez. El nivel más alto de preñez se observa en a2 (87,68%) y b2 (89,43%), mientras que los niveles más bajos corresponden a a1 (75,78%) y b1 (74,03%). Esto indica que los tratamientos o condiciones representados por a2 y b2 son más efectivos para mejorar la preñez.

Nuestros resultados indican que la raza Katahdin mostró una tasa de preñez superior a la Charoláis, lo que coincide con lo reportado por Chicaiza (2022), quien registró tasas de preñez de 88,9% para Katahdin y 73,5% para Charoláis bajo protocolos de inseminación artificial utilizando dispositivos comerciales.

4.1.6. Relación beneficio/costo

Table 15.

Análisis beneficio/costo de los protocolos reproductivos evaluados

Egresos	**A) COSTOS VARIABLES**			
Cantidad	Item	Detalle	Costo Unitario	Costo Total
16	Hembras ovinas C	Edad 12-24 meses	400	6400
16	Hembras ovinas K	Edad 12-24 meses	200	3200
32	Colección de pajuelas	Dosis semen de ovinos probados	15	480
5	Alimento	Balanceado saco de 45kg	16	80
20	Dispositivos IV	CIDR funda x 20 U	10	200
20	Esponjas de uso IV	Paquete x 20 U	6	120
1	Prostaglandina	Fco 50 ml	22	22
1	EcG	Fco 50 ml	16	16
	B) COSTOS FIJOS			
1	Alquiler Instalaciones			200
Ingresos	**C) INGRESOS**			
32	Pie de cría K	Venta de Corderos 3 meses	300	9600
11	Pie de cría C	Venta de Corderos 3 meses	500	5500
		EGRESOS TOTAL A+B		10718
		INGRESOS TOTAL C		15100
		RELACION B/C		1.41

El análisis económico muestra que los egresos totales alcanzan los 10 718 $, mientras que los ingresos fueron de 15 100 $, generando una relación beneficio/costo (B/C) de 1.41. Esto indica que por cada dólar invertido se obtiene un retorno de 1.41 $, evidenciando la rentabilidad de ambos protocolos reproductivos, con mejores resultados en el grupo tratado con el dispositivo comercial, por su mayor eficiencia en preñez y sincronización.

Estos resultados concuerdan con lo reportado por Vaca (2021), quien señala que el uso de dispositivos intravaginales comerciales mejora los indicadores reproductivos y económicos en comparación con los convencionales, debido a una liberación más controlada de progesterona y una mayor tasa de sincronización del estro.

4.2. Comprobación de la hipótesis.

Los resultados estadísticos muestran que tanto el tipo de dispositivo intravaginal ($p = 0,0044$) como la raza ovina ($p = 0,0007$) tienen efectos significativos sobre la tasa de preñez, con mejoras de 15,71% y 20,80% respectivamente; por lo tanto, se rechaza Ho y se respalda la hipótesis alternativa (Ha), confirmando que estos factores influyen significativamente en hembras ovinas.

CAPÍTULO V

5.1. CONCLUSIONES

- El análisis de la respuesta reproductiva demuestra que el dispositivo intravaginal comercial es más eficiente que el convencional, ya que tiene un mayor porcentaje de tasa de celo 93,59%, concepción 90,08% y preñez 87,68%, teniendo así, un establecimiento de la gestación más uniforme y confiable en las hembras ovinas.
- Los resultados del análisis económico evidencian que la aplicación de los protocolos reproductivos genera un saldo positivo, con ingresos superiores a los egresos. La relación beneficio/costo de 1.41 demuestra que la inversión realizada es rentable y sostenible, reflejando una adecuada eficiencia en el manejo técnico y económico del sistema ovino.
- Al comparar razas, las ovejas Katahdin presentan un desempeño reproductivo superior a las Charoláis, mostrando mayor capacidad para concebir y mantener la gestación.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda priorizar el uso de dispositivos comerciales en programas de inseminación artificial, ya que demostraron mayor eficacia en la tasa de celo, concepción y preñez. Asimismo, se sugiere evaluar periódicamente la liberación hormonal y la correcta colocación de los dispositivos para maximizar su efectividad y minimizar variaciones entre animales.

- Se aconseja considerar la raza Katahdin como preferente para programas de inseminación artificial intensivos, debido a su superioridad reproductiva en todas las fases del proceso. Para razas como Charoláis, se recomienda implementar estrategias complementarias de manejo y nutrición que puedan compensar las diferencias genéticas y mejorar el éxito reproductivo.

- Dado que la relación beneficio/costo fue de 1.41, se recomienda mantener y fortalecer la aplicación de los protocolos reproductivos evaluados, priorizando el uso del dispositivo intravaginal comercial, por su mejor desempeño económico y reproductivo. Asimismo, es conveniente optimizar los costos variables, especialmente en insumos hormonales y alimentación, para aumentar aún más la rentabilidad del sistema y asegurar la sostenibilidad económica de la producción ovina.

BIBLIOGRAFÍA

Aguirre, E. (2023). Estudio de la actividad reproductiva en ovejas que habitan a nivel del trópico alto en el sur del Ecuador. *CEDAMAZ*, 13(2), 190-194.

Alvarado, P., Torres, M., & Grajales, H. A. (2022). Concentraciones de progesterona durante el ciclo estral en ovinos en el trópico colombiano. *Revista MVZ Córdoba*, 27(s), e2156-e2156.

Álvarez, E. (2020). Evaluación de la fertilidad en inseminación artificial por laparoscopía bajo tres niveles de gonadotropina corionica equina en ovinos criollos. https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/1819

Álvarez, F., Dall'Oglio Chauvie, L., Soldini Blanco, V., Negrín, F., Olivera Muzante, J., Álvarez Gutierrez Fátima, U. de la R. F. de V., Dall'Oglio Chauvie Lía, U. de la R. F. de V., & Soldini Blanco Victoria, U. de la R. F. de V. (2023). Sincronización de estros e inseminación artificial a tiempo fijo en ovinos con dos protocolos en base a análogos sintéticos de prostaglandina F2α. https://agris.fao.org/search/en/providers/124543/records/670535cfb1dfe472e1460416

Andaluz, S. D. (2024). Influencia del estrés inducido y la temperatura escrotal sobre la calidad seminal en ovinos. https://repositorio.uta.edu.ec/item s/8fde793a-48f0-42ce-9567-3171f630bc87

Angulo, A. R., & Angulo, E. F. (2020). Estudio comparativo de dos sistemas de congelamiento de semen y su efecto sobre la fertilidad en ovinos, *Centro Experimental Casaracra.* http://45.177.23.200/handle/undac/1500

Bruno, M. M. (2020). Pérdidas reproductivas de la preñez según el estado nutricional materno en ovejas Merino [PhD Thesis, *Universidad Nacional de La Plata*]. https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/127163

Burton, A., Gil, J., Van Lier, E., & Burton Facio Anthony, U. de la R. F. de A. (2024). Inseminación intracervical con semen congelado en ovinos tratados con carbetocina: Penetración cervical, fertilidad y prolificidad en ovejas merino australiano y dohne. https://agris.fao.org/search/en/providers/124543/records/6765a350829d7ef70f4930a7

Cáceres, D. (2020). Factores que dificultan la inseminación artificial en la especie ovina y su correlación con las tasas de fertilidad, preñez y parto. [Universidad Cooperativa de Colombia, *Facultad de Ciencias de la Salud* …]. https://repository.ucc.edu.co/entities/publication/44484088-6095-4648-8fc8-2b07729df70a

Cáceres, E. L. (2024). Actualización en el Diagnóstico, Tratamiento y Prevención de la Toxemia de la Preñez en ovinos [*PhD Thesis*]. http://rid.unrn.edu.ar/handle/20.500.12049/11389

Cadena, S., & Cortez, C. (2020). Aplicación de biotecnologías reproductivas para el mejoramiento genético de rebaños de ovinos. AGROProductividad, 5(1), 105-122.

Caiza, G. B. C., Avalos, D. O. Y., Troncoso, I. H. C., & Marini, P. R. (2024). Variaciones en las concentraciones séricas de progesterona (P4) durante el ciclo estral de ovejas. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria* PENTACIENCIAS, 6(5), 87-98.

Cely, L. D., Jaramillo, C. X., Fonseca, M. J., Cely, L. D., Jaramillo, C. X., & Fonseca, M. J. (2021). Efecto de dos diluyentes sobre la tasa de preñez por inseminación artificial laparoscopica en ovinos. *Revista veterinaria*, 32(2), 221-224. https://doi.org/10.30972/vet.3225747

Chango, M. de L. Á. (2023). Evaluación del efecto del jugo de tuna (Opuntia ficus-indica l. Mill) y vitamina E sobre los parámetros de calidad seminal en la crio preservación de semen ovino. https://repositorio.uta.edu.ec/items/e53ed0df-1d74-4b58-9fae-625d8c09c621

Espinoza, S., Gamarra, Y. del P., Ticona, C. N., Ccari, M., Espinoza, G., Perez, U. H., & Julio, D. (2020). Evaluación de un protocolo de sincronización de estro en ovejas con destete temporal para inseminación artificial a tiempo fijo. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 31(3). http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1609-91172020000300041&script=sci_arttext&tlng=en

Fernández, W. (2020). Evaluación de dos fuentes de progesterona y dos niveles de gonadotropina coriónica equina en la sincronización del Estro y tasa de gestación en ovinos Assaf inseminados por laparoscopía. https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/5783

Gamarra, J. del P. (2023). Evaluación de la calidad espermática utilizando diferentes niveles de vapor de nitrógeno líquido y tiempos para el congelamiento de semen de ovinos Dohne Merino. http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/10956

García, X. (2020, julio 9). Oveja—Información, características y curiosidades. Animapedia. https://animapedia.org/animales-terrestres/oveja/

Gibbons, A., & Cueto, M. (2021). Biotecnologías reproductivas en ovinos: Producción y transferencia de embriones. XLII Jornadas Uruguayas de Buiatría. https://bibliotecadigital.fvet.edu.uy/bitstream/handle/123456789/1943/JB2014_18-26.pdf?sequence=1&isAllowed=y

González, A., Lucero, F. A., Trejo, F. J., & Vázquez, J. F. (2021). Fisiología y anatomía de la reproducción en el macho ovino y caprino. https://www.academia.edu/download/65488635/Fisiol_RepProd_PR_2021.pdf#page=72

González, A., Lucero, F. A., Vázquez, J. F., & de México, A. del E. (2021). PROCESO Y CONGELACIÓN DE SEMEN EN OVINOS Y CAPRINOS. https://www.academia.edu/download/65488635/Fisiol_RepProd_PR_2021.pdf#page=147

Guerrero, J. C. (2020). Evaluación de la calidad de ovocitos ovinos obtenidos mediante aspiración. Journal of Agriculture and Animal Sciences, 6(1), 20-28.

Hinojosa, R. A., Andia, C. T., Gamboa, R. L., Núñez, K., Ruiz, W. M., Mauri, R. F., & Vitor, J. (2020). Mirada retrospectiva a la inseminación artificial en ovinos. *Puriq*, 1(01), 83-90.

Hurtado, W. (2024). Efecto de tres tipos de dilutores sobre la viabilidad y motilidad espermatica en semen congelado de ovinos del trópico en Madre de Dios. http://repositorio.unamad.edu.pe/handle/20.500.14070/1199

Laura, L. N. (2020). Aplicación de la técnica de multiovulación y transferencia de embriones en ovinos corriedale en la Estación Experimental Patacamaya [PhD Thesis]. https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/25567

López, C. (2021, abril 12). Oveja Katahdin, características de la raza. OvinApp. https://ovinapp.com/raza-de-oveja-katahdin/?utm_source=chatgpt.com

Loza, J. I. (2020). Evaluación de dos protocolos de sincronización de celo en la inseminación artificial en ovinos (ovisaries), con semen fresco y congelado en la Estación Experimental de Patacamaya [PhD Thesis]. https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/25613

Luño, V., Coscolla, S., Martínez, F., & Gil, L. (2024). Determinación de la condición corporal y el espesor de la grasa dorsal mediante Renco en la especie ovina: Efecto en el peso al nacimiento y la calidad del calostro. https://zaguan.unizar.es/record/144632

Martínez, S., Carrillo, F., Salgado, S., & Carmona, C. A. (2022). Los signos clínicos y prevención de la urolitiasis en ovinos. Abanico Boletín Mexicano, 1, e2022-14.

Mazorra, C. A., Martínez, J., Fontes, D., Santiago, F., González, A., & Acosta, Y. (2020). Viabilidad tecnológica y económica del sistema integrado Guayaba-Leguminosa-Ovino en Ciego de Ávila, Cuba. Revista de Producción Animal, 32(1), 84-99.

Montero, M. (2024). Estrategias de mejora de la inseminación artificial ovina: Una perspectiva seminal. https://doi.org/10.18002/10612/21440

Ovinosprecoces. (2020, marzo 19). Charollais—AECOP. https://ovinosprecoces.com/razas/charollais/

Pérez, R. V., Macías Cruz, U., Avendaño Reyes, L., Correa-Calderón, A., López Baca, M. de los Á., & Lara Rivera, A. L. (2020). Impacto del estrés por calor en la producción de ovinos de pelo. Revisión. Revista mexicana de ciencias pecuarias, 11(1), 205-222.

Quispe, F. (2020). Tasa de no retorno post-inseminacion cervical con semen congelado y refrigerado usando oxitocina en ovinos. https://repositorio.unsa.edu.pe/items/321584ab-1553-41e2-ab7a-3acc75db5ec5

Ramírez, C. C. (2022). Manual de procedimientos para la evaluación andrológica, calidad seminal y criopreservación de semen ovino-caprino del laboratorio de biotecnología de la reproducción animal del centro académico Guatiguará, UCC. https://repository.ucc.edu.co/items/c3d7657b-c0fd-49cd-a183-036d229b76fb

Ramírez, D. N., Oviedo Zelaya, R., Hernández Ardón, D., & rd14015@ues.edu.sv. (2024). Auxiliar en el manejo y los procesos de inseminación de los ovinos que pertenecen al Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). https://agris.fao.org/search/en/providers/122525/records/67bdb2667a9727816ad3bdd5

Romaniuk, E., Van, E., Damián, J. P., & Ciappesoni, G. (2023). Polimorfismos genéticos asociados al temperamento en ovinos merino australiano. https://agris.fao.org/search/en/providers/124543/records/67053601b1dfe472e146102e

Sánchez, A. B., & Escobedo, A. (2024). Manejo reproductivo en ovinos y caprinos. Lucía Rangel Porta, 358.

Sánchez, R. Á., & Pedraz, J. (2024). Testosterona y fertilidad ovina: Herramientas y conceptos para mejorar la fertilidad del rebaño. Badajoz Veterinaria, 34, 20-25.

Sánchez, R., Hernández, J. A., Ortiz, J. A., Olmos, G., & Cortez, C. (2022). Gonadotropina coriónica equina (eCG) y gen GDF9 en el comportamiento reproductivo de ovejas raza Katahdin. Revista MVZ Córdoba, 27(s), e2888-e2888.

Vaca, J. S. (2021). Protocolo de evaluación reproductiva del macho ovino, en la unidad rural ovina de la Universidad de los Llanos, sede Barcelona [Universidad De Los Llanos]. https://repositorio.unillanos.edu.co/bitstream/001/2876/1/Trabajo%20de%20grado

Valdez, G., Moscoso, A., & Maldonado, M. (2024). Efecto de la concentración de la l-carnitina en congelación del semen ovino. MQRInvestigar, 8(4), 7324-7341.

Vázquez, J. F., González, A., & Lucero, F. A. (2021). EL APARATO GENITAL EN LA OVEJA Y LA CABRA. https://www.academia.edu/download/65488635/Fisiol_RepProd_PR_2021.pdf#page=12

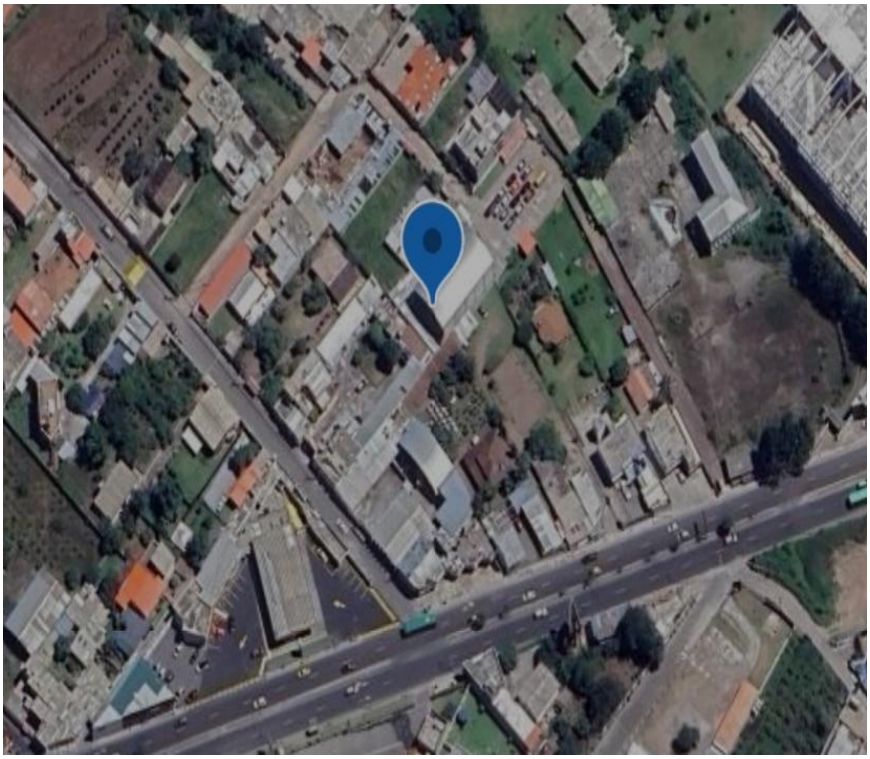
Vega, C. J. (2021). Reproducción programada en ovinos mediante la evaluación de tres protocolos de sincronización de celos. [bachelorThesis, Universidad Nacional de Loja]. https://dspace.unl.edu.ec//handle/123456789/24457

Verano, M., & Telésforo, A. (2024). Sincronización de celos e inducción de la ovulación. Libros de Cátedra. https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/169419

ANEXOS

Anexo 1.

Mapa de ubicación de la investigación.



Anexo 2.

Croquis del ensayo.

T1 R1	T3 R1	T1 R2	T3 R2	
4	4	4	4	16
T2 R1	T4 R1	T2 R2	T4 R2	
4	4	4	4	16
Total				32

Anexo 3.

Fichas de recolección de datos.

1

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR
Facultad De Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales Y Del Ambiente
Carrera De Medicina Veterinarias

FICHA DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN OVINOS – CONTROL INDIVIDUAL

I. Datos Generales

Investigador(a):	[illegible]	Fecha inicio protocolo:	02/06/2025
Código del Animal:	018	Raza:	☑ Charolais ☐ Katahdin
Estado Sanitario:	☑ Saludable ☐ Enfermo		

II. Datos Variables

Div. Am TRATAMIENTO 3						
Repetición	**PESO (kg)**	**Condición Corporal**	**Edad**	**Número de Partos**	**Tasa de Celo**	**Tasa de concepción**
☐R1 ☑R2	67Kg	4	13 Meses	0	Si	Preñez.

III. Protocolo Hormonal

Acción	Fecha	Hora	Observaciones
Colocación del dispositivo	02/06/2025	10:00 am.	
Aplicación hormonas	02/06/2025	10:03 am	Progesterona (Dia)
Retiro del dispositivo	14/06/2025	10:00 am.	
Aplicación hormonas	14/06/2025	10:03 am	
Inseminación	16/06/2025	11:13 am	

IV. Diagnóstico de Preñez

Diagnóstico (día ___ post-IA)	Resultado	Método	Observaciones
1 a 2	☑ + ☐ –	☐ Ecografía ☐ Palpación	

V. Notas Adicionales / Reacciones

2

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR
Facultad De Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales Y Del Ambiente
Carrera De Medicina Veterinarias

FICHA DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN OVINOS – CONTROL INDIVIDUAL

I. Datos Generales

Investigador(a):	Andres Josue	Fecha inicio protocolo:	02/06/2025
Código del Animal:	076	Raza:	☐ Charolais ☒ Katahdin
Estado Sanitario:	☒ Saludable ☐ Enfermo		

II. Datos Variables

	TRATAMIENTO 2					
Repetición	**PESO (kg)**	**Condición Corporal**	**Edad**	**Número de Partos**	**Tasa de Celo**	**Tasa de concepción**
☒ R1 ☐ R2	54	3	17	1	51	Preñada

III. Protocolo Hormonal

Acción	Fecha	Hora	Observaciones
Colocación del dispositivo	02/06/2025	9:05 am	
Aplicación hormonas	02/06/2025	9:08 am	Proyect. (0.5)
Retiro del dispositivo	11/06/2025	9:05 am	
Aplicación hormonas	11/06/2025	9:06 am	
Inseminación	16/06/2025	10:35 am	

IV. Diagnóstico de Preñez

Diagnóstico (día ___ post-IA)	Resultado	Método	Observaciones
Dia 21	☑ + ☐ –	☐ Ecografía ☐ Palpación	

V. Notas Adicionales / Reacciones

Anexo 4.

Base de datos

	Tratamiento	Repetición	Unidad	Código	Variable	Valor(%)	Promedio
Div convencional	T1	R1	U1	a1b1	Tasa de celo	75	75
		R1	U2	a1b1	Tasa de celo	75	
		R1	U3	a1b2	Tasa de celo	100	87.5
		R1	U4	a1b2	Tasa de celo	75	
		R2	U5	a2b1	Tasa de celo	75	50
		R2	U6	a2b1	Tasa de celo	25	
		R2	U7	a2b2	Tasa de celo	100	87.5
		R2	U8	a2b2	Tasa de celo	75	
	T2	R1	U1	a1b1	Tasa de celo	100	87.5
		R1	U2	a1b1	Tasa de celo	75	
		R1	U3	a1b2	Tasa de celo	75	75
		R1	U4	a1b2	Tasa de celo	75	
		R2	U5	a2b1	Tasa de celo	75	50
		R2	U6	a2b1	Tasa de celo	25	
		R2	U7	a2b2	Tasa de celo	100	87.5
		R2	U8	a2b2	Tasa de celo	75	
Div comercial	T3	R1	U1	a1b1	Tasa de celo	75	75
		R1	U2	a1b1	Tasa de celo	75	
		R1	U3	a1b2	Tasa de celo	100	87.5
		R1	U4	a1b2	Tasa de celo	75	
		R2	U5	a2b1	Tasa de celo	75	87.5
		R2	U6	a2b1	Tasa de celo	100	
		R2	U7	a2b2	Tasa de celo	75	87.5
		R2	U8	a2b2	Tasa de celo	100	
	T4	R1	U1	a1b1	Tasa de celo	75	75
		R1	U2	a1b1	Tasa de celo	75	
		R1	U3	a1b2	Tasa de celo	100	62.5
		R1	U4	a1b2	Tasa de celo	25	
		R2	U5	a2b1	Tasa de celo	100	87.5
		R2	U6	a2b1	Tasa de celo	75	
		R2	U7	a2b2	Tasa de celo	75	75
		R2	U8	a2b2	Tasa de celo	75	

Repetición	Unidad	Código	Variable	Valor(%)	Promedio
R1	U1	a1b1	Tasa de concepción	75	87.5
R1	U2	a1b1	Tasa de concepción	100	
R1	U3	a1b2	Tasa de concepción	75	75
R1	U4	a1b2	Tasa de concepción	75	
R2	U5	a2b1	Tasa de concepción	75	37.5
R2	U6	a2b1	Tasa de concepción	0	
R2	U7	a2b2	Tasa de concepción	75	75
R2	U8	a2b2	Tasa de concepción	75	
R1	U1	a1b1	Tasa de concepción	100	67
R1	U2	a1b1	Tasa de concepción	34	
R1	U3	a1b2	Tasa de concepción	100	87.5
R1	U4	a1b2	Tasa de concepción	75	
R2	U5	a2b1	Tasa de concepción	75	37.5
R2	U6	a2b1	Tasa de concepción	0	
R2	U7	a2b2	Tasa de concepción	33	66.5
R2	U8	a2b2	Tasa de concepción	100	
R1	U1	a1b1	Tasa de concepción	100	87.5
R1	U2	a1b1	Tasa de concepción	75	
R1	U3	a1b2	Tasa de concepción	75	87.5
R1	U4	a1b2	Tasa de concepción	100	
R2	U5	a2b1	Tasa de concepción	75	87.5
R2	U6	a2b1	Tasa de concepción	100	
R2	U7	a2b2	Tasa de concepción	75	54
R2	U8	a2b2	Tasa de concepción	33	
R1	U1	a1b1	Tasa de concepción	75	75
R1	U2	a1b1	Tasa de concepción	75	
R1	U3	a1b2	Tasa de concepción	100	50
R1	U4	a1b2	Tasa de concepción	0	
R2	U5	a2b1	Tasa de concepción	75	75
R2	U6	a2b1	Tasa de concepción	75	
R2	U7	a2b2	Tasa de concepción	100	87.5
R2	U8	a2b2	Tasa de concepción	75	

Div convencional		R1	U4	a1b2	Tasa de preñez	100	
		R2	U5	a2b1	Tasa de preñez	100	50
		R2	U6	a2b1	Tasa de preñez	0	
		R2	U7	a2b2	Tasa de preñez	100	100
		R2	U8	a2b2	Tasa de preñez	100	
	T2	R1	U1	a1b1	Tasa de preñez	100	50
		R1	U2	a1b1	Tasa de preñez	0	
		R1	U3	a1b2	Tasa de preñez	100	100
		R1	U4	a1b2	Tasa de preñez	100	
		R2	U5	a2b1	Tasa de preñez	100	50
		R2	U6	a2b1	Tasa de preñez	0	
		R2	U7	a2b2	Tasa de preñez	0	50
		R2	U8	a2b2	Tasa de preñez	100	
Div comercial	T3	R1	U1	a1b1	Tasa de preñez	100	100
		R1	U2	a1b1	Tasa de preñez	100	
		R1	U3	a1b2	Tasa de preñez	100	100
		R1	U4	a1b2	Tasa de preñez	100	
		R2	U5	a2b1	Tasa de preñez	100	100
		R2	U6	a2b1	Tasa de preñez	100	
		R2	U7	a2b2	Tasa de preñez	100	50
		R2	U8	a2b2	Tasa de preñez	0	
	T4	R1	U1	a1b1	Tasa de preñez	100	100
		R1	U2	a1b1	Tasa de preñez	100	
		R1	U3	a1b2	Tasa de preñez	100	50
		R1	U4	a1b2	Tasa de preñez	0	
		R2	U5	a2b1	Tasa de preñez	100	100
		R2	U6	a2b1	Tasa de preñez	100	
		R2	U7	a2b2	Tasa de preñez	100	100
		R2	U8	a2b2	Tasa de preñez	100	

Anexo 5.

Fotografías



Foto 1. Obtención de la raza Charoláis.



Foto 2. Obtención de la raza Katadhin.



Foto 3. Separación por grupos a las hembras ovinas.



Foto 4. Obtención del Div. Convencional



Foto 5. Colocación del Div. Convencional.



Foto 6. Aplicación de la hormona ECG.



Foto 7. Colocación del Div. Comercial.



Foto 8. Aplicación de la hormona ECG.



Foto 9. Preparación de las hembras ovinas IA por laparoscopia.



Foto 10. Preparación de los trócars.



Foto 11. Colocación de los trócars.



Foto 12. Preparación de la pistola de inseminación.



Foto 13. Inseminación laparoscópica.



Foto 14. Ecografía post tratamientos.



Foto 15. Defensa de perfil.



Foto 16. Visita de campo.

Anexo 6.

Glosario de términos técnicos.

Biotecnología Reproductiva: Conjunto de técnicas aplicadas para mejorar la reproducción animal, como la inseminación artificial, la transferencia de embriones y la fertilización in vitro.

Inseminación Artificial (IA): Técnica reproductiva que consiste en la introducción de semen en el tracto reproductivo de la hembra sin necesidad de la monta natural.

Sincronización del Estro: Proceso mediante el cual se manipula el ciclo reproductivo de las hembras mediante hormonas para programar el momento de la ovulación.

Ciclo Estral: Serie de cambios fisiológicos y hormonales que ocurren en el aparato reproductor de la hembra y que determinan su capacidad de reproducirse.

Dispositivo Intravaginal: Elemento utilizado en la sincronización del estro que libera hormonas para controlar el ciclo reproductivo de la hembra.

Progesterona: Hormona clave en la regulación del ciclo reproductivo de las hembras, utilizada en dispositivos intravaginales para sincronizar el estro.

Espermatogénesis: Proceso biológico mediante el cual se produce y desarrolla el esperma en los testículos de los machos.

Criopreservación: Técnica que permite la conservación de semen a bajas temperaturas mediante el uso de crioprotectores como el glicerol.

Diluyente Seminal: Solución que permite conservar y proteger los espermatozoides al extender la vida útil del semen antes de su uso en inseminación artificial.

Motilidad Espermática: Capacidad de movimiento de los espermatozoides, fundamental para evaluar la calidad del semen.

Capacitación Espermática: Proceso fisiológico que experimentan los espermatozoides dentro del tracto reproductivo de la hembra para adquirir la capacidad de fertilizar el óvulo.

Tasa de Preñez: Porcentaje de hembras inseminadas que quedan gestantes tras la aplicación de un protocolo reproductivo.

Transferencia de Embriones (TE): Técnica reproductiva en la que se extraen embriones de una hembra donante para ser implantados en hembras receptoras.

Fertilización In Vitro (FIV): Técnica que permite la unión del óvulo y el espermatozoide fuera del cuerpo de la hembra, con el objetivo de mejorar la eficiencia reproductiva.

Índice de Concepción: Medida utilizada para evaluar la eficacia de una técnica reproductiva, expresada como el porcentaje de hembras preñadas respecto a las inseminadas.

Foliculogénesis: Proceso de desarrollo de los folículos ováricos que contienen los ovocitos en el ovario de la hembra.

Anestro: Período de inactividad reproductiva en la hembra, caracterizado por la ausencia de celo y ovulación.

Superovulación: Técnica que consiste en la estimulación hormonal de las hembras para inducir la producción de múltiples ovocitos en un solo ciclo estral.

Índice de Parición: Número promedio de crías nacidas por cada hembra preñada en una explotación ovina.

Laparoscopía Reproductiva: Técnica utilizada en la inseminación artificial por laparoscopía en ovinos, permitiendo la deposición del semen directamente en los cuernos uterinos.