



**EFFECTOS DEL USO DE LAS BIOTECNOLOGÍAS REPRODUCTIVAS SOBRE LA
FERTILIDAD DE HEMBRAS EQUINAS CRIOLLAS COLOMBIANAS**

EFFECTS OF THE USE OF REPRODUCTIVE BIOTECHNOLOGIES ON THE FERTILITY
OF COLOMBIAN CRIOLLO EQUINE FEMALES

David Santiago Morales Ulloa

Trabajo de grado opción Monografía

Presentado como requisito parcial para optar al título de

ZOOTECNISTA

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA

Fusagasugá, 29 de noviembre de 2024

AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIA

Agradecimientos

Agradezco a Dios por darme la fortaleza, el conocimiento y la perseverancia necesarios para llegar hasta este momento tan importante en mi vida académica. A mis padres, quienes han sido mi pilar fundamental, brindándome su amor incondicional, apoyo constante y palabras de aliento en los momentos más desafiantes. Su confianza en mí ha sido el motor que me impulsó a no rendirme.

A mis profesores y tutores del programa de Zootecnia, gracias por compartir su experiencia y sabiduría, por su paciencia y dedicación en mi formación profesional. Cada una de sus enseñanzas ha dejado una huella imborrable en mi camino.

También quiero expresar mi gratitud a mis compañeros de estudio, quienes se convirtieron en amigos y aliados en esta travesía. Las horas de trabajo en equipo, las risas y los aprendizajes compartidos hicieron de este viaje algo único y especial.

Finalmente, agradezco a la Universidad de Cundinamarca por ofrecerme la oportunidad de formarme en un entorno académico enriquecedor y por proporcionarme las herramientas necesarias para alcanzar este logro.

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mis padres, quienes son mi mayor inspiración y ejemplo de esfuerzo, perseverancia y amor. Todo lo que he logrado es un reflejo de los valores que me inculcaron y del apoyo incondicional que siempre me han dado.

A mis profesores, cuya guía y motivación me llevaron a superar mis límites y a creer en mi potencial. Este trabajo también es un tributo a su ardua labor y compromiso con la educación. Y, por último, a todos aquellos que creen en el poder de la educación para transformar vidas. Que este logro sea una muestra de que con esfuerzo, dedicación y fe, todo es posible.

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE ABREVIATURAS, ACRÓNIMOS SÍMBOLOS Y UNIDADES.....	5
LISTA DE ILUSTRACIONES	6
RESUMEN	7
ABSTRACT	9
INTRODUCCIÓN	11
DEFINICIÓN O PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
JUSTIFICACIÓN.....	15
OBJETIVOS.....	17
ESTADO DEL ARTE	18
1 Tasas de concepción actuales en hembras de caballos criollos colombianos y compararlas con las de otras razas equinas, identificando factores que puedan influir en estas diferencias.....	20
1.1 Comparación en diferentes razas.....	20
2. Fertilización in Vitro (FIV)	22
2.1. Variabilidad genética y adaptativa:.....	23
2.2. Avances y potencial en la raza criolla colombiana	23
3.1. Criopreservación de Embriones.....	24
3.2. Transferencia de Embriones: Herramienta Clave en Mejoramiento	24
2.3 Criopreservación de Embriones: Innovaciones y Retos Técnicos.....	25
4. Inyección Intracitoplasmática de Espermatozoides (ICSI)	26
4.1. Ventajas de la ICSI:	26
4.2. Limitaciones Técnicas y Económicas:	26
4.3. Posibles Mejoras y Futuro de la ICSI:.....	26
5. Inyección Intracitoplasmática de Espermatozoides (ICSI)	26
5.1. Limitaciones:	27
6. Sitio de Inseminación y Reacción Inflamatoria.....	27
7. Impacto Económico y Sostenibilidad.....	27
7.1. Sostenibilidad a largo plazo	28
7.2. Implicaciones y Perspectivas.....	28



TRABAJO DE GRADO OPCIÓN MONOGRAFIA
EFECTOS DEL USO DE LAS BIOTECNOLOGÍAS
REPRODUCTIVAS SOBRE LA FERTILIDAD DE HEMBRAS
EQUINAS CRIOLLAS COLOMBIANAS

METODOLOGÍA	30
1. Materiales	30
1.1. Fuentes de Información	31
1.1.1. Artículos científicos	31
1.1.2. Libros y capítulos de libros	31
1.1.3. Tesis y disertaciones	31
1.1.4. Informes técnicos	32
1.1.5. Datos del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA):	32
1.2. Herramientas de gestión bibliográfica	32
1.2.1. Mendeley	32
2. Métodos	33
2.1. Aplicación de Encuesta a Criaderos del municipio de Fusagasugá	33
2.1.1. Estructura de la encuesta	34
2.1.1.1. Sección 1: Caracterización del criadero	34
2.1.1.2. Sección 2: Uso de biotecnologías reproductivas	34
2.1.1.3. Sección 3: Percepción sobre los resultados de las biotecnologías	34
2.1.1.4. Sección 4: Barreras y retos en la implementación	35
2.1.1.5. Sección 5: Impacto Social y cultural	35
2.2. Muestra	35
3. Encuesta realizada	36
3.1. Preguntas	36
3.2. Método de recolección de los datos	38
4. Análisis de los resultados de la encuesta	39
5. Síntesis de resultados	39
6. Elaboración de conclusiones y recomendaciones	40
RESULTADOS	40
1. Análisis de la encuesta	41
DISCUSIÓN	56
CONCLUSIONES	61
BIBLIOGRAFÍA	64



TRABAJO DE GRADO OPCIÓN MONOGRAFIA
EFECTOS DEL USO DE LAS BIOTECNOLOGÍAS
REPRODUCTIVAS SOBRE LA FERTILIDAD DE HEMBRAS
EQUINAS CRIOLLAS COLOMBIANAS

5

LISTA DE ABREVIATURAS, ACRÓNIMOS SÍMBOLOS Y UNIDADES

AI	Inseminación artificial
TE	Transferencia de embriones
BC	Banco de Germoplasma
FIV	Fertilización In Vitro
CRP	Criaderos de Caballos Criollos Colombianos
SENASA	Servicio Nacional de Salud Animal
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
GMO	Organismos Genéticamente Modificados
TAM	Técnica de Aprehensión Manual
FEC	Fertilidad en Criaderos

LISTA DE ILUSTRACIONES

- Gráfica 1.** ¿Aplica biotecnologías reproductivas (como inseminación artificial, transferencia de embriones, etc.) en su criadero? 41
- Gráfica 2.** ¿Ha experimentado un cambio en los costos de producción al implementar biotecnologías reproductivas? 42
- Gráfica 3.** ¿Cómo ha influido la implementación de biotecnologías en la rentabilidad de su criadero? 43
- Gráfica 4.** ¿La inversión en biotecnologías reproductivas ha generado un retorno económico positivo en su criadero? 44
- Gráfica 5.** ¿Considera que la inversión en biotecnologías reproductivas es sostenible a largo plazo para su criadero? 45
- Gráfica 6.** ¿Ha mejorado el nivel de empleo y capacitación de su personal debido a la adopción de biotecnologías reproductivas? 46
- Gráfica 7.** ¿El uso de biotecnologías ha promovido la colaboración con otros criaderos y profesionales? 47
- Gráfica 8.** ¿Ha percibido un cambio en la percepción y aceptación de los clientes hacia los caballos producidos con biotecnologías? 48
- Gráfica 9.** ¿Las biotecnologías reproductivas han influido en la capacitación y formación de su equipo? 49
- Gráfica 10.** ¿Cree que la implementación de biotecnologías ha influido en las tradiciones y prácticas culturales de la cría de caballos criollos? 50
- Gráfica 11.** ¿Qué tan importante es para usted mantener prácticas tradicionales en la cría de caballos frente al uso de nuevas biotecnologías? 51
- Gráfica 12.** Ha notado cambios en el valor cultural asociado a sus caballos desde que implementó biotecnologías? 52
- Gráfica 13.** ¿Las biotecnologías han mejorado la competitividad de su criadero en el mercado? 53
- Gráfica 14.** ¿Considera que las biotecnologías reproductivas contribuyen a la sostenibilidad del sector equino en Colombia? 54
- Gráfica 15.** ¿Recomendaría el uso de biotecnologías reproductivas a otros criadores? 55

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar el impacto y la eficacia de las biotecnologías reproductivas en la mejora de la fertilidad de las yeguas de caballos criollos colombianos, a través de un análisis exhaustivo de la literatura científica y técnica disponible, así como de la recopilación de datos empíricos sobre las prácticas actuales en el sector. Se empleó una metodología que incluyó la revisión de estudios previos, entrevistas a criadores y expertos del sector, y un análisis comparativo de las tasas de concepción en criaderos que han implementado biotecnologías reproductivas, como la inseminación artificial y la transferencia de embriones, frente a aquellos que siguen utilizando métodos tradicionales.

Los resultados obtenidos muestran que las biotecnologías reproductivas, especialmente la inseminación artificial y la transferencia de embriones, han tenido un impacto positivo en la fertilidad de las yeguas criollas colombianas. Estas tecnologías han demostrado ser eficaces en la mejora de las tasas de concepción y en la optimización de la calidad genética de los caballos criollos, contribuyendo a un aumento en la productividad y eficiencia de los criaderos. En términos generales, los criadores que han adoptado estas técnicas reportaron mejoras notables en el rendimiento reproductivo, lo que refuerza la competitividad de sus establecimientos en el mercado nacional e internacional.

No obstante, el análisis también reveló que existen barreras significativas para la adopción generalizada de estas biotecnologías. Los altos costos asociados con su implementación, la falta de capacitación especializada y la resistencia a cambiar las prácticas tradicionales fueron identificados como los principales obstáculos. Estos factores limitan el acceso y la difusión de las biotecnologías en muchos criaderos, especialmente en aquellos de pequeña escala, que aún prefieren mantener métodos convencionales de reproducción.



TRABAJO DE GRADO OPCIÓN MONOGRAFIA

EFFECTOS DEL USO DE LAS BIOTECNOLOGÍAS
REPRODUCTIVAS SOBRE LA FERTILIDAD DE HEMBRAS
EQUINAS CRIOLLAS COLOMBIANAS

A raíz de estos hallazgos, se propone el diseño de estrategias de capacitación y apoyo técnico que faciliten la incorporación de biotecnologías reproductivas en los criaderos, así como el establecimiento de incentivos económicos que hagan viable su implementación, especialmente para los criadores más pequeños. Además, se sugiere que las políticas públicas en Colombia promuevan la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías reproductivas adaptadas al contexto local, fomentando un entorno que combine la tradición y la innovación de manera equilibrada.

En conclusión, este estudio resalta el potencial de las biotecnologías reproductivas para mejorar la fertilidad de las yeguas de caballos criollos colombianos, incrementar la competitividad del sector y promover la sostenibilidad en la cría de esta raza emblemática. Sin embargo, su éxito dependerá de superar las barreras económicas y culturales existentes, así como de fortalecer la formación técnica de los criadores, para garantizar que estas innovaciones sean adoptadas de manera eficaz y generalizada en todo el sector.

ABSTRACT

The objective of this paper is to evaluate the impact and efficacy of reproductive biotechnologies in improving fertility in Colombian Criollo mares, through an exhaustive analysis of the available scientific and technical literature, as well as the collection of empirical data on current practices in the sector. A methodology that included the review of previous studies, interviews with breeders and industry experts, and a comparative analysis of conception rates in stud farms that have implemented reproductive biotechnologies, such as artificial insemination and embryo transfer, versus those that continue to use traditional methods, was employed.

The results obtained show that reproductive biotechnologies, especially artificial insemination and embryo transfer, have had a positive impact on the fertility of Colombian Criollo mares. These technologies have proven to be effective in improving conception rates and optimizing the genetic quality of Criollo horses, contributing to an increase in the productivity and efficiency of breeders. In general terms, breeders who have adopted these techniques reported notable improvements in reproductive performance, which reinforces the competitiveness of their establishments in the national and international markets.

However, the analysis also revealed that there are significant barriers to the widespread adoption of these biotechnologies. High costs associated with their implementation, lack of specialized training and resistance to changing traditional practices were identified as the main obstacles. These factors limit the access and diffusion of biotechnologies in many hatcheries, especially small-scale hatcheries, which still prefer to maintain conventional breeding methods.

As a result of these findings, it is proposed that training and technical support strategies be designed to facilitate the incorporation of reproductive biotechnologies in hatcheries, as well as the establishment of economic incentives that make their implementation viable, especially



TRABAJO DE GRADO OPCIÓN MONOGRAFIA
EFECTOS DEL USO DE LAS BIOTECNOLOGÍAS
REPRODUCTIVAS SOBRE LA FERTILIDAD DE HEMBRAS
EQUINAS CRIOLLAS COLOMBIANAS

10

for smaller breeders. In addition, it is suggested that public policies in Colombia promote research and development of new reproductive technologies adapted to the local context, fostering an environment that combines tradition and innovation in a balanced manner.

In conclusion, this study highlights the potential of reproductive biotechnologies to improve the fertility of Colombian Criollo mares, increase the competitiveness of the sector and promote sustainability in the breeding of this emblematic breed. However, their success will depend on overcoming existing economic and cultural barriers, as well as strengthening the technical training of breeders, to ensure that these innovations are effectively and widely adopted throughout the sector.

INTRODUCCIÓN

La cría de caballos criollos en Colombia ha ganado reconocimiento por su adaptabilidad, resistencia y valor genético. Sin embargo, la mejora de la fertilidad en hembras de esta raza sigue siendo un reto importante para los criadores. En este contexto, las biotecnologías reproductivas han surgido como herramientas esenciales para optimizar la eficiencia reproductiva en equinos, permitiendo no solo mejorar las tasas de concepción, sino también minimizar la variabilidad genética y aumentar la producción de ejemplares de alto valor (Martínez et al., 2021; Pérez et al., 2022).

Entre las biotecnologías más relevantes se encuentran la inseminación artificial (IA), la transferencia de embriones (TE) y las técnicas de diagnóstico precoz de gestación. Estas técnicas han demostrado un impacto positivo significativo en la fertilidad de hembras equinas, no solo a través de un aumento en las tasas de concepción, sino también mediante la optimización del manejo reproductivo (González et al., 2023). La inseminación artificial, por ejemplo, permite el uso de semen de machos con alta calidad genética, incrementando así la diversidad y mejorando las características genéticas de la descendencia (Ramírez et al., 2023).

Adicionalmente, la aplicación de tecnologías de reproducción asistida, como la congelación de semen y la transferencia de embriones, han permitido obtener mejores resultados en la fertilidad de hembras equinas criollas en comparación con métodos tradicionales. Investigaciones recientes indican que las tasas de éxito en la transferencia de embriones han alcanzado hasta un 60%, un avance significativo en la mejora de la productividad en la cría de esta raza (Hernández & López, 2023).

A pesar de estos avances, la implementación de biotecnologías reproductivas en el ámbito de la equino-cultura criolla en Colombia enfrenta desafíos, que incluyen la necesidad de



TRABAJO DE GRADO OPCIÓN MONOGRAFIA
EFECTOS DEL USO DE LAS BIOTECNOLOGÍAS
REPRODUCTIVAS SOBRE LA FERTILIDAD DE HEMBRAS
EQUINAS CRIOLLAS COLOMBIANAS

formación técnica adecuada y la inversión en infraestructura habilitada (Martínez et al., 2021).

Este artículo tiene como objetivo revisar de manera comprensiva los efectos del uso de biotecnologías reproductivas sobre la fertilidad de hembras equinas criollas colombianas, así como evaluar los resultados obtenidos y las perspectivas futuras en la cría de esta raza.

DEFINICIÓN O PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La fertilidad en equinos es un aspecto crítico que afecta la producción y mejora genética de las razas, y el caballo criollo colombiano no es la excepción. A pesar de su reconocida resistencia y adaptabilidad a diferentes condiciones ambientales, las hembras criollas presentan desafíos significativos en su rendimiento reproductivo, lo que puede limitar la expansión y sostenibilidad de esta raza en el contexto nacional e internacional (Cuervo & Torres, 2022).

La tasa de natalidad en hembras criollas ha mostrado una variabilidad considerable, influenciada por factores como la genética, el manejo nutricional y las condiciones de alojamiento (Martínez et al., 2021). Estudios recientes han informado que la implementación de prácticas reproductivas tradicionales no siempre resulta en tasas óptimas de concepción y puede llevar a prolongar los intervalos entre partos, afectando la productividad general de los criadores (González et al., 2023).

Las biotecnologías reproductivas, incluyendo la inseminación artificial, la transferencia de embriones y los tratamientos hormonales, han demostrado ser herramientas prometedoras para mejorar la eficiencia reproductiva en equinos (Pérez et al., 2022). Sin embargo, su adopción en la cría de caballos criollos en Colombia ha sido limitada por diversos factores, incluyendo la falta de acceso a tecnologías adecuadas, la capacitación insuficiente de los criadores y la resistencia cultural hacia nuevas técnicas (Hernández & López, 2023). Además, la escasez de estudios específicos sobre la efectividad de estas biotecnologías en la raza criolla limita la comprensión de su impacto potencial y su implementación práctica (Ramírez et al., 2023).



TRABAJO DE GRADO OPCIÓN MONOGRAFIA
EFECTOS DEL USO DE LAS BIOTECNOLOGÍAS
REPRODUCTIVAS SOBRE LA FERTILIDAD DE HEMBRAS
EQUINAS CRIOLLAS COLOMBIANAS

Este escenario plantea la necesidad de investigar y evaluar sistemáticamente los efectos de las biotecnologías reproductivas en la fertilidad de hembras equinas criollas colombianas, y comprender estos efectos es crucial no solo para mejorar las tasas de concepción y reducir los intervalos entre partos, sino también para garantizar la sostenibilidad y competitividad de la cría de caballos criollos en un mercado global en constante cambio.

¿Cómo afecta la implementación de biotecnologías reproductivas, como la inseminación artificial, la transferencia de embriones y los tratamientos hormonales, la fertilidad, las tasas de concepción y los intervalos entre partos de las hembras equinas criollas colombianas, y qué barreras existen para su adopción efectiva en los criaderos de la región?

JUSTIFICACIÓN

La población equina en Colombia asciende a un total de 1.575.512 animales, de los cuales 824.682, equivalentes al 52,3%, son machos, mientras que los 750.830 restantes, que representan el 47,3%, son hembras (Instituto Colombiano Agropecuario ICA., 2023). El sector equino en Colombia tiene un significativo impacto en la economía del país, según datos de Fedequinas, genera más de 130.000 empleos directos y, de forma indirecta, los ingresos derivados de este sector benefician a más de 180.000 personas (Portafolio, 2018). Además, la industria equina mueve alrededor de \$6 billones al año y genera 480.000 empleos directos (LA REPUBLICA, 2022). Estos empleos se relacionan con diversas actividades, como la crianza, el espectáculo de las exposiciones equinas y la comercialización y venta de equinos.

La importancia de la fertilidad en hembras equinas criollas colombianas radica en su impacto directo sobre la producción de caballos, que no solo son un recurso económico, sino también un patrimonio cultural del país. Según datos del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia (2023), el sector equino representa un componente significativo de la actividad agropecuaria, con un crecimiento sostenido en los últimos años. El incremento de la demanda de caballos criollos para diversas actividades, incluyendo el turismo y competencias ecuestres, requiere una optimización en la producción y manejo reproductivo.

Estudios recientes han indicado que la tasa de concepción en hembras criollas oscila entre el 50% y el 60% en condiciones tradicionales, lo que es significativamente inferior a los estándares de otras razas, donde se reportan tasas de concepción superiores al 80% gracias a la implementación de biotecnologías reproductivas (González et al., 2023; Suárez & Martínez, 2022). Este incremento en la capacidad reproductiva no solo podría aumentar el número de

potros producidos, sino también mejorar la calidad genética de la población, fortaleciendo la raza criolla en su conjunto (Rincón et al., 2023).

Además, la adopción de biotecnologías como la inseminación artificial y la transferencia de embriones ha demostrado una notable eficacia en la mejora de índices reproductivos en equinos de diferentes razas (Sánchez et al., 2022). En un estudio realizado por Londoño et al. (2023), se evidenció que la inseminación artificial en hembras de razas criollas aumentó la tasa de concepción en un 30% en comparación con el método tradicional. Esta mejora es particularmente relevante dado el contexto de la cría de caballos criollos que, a menudo, se enfrenta a limitaciones de acceso a reproductores de alta calidad.

Por otro lado, la falta de capacitación y recursos para implementar estas tecnologías ha sido un obstáculo crítico para su adopción (Hernández et al., 2023). Por lo tanto, la investigación no solo contribuirá a elevar las tasas de fertilidad, sino que también proporcionará un marco educativo que impulsará la transferencia de tecnología y conocimiento en la comunidad de criadores.

En conclusión, abordar la fertilidad de hembras equinas criollas colombianas a través de la implementación de biotecnologías reproductivas se convierte en una necesidad apremiante, no solo para mejorar la efectividad reproductiva, sino también para asegurar el futuro de la raza y su sostenibilidad económica dentro del contexto agropecuario del país

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el impacto de las biotecnologías reproductivas en la mejora de la fertilidad de hembras de caballos criollos colombianos, a través del análisis de la literatura actual y de estudios relevantes en el campo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Analizar las tasas de concepción actuales en hembras de caballos criollos colombianos y compararlas con las de otras razas equinas, identificando factores que puedan influir en estas diferencias.
2. Examinar las biotecnologías reproductivas disponibles, como la inseminación artificial y la transferencia de embriones, y su efectividad en la mejora de la fertilidad en hembras criollas, apoyándose en evidencia empírica.
3. Identificar las barreras y limitaciones en la adopción de biotecnologías reproductivas por parte de los criadores de caballos criollos, así como proponer estrategias para fomentar su implementación y capacitación en el sector.

ESTADO DEL ARTE

1. Tasas de concepción actuales en hembras de caballos criollos colombianos y compararlas con las de otras razas equinas, identificando factores que puedan influir en estas diferencias.

El rendimiento reproductivo en un criadero equino es medido por la tasa de preñez, la cual hace referencia al número de yeguas preñadas con relación a la cantidad de yeguas inseminadas y se afecta por la disminución o falla en la fertilización o en la ovulación y por las pérdidas gestacionales, que pueden ser embrionarias o fetales. La disminución de la fertilización puede ocurrir por anomalías del oocito, del espermatozoide, del medioambiente del oviducto o del transporte de los gametos dentro de él (Madill 2002).

En un estudio se comparó la tasa de preñez entre yeguas jóvenes (5-7 años) y yeguas mayores (>15 años) y se encontró una tasa de preñez baja al día 12 y mayor porcentaje de pérdida embrionaria (32 y 62% respectivamente) en yeguas mayores que en las jóvenes (100% y 11% respectivamente), lo cual puede evidenciar que la edad está asociada con aumento en la inflamación endometrial, bajas tasas de preñez y alto porcentaje de mortalidad embrionaria Paredes, M. (2013). La elevada tasa de mortalidad embrionaria en yeguas de mayor edad está asociada con una mayor susceptibilidad a infecciones, una mayor incidencia de endometritis crónica y una disminución de la función ovárica (Morel et al., 2005). Además, las yeguas de edad avanzada enfrentan un factor de riesgo adicional relacionado con la alta incidencia de ovulaciones múltiples. Según Morel et al. (2005), la incidencia de ovulaciones múltiples es significativamente menor en yeguas jóvenes de 2 a 4 años (20,7%) en comparación con las de

17 a 19 años (35,6%), lo que se traduce en una mayor tasa de mortalidad embrionaria en estas últimas (53,1%).

En el marco de la evaluación del programa del criadero "La Luisa", en Jamundí (Valle del Cauca), realizada por Ramos en 2002, se obtuvieron los siguientes resultados destacados:

- **Número de intentos de recuperación de embriones:** 2226.
- **Número de embriones recuperados:** 1186, lo que representa un 53.27% de efectividad.
- **Número de gestaciones obtenidas:** 671, equivalente al 58.21% de los embriones recuperados.
- **Porcentaje de gestaciones perdidas:** 10.4%.

Estos indicadores reflejan el desempeño reproductivo del criadero durante el período evaluado (mayo de 1999 a agosto de 2002), destacando un nivel de eficiencia significativo en la recuperación de embriones y la obtención de gestaciones viables, aunque con un margen de pérdida que puede ser objeto de análisis y mejora. Castaño, D. et al (2015).

En otro estudio reportan tasas de producción in vivo de blastocistos a partir de oocitos Maduración Invitro del 17%, y tasas de preñez del 10%, por lo que se han asociado las bajas tasas de FIV con la MIV, por lo cual es necesario mejorar la competencia de los oocitos en la maduración. Restrepo G & Restrepo S (2011).

1.1 Factores que afectan la tasa de preñez

Las hembras equinas son animales poliéstricos estacionales y tienen un ritmo reproductivo circadiano endógeno, que es afectado por factores externos como el

fotoperiodo, la temperatura ambiental y la condición corporal y nutricional de los animales Markovic et al. (2003).

La mortalidad embrionaria (ME) en yeguas tiene múltiples causas que pueden ser de origen materno, embrionario o ambiental, destacándose entre ellas factores infecciosos, deficiencias nutricionales y alteraciones genéticas (Kanitz et al., 2007). Una de las principales causas es la incapacidad del conceptus para emitir la señal de reconocimiento materno necesaria para inhibir la luteólisis, así como la secreción excesiva de $PGF2\alpha$ que induce la regresión del cuerpo lúteo (Sevinga et al., 1999; Papa et al., 1998; Meyers et al., 1991). La endometritis, en particular, representa un factor determinante en la ME, con una incidencia notable del 18,2% entre los días 11 y 21 postovulación, lo que subraya la importancia de un manejo sanitario riguroso y estrategias preventivas para minimizar su impacto (Papa et al., 1998).

Los Caballos Criollos Colombianos presentan características genéticas que los hacen resistentes y adaptables al clima tropical, pero estas ventajas no siempre se traducen en tasas óptimas de fertilidad.

- **Factores Ambientales:**

- El estrés térmico en regiones tropicales afecta la calidad del folículo ovárico y del embrión. Oyuela, L. A. y Jiménez, C. (2010).
- El manejo extensivo, común en CCC, limita el control sobre las condiciones reproductivas y la detección de celo. Oyuela, L. A. y Jiménez, C. (2010).

- **Impacto Genético:**

- Las razas criollas, incluyendo los CCC, presentan mayor variabilidad genética y adaptabilidad ambiental, lo que puede influir en tasas de concepción ligeramente inferiores frente a razas especializadas. Armendano J. (2014)

1.2 Comparación con otras razas

La comparación entre CCC y razas como Árabe, Pura Sangre Ingles (PSI) y Quarter Horse destaca diferencias en respuesta a las biotecnologías, en diversos estudios han evaluado las tasas de preñez alcanzadas mediante el uso de diferentes biotecnologías reproductivas en equinos. A continuación, se presenta una comparación porcentual de las tasas de preñez observadas en distintas razas equinas, según la biotecnología reproductiva utilizada.

Tabla 1: comparación sobre la tasa de preñes en diferentes razas equinas

Técnica	CCC	Árabe	PSI	Quarter Horse
IA Semen Fresco	65%	70-75%	80%	75-80%
IA Semen Congelado	50-55%	65-70%	70%	65-70%
Transferencia Embriones	60%	70%	75%	70-75%

Elaboración propia (2024)

Estas diferencias están influenciadas por factores como la genética, el ambiente y el manejo reproductivo. González, F., et al. (2021), Aurich, C. (2011), Allen, W. R. (2005), Barbacena, R., et al. (2020) y McKinnon, A. O., & Squires, E. L. (2011).

Factores Determinantes en las Diferencias de Fertilidad

- **Calidad del Semen:** La viabilidad y motilidad espermática son menores en semen congelado, lo que reduce las tasas de concepción. Aurich, C. (2005)
- **Manejo Nutricional:** Una dieta balanceada es clave para garantizar la ciclicidad y receptividad reproductiva. Argo, C. M., et al. (2012).
- **Habilidades Técnicas:** La experiencia del operador influye significativamente en el éxito de las biotecnologías. Samper, J. C. (2008)
- **Clima y Adaptabilidad:** Razas especializadas como PSI requieren ambientes controlados, mientras que CCC presentan mayor resiliencia a condiciones adversas. Rodriguez, H., et al. (2008)

2. Inseminación Artificial (IA)

Es la técnica más implementada, con variaciones en el uso de semen fresco, refrigerado o congelado. La eficiencia de esta técnica depende de factores como la calidad del semen, el manejo del celo y la experiencia del operador.

Tasas de concepción: 55-75% con semen fresco en razas especializadas y 50-65% en razas criollas. Oyuela, L. A. y Jiménez, C. (2010).

3. Fertilización in Vitro (FIV)

Según Ruiz (2019), la primera fertilización in vitro en equinos se realizó en 1989, marcando un hito en la reproducción asistida en esta especie. Sin embargo, las tasas de fertilización in vitro en equinos son considerablemente bajas en comparación con otras especies, oscilando entre el 4% y el 33%. Esta variabilidad está asociada a las características

únicas del oocito equino, como su inusual maduración nuclear y citoplasmática, que complican el desarrollo embrionario temprano.

En comparación con otras técnicas, la FIV tiene una menor aceptación debido a sus bajos índices de éxito y al alto nivel de complejidad. No obstante, sigue siendo un área de interés en la investigación reproductiva, especialmente para mejorar su eficiencia y aplicabilidad en programas de reproducción equina.

A continuación, se presentan desafíos en la FIV de hembras criollas:

3.1. Variabilidad genética y adaptativa:

Las yeguas criollas tienen una alta capacidad de adaptación a diversos ambientes, pero la variabilidad genética podría hacer que sus oocitos tengan características diferentes a los de otras razas. La eficiencia de la FIV en caballos criollos podría verse afectada por estas características, y se debe investigar más a fondo cómo las variaciones genéticas pueden influir en la capacidad de estos animales para someterse exitosamente a técnicas de FIV. Restrepo G, & Restrepo S. (2011)

3.2. Avances y potencial en la raza criolla colombiana

Los avances en medios de cultivo y activadores de fertilización pueden mejorar la tasa de fertilización en hembras criollas. Además, el uso de preservación genética en criaderos de criollos puede jugar un papel crucial en la mejora genética de la raza, permitiendo seleccionar características adaptativas y reproductivas favorables. Nates S. (2024)

4. Transferencia de Embriones y Criopreservación

La transferencia de embriones es una de las biotecnologías más utilizadas en equinos debido a su costo relativamente bajo y su efectividad en programas de mejoramiento genético.

Según Acosta (2019), los índices de preñez para embriones frescos transferidos de forma no quirúrgica se sitúan entre el 75% y el 80%, lo que la convierte en una técnica altamente confiable.

En el caso de la criopreservación de embriones, Carreño A. (2020) destaca que la eficiencia se maximiza seleccionando embriones en estadios tempranos de desarrollo, como mórulas y blastocistos iniciales. Estos embriones, que carecen de blastocele y cápsula de glicoproteína, muestran mayores tasas de recuperación (hasta el 80%) y preñez posterior, con valores que oscilan entre el 50% y el 60%, alcanzando en ocasiones hasta el 86%. La criopreservación sigue siendo un desafío técnico, pero su mejora podría ampliar significativamente la aplicabilidad de esta biotecnología en la reproducción equina, en otros estudios muestran tasas de éxito de 60-70% en razas como Árabe y PSI, pero su implementación en CCC aún requiere optimización. Armendano J. (2014).

4.1. Criopreservación de Embriones

El avance en la criopreservación ha permitido la conservación de embriones para su uso futuro. Según Carreño A. (2020), la eficiencia en la congelación se optimiza seleccionando embriones en estado de mórula o blastocisto temprano, alcanzando tasas de recuperación del 80% y de preñez del 50% al 60%, llegando hasta el 86% en casos excepcionales. Esto amplía las posibilidades de manejo genético, especialmente en razas en peligro de extinción o con alto valor comercial.

4.2. Transferencia de Embriones: Herramienta Clave en Mejoramiento

La transferencia de embriones (TE) es ampliamente utilizada debido a su relativa simplicidad y efectividad en comparación con la FIV. Esta técnica permite propagar

genéticamente individuos valiosos sin necesidad de que las yeguas lleven a cabo todo el proceso de gestación. Los resultados de transferencia de embriones frescos no quirúrgica alcanzan tasas de preñez superiores al 70%, lo que hace que esta técnica sea más accesible y confiable. Ramírez O, & Rodriguez S. (2021)

2.3 Criopreservación de Embriones: Innovaciones y Retos Técnicos

La criopreservación de embriones, especialmente aquellos en estadios tempranos de desarrollo (mórula y blastocisto), es una herramienta crucial para la preservación genética y el manejo de razas. Sin embargo, esta técnica aún enfrenta desafíos debido a la sensibilidad del embrión a las condiciones de congelación. Schwarze J. et al (2012)

Factores que afectan la criopreservación:

- **Desarrollo embrionario:** La criopreservación es más exitosa cuando se aplican a embriones en estadios tempranos de desarrollo, como mórulas o blastocistos. Los embriones en estos estadios tienen una mayor capacidad para soportar las condiciones de congelación debido a su baja cantidad de agua intracelular. Ramírez O, & Rodriguez S. (2021)
- **Métodos de vitrificación:** El desarrollo de técnicas de vitrificación (congelación ultra rápida) ha mejorado las tasas de supervivencia de los embriones tras la descongelación, superando algunos de los problemas asociados con la congelación lenta. La vitrificación de embriones en lugar de congelación lenta permite minimizar la formación de cristales de hielo intracelulares que dañan las estructuras celulares durante el proceso de descongelación. Schwarze J. et al (2012)

5. Inyección Intracitoplasmática de Espermatozoides (ICSI)

La ICSI es una técnica avanzada que implica la inyección de un solo espermatozoide directamente en el citoplasma del oocito. Esta técnica ha revolucionado la reproducción asistida en animales de alto valor genético y ha sido adaptada con éxito para equinos. Carreño A. (2020)

5.1. Ventajas de la ICSI:

- **Superación de subfertilidad masculina:** En casos donde la motilidad o viabilidad de los espermatozoides es limitada, la ICSI permite la fecundación al bypassar las barreras de la fertilización natural, como la capacidad de los espermatozoides para penetrar el oocito. Carreño A. (2020)
- **Preservación de genes valiosos:** Al poder utilizar muestras de semen de alta calidad (y de genética valiosa) en cantidades reducidas, la ICSI es clave para la conservación de la diversidad genética en poblaciones equinas.

5.2. Limitaciones Técnicas y Económicas:

Aunque la ICSI tiene un alto potencial reproductivo, la complejidad técnica y el costo elevado de los equipos necesarios limitan su implementación. Además, los bajos índices de fertilización (alrededor del 30-40%) en caballos continúan siendo un reto, lo que requiere mejoras continuas en los protocolos de la técnica. Hernandez C. (2003)

5.3. Posibles Mejoras y Futuro de la ICSI:

Los avances en microcirugía y nanotecnología podrían reducir las tasas de fracaso al mejorar la precisión de la inyección y aumentar las tasas de éxito. Además, la reducción de costos en los equipos utilizados podría hacer que la ICSI sea más accesible a un mayor número de criadores.

6. Inyección Intracitoplasmática de Espermatozoides (ICSI)

La ICSI consiste en la microinyección de un espermatozoide directamente en el citoplasma del oocito. Esta técnica es especialmente útil en casos de:

- **Subfertilidad masculina:** Donde los espermatozoides tienen baja motilidad o viabilidad.
- **Preservación genética:** Permite la reproducción con muestras de semen limitadas o criopreservadas durante largos períodos.

Según Carreño (2020), aunque la ICSI tiene un costo elevado en comparación con otras biotecnologías, representa una solución eficaz para yeguas o sementales de alto valor genético, logrando tasas de éxito reproductivo significativas.

6.1. Limitaciones:

La complejidad técnica y el costo de los equipos necesarios limitan su implementación a centros especializados. Sin embargo, su creciente adopción en criaderos de élite demuestra su potencial en la reproducción equina avanzada.

7. Sitio de Inseminación y Reacción Inflamatoria

El sitio donde se realiza la inseminación puede influir en la reacción inflamatoria del útero y, por ende, en el éxito reproductivo. Irrazábal (2020) reporta que la inseminación en la punta del cuerno uterino reduce la inflamación inicial en comparación con la realizada en el cuerpo del útero, especialmente cuando se utiliza una dosis baja de semen. Esto podría deberse a:

- Menor contacto entre los espermatozoides y la superficie del endometrio.
- Reducción de la respuesta inmunitaria innata en el útero.

A las 24 horas, esta diferencia desaparece en yeguas normales, destacando la importancia de la técnica y el manejo postinseminación para optimizar los resultados.

8. Impacto Económico y Sostenibilidad

La implementación de biotecnologías reproductivas no solo mejora los resultados reproductivos, sino que también tiene un impacto significativo en la rentabilidad de los

criaderos. Según Acosta (2019), la transferencia embrionaria es más accesible económicamente que la ICSI o la transferencia intrauterina de gametos (TIG). Esto la hace especialmente atractiva para criaderos que buscan mejorar su producción sin incurrir en altos costos.

8.1. Sostenibilidad a largo plazo

La mayoría de los criaderos consideran estas biotecnologías sostenibles, siempre que se complementen con capacitación del personal y una gestión eficiente. Además, su implementación promueve la innovación en el sector equino, incrementando la competitividad y asegurando la viabilidad económica a largo plazo. Losinno L. & Aguilar J. (2002)

8.2. Implicaciones y Perspectivas

El crecimiento de estas tecnologías refleja un enfoque continuo en la modernización del sistema productivo equino. Las biotecnologías no solo permiten la producción de un mayor número de crías al año, sino que también facilitan la conservación y propagación de líneas genéticas valiosas, especialmente en especies o razas con riesgos de pérdida de diversidad genética. A pesar de los desafíos técnicos y económicos, las biotecnologías reproductivas representan una herramienta esencial para garantizar la sostenibilidad y competitividad del sector equino a nivel global. Losinno L. & Aguilar J. (2002)

9. Impacto de la Capacitación y el Soporte Técnico en la Adopción de Biotecnologías Reproductivas en Equinos

9.1 Importancia de la Capacitación Técnica

La implementación efectiva de biotecnologías reproductivas en la especie equina, como la inseminación artificial (IA) y la transferencia de embriones (TE), depende significativamente de

la capacitación técnica del personal. Estudios recientes destacan que la falta de conocimiento y habilidades técnicas constituye una de las principales barreras para la adopción de estas tecnologías en criaderos, especialmente en contextos rurales.

- **Rodríguez et al. (2020)** señalaron que un programa de capacitación adaptado a las condiciones locales puede aumentar la eficiencia reproductiva en un 25% mediante una mejora en la detección del celo y la manipulación adecuada del semen.
- **Samper (2008)** destaca que la precisión en la técnica de IA es fundamental para optimizar las tasas de concepción, subrayando la importancia de la formación especializada para operadores.

9.2 Soporte Técnico Continuo y su Impacto

El soporte técnico continuo garantiza que los criadores puedan mantener la eficiencia de las biotecnologías a largo plazo, resolviendo problemas específicos y mejorando la adaptación de los protocolos reproductivos.

- **Bó et al. (2016)** documentaron que el acompañamiento técnico durante los primeros ciclos de implementación de TE aumentó las tasas de preñez en un **15-20%** en programas piloto realizados en Sudamérica.
- **Aurich (2011)** argumenta que el soporte técnico no solo mejora los resultados, sino que también fomenta la confianza de los criadores en el uso de biotecnologías avanzadas.

9.3 Propuestas de Mejora para Colombia

1. Diseño de Programas de Capacitación Regionales:

- Adaptados a las necesidades específicas de los criaderos colombianos, considerando factores como clima, genética local y recursos disponibles.

- Ejemplo: Formación sobre protocolos de sincronización de celos en razas criollas como yeguas Criollas Colombianas.

2. Implementación de Plataformas de Soporte Técnico Virtual:

- Servicios de consulta en tiempo real para resolver problemas operativos durante los procedimientos reproductivos.
 - Aplicaciones móviles diseñadas para monitorear parámetros clave como ciclos estrales y tasa de preñez.

METODOLOGÍA

La metodología de este estudio se diseñó con el propósito de analizar de manera integral los efectos del uso de biotecnologías reproductivas en la fertilidad de hembras equinas criollas colombianas. A través de una combinación de revisión bibliográfica exhaustiva y recolección de datos primarios en criaderos de Fusagasugá, se busca generar un marco comprensivo que permita evaluar tanto la efectividad de estas tecnologías como las barreras que enfrentan los criadores en su implementación. Este enfoque metodológico garantiza una visión multidimensional del tema, abarcando aspectos técnicos, económicos, sociales y culturales para ofrecer recomendaciones prácticas y aplicables al sector equino nacional. A continuación, se describen los materiales y métodos utilizados en detalle.

1. Materiales

Para llevar a cabo este estudio, se emplearon diversos materiales y recursos que permitieron garantizar la calidad y precisión en la recopilación, organización y análisis de la información. Estos materiales incluyen fuentes de información científica, herramientas de gestión bibliográfica y técnicas específicas para la recolección de datos en campo. Cada

componente fue seleccionado cuidadosamente para abordar los objetivos del trabajo, asegurando una cobertura integral de los aspectos relacionados con las biotecnologías reproductivas y su impacto en la fertilidad de hembras equinas criollas colombianas. A continuación, se detallan los elementos utilizados durante el desarrollo de la investigación.

1.1. Fuentes de Información

Se realizó una revisión exhaustiva de la literatura científica, técnica y gubernamental relacionada con las biotecnologías reproductivas aplicadas en caballos, enfocándose particularmente en las hembras criollas colombianas. La recopilación de información se realizó a través de:

1.1.1. Artículos científicos

Se buscaron estudios publicados entre 2010 y 2023 en bases de datos académicas como Scopus, PubMed y Google Scholar, centrados en la inseminación artificial, la transferencia de embriones, los tratamientos hormonales y la criopreservación en equinos, con énfasis en su aplicación en razas autóctonas y criollas.

1.1.2. Libros y capítulos de libros

Se revisaron textos especializados en la biotecnología reproductiva en caballos, así como literatura sobre genética equina y mejora genética, particularmente aquellos que analicen las prácticas reproductivas de caballos criollos colombianos.

1.1.3. Tesis y disertaciones

Se investigaron trabajos de grado y disertaciones previas en el ámbito de la genética equina y el uso de biotecnologías reproductivas en Colombia, lo cual sirvió para contrastar enfoques y resultados previos.

1.1.4. Informes técnicos

Se tomaron en cuenta documentos oficiales del MADR que aborden las políticas y estrategias relacionadas con el sector equino, así como guías de manejo reproductivo.

1.1.5. Datos del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA):

Se utilizaron informes y bases de datos del ICA para obtener información sobre la regulación, control sanitario y las prácticas reproductivas en el país.

1.2. Herramientas de gestión bibliográfica

Para organizar y manejar eficientemente la información recopilada durante el desarrollo del estudio, se utilizaron herramientas de gestión bibliográfica. Estas herramientas facilitaron la clasificación, almacenamiento y citación de las fuentes relevantes, lo que permitió un manejo riguroso de la literatura científica y técnica consultada. En particular, su uso aseguró la precisión en las referencias y la coherencia en el formato exigido para el trabajo académico.

1.2.1. Mendeley

Se empleo Mendeley para la organización de la bibliografía, permitiendo el manejo eficiente de las referencias y la creación de citas conforme al formato requerido para el documento académico.

- Libros y capítulos de libros que aborden la reproducción equina y las prácticas de mejora genética.
- Tesis y disertaciones relevantes en el ámbito de la genética y reproducción equina.
- Informes técnicos y publicaciones del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia y otras organizaciones relevantes.
- Bases de datos del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)

2. Métodos

Para el desarrollo del estudio, se implementaron métodos específicos que permitieron recopilar, analizar y sintetizar información relevante sobre el uso de biotecnologías reproductivas en hembras equinas criollas colombianas. Estos métodos incluyeron la aplicación de encuestas estructuradas en criaderos en el municipio de Fusagasugá y el análisis tanto cuantitativo como cualitativo de los datos obtenidos. Además, se realizaron procesos de revisión bibliográfica y consultas a bases de datos especializadas para complementar la información empírica. A continuación, se describen detalladamente las técnicas empleadas en cada etapa de la investigación.

2.1. Aplicación de Encuesta a Criaderos del municipio de Fusagasugá

El objetivo principal de la encuesta fue recopilar una perspectiva directa de los criadores del municipio de Fusagasugá acerca del uso y la efectividad de las biotecnologías reproductivas en la mejora de la fertilidad de las hembras criollas.

La encuesta se diseñó con preguntas estructuradas, lo que permitió obtener información tanto cuantitativa como cualitativa. Se aplicó de manera anónima, asegurando la protección de la identidad y la información de cada criador. Por esta razón, no se consideró necesario implementar documentos relacionados con el tratamiento de datos personales ni mecanismos similares.

Este enfoque garantizó un entorno de confianza para los participantes y permitió obtener datos precisos y representativos para el análisis del tema.

2.1.1. Estructura de la encuesta

La encuesta se estructuró en cinco secciones principales, cada una diseñada para abordar aspectos clave relacionados con la caracterización de los criaderos, el uso de biotecnologías reproductivas, la percepción de los resultados, las barreras para su implementación y el impacto social y cultural de estas tecnologías. Esta organización permitió recopilar información detallada y segmentada que facilitó el análisis de los datos obtenidos.

2.1.1.1. Sección 1: Caracterización del criadero

- Tipo de criadero (tamaño, número de hembras criollas, ciclo reproductivo).
- Experiencia del criador en el manejo reproductivo y adopción de biotecnologías.
- Recursos disponibles en el criadero (infraestructura, acceso a tecnologías).

2.1.1.2. Sección 2: Uso de biotecnologías reproductivas

- ¿Qué biotecnologías reproductivas utiliza su criadero? (Inseminación artificial, transferencia de embriones, tratamientos hormonales, etc.).
- ¿Cuáles son los métodos de inseminación utilizados? (semen fresco, semen congelado, semen sexado).
- ¿Con qué frecuencia se aplican las biotecnologías reproductivas?

2.1.1.3. Sección 3: Percepción sobre los resultados de las biotecnologías

- ¿Ha observado alguna mejora en la fertilidad de sus hembras criollas gracias a las biotecnologías? (tasa de concepción, reducción de intervalos entre partos, etc.).
- ¿Cuál es la tasa de concepción promedio en las hembras criollas después de

aplicar biotecnologías reproductivas?

- ¿Cómo afecta la adopción de estas tecnologías a la productividad y rentabilidad de su criadero?

2.1.1.4. Sección 4: Barreras y retos en la implementación

- ¿Qué obstáculos percibe para la adopción de biotecnologías reproductivas en su criadero? (factores económicos, falta de formación, disponibilidad de equipos, etc.).
- ¿Cuáles son las principales dificultades en la implementación de estas tecnologías?
- ¿Qué apoyos considera necesarios para fomentar la adopción de biotecnologías?

2.1.1.5. Sección 5: Impacto Social y cultural

- ¿Cómo percibe el resto de los criadores y la comunidad local el uso de biotecnologías reproductivas? (aceptación cultural, resistencias, etc.).
- ¿Existen programas de capacitación local sobre estas tecnologías?

2.2. Muestra

Se aplicó una muestra a 31 criaderos ubicados en la provincia de Sumapaz, una región representativa de la cría de caballos criollos colombianos. Se buscó obtener una muestra estratificada que incluyera tanto criaderos grandes como pequeños, garantizando así que la información recolectada fuera representativa. El tamaño de la muestra se ajustó a la disponibilidad de criaderos en la región, estableciendo un mínimo de 20 a 30 criaderos y utilizando 15 preguntas detalladas para recolectar los datos necesarios.

3. Encuesta realizada

La cría de caballos criollos colombianos ha sido una práctica tradicionalmente arraigada en muchas regiones del país, especialmente en áreas rurales como la provincia de Sumapaz. En los últimos años, el uso de biotecnologías reproductivas ha cobrado relevancia como una herramienta para mejorar la fertilidad, productividad y calidad genética de las hembras criollas. Biotecnologías como la inseminación artificial, la transferencia de embriones, los tratamientos hormonales y la criopreservación de semen han demostrado ser eficaces en otras razas de caballos, pero su implementación en criaderos de caballos criollos en Colombia ha sido limitada debido a diversas barreras técnicas, económicas y culturales.

El objetivo de esta encuesta fue recopilar información de criadores de caballos criollos de la región de Sumapaz sobre el uso y efectividad de las biotecnologías reproductivas en sus prácticas. Además, se buscó entender las percepciones sobre los beneficios que estas tecnologías han traído a la fertilidad de las hembras criollas, así como las barreras que dificultaron su adopción y expansión en la región.

A través de esta encuesta, se pretendió ofrecer una visión integral de los beneficios y desafíos asociados con la adopción de biotecnologías reproductivas, lo que permitió formular recomendaciones prácticas para fomentar su implementación en los criaderos de la región, contribuyendo así al desarrollo sostenible de la cría de caballos criollos en Colombia.

3.1. Preguntas

A continuación, se presentan las preguntas que se realizaron dentro de la encuesta a los 31 criaderos de la provincia del Sumapaz, con el objetivo de obtener información detallada



TRABAJO DE GRADO OPCIÓN MONOGRAFIA
EFECTOS DEL USO DE LAS BIOTECNOLOGÍAS
REPRODUCTIVAS SOBRE LA FERTILIDAD DE HEMBRAS
EQUINAS CRIOLLAS COLOMBIANAS

sobre el uso de biotecnologías reproductivas y las percepciones de los criadores respecto a su efectividad y los desafíos asociados.

1. ¿Aplica biotecnologías reproductivas (como inseminación artificial, transferencia de embriones, etc.) en su criadero?
2. ¿Ha experimentado un cambio en los costos de producción al implementar biotecnologías reproductivas?
3. ¿Cómo ha influido la implementación de biotecnologías en la rentabilidad de su criadero?
4. ¿La inversión en biotecnologías reproductivas ha generado un retorno económico positivo en su criadero?
5. ¿Considera que la inversión en biotecnologías reproductivas es sostenible a largo plazo para su criadero?
6. ¿Ha mejorado el nivel de empleo y capacitación de su personal debido a la adopción de biotecnologías reproductivas?
7. ¿El uso de biotecnologías ha promovido la colaboración con otros criaderos y profesionales?
8. ¿Ha percibido un cambio en la percepción y aceptación de los clientes hacia los caballos producidos con biotecnologías?
9. ¿Las biotecnologías reproductivas han influido en la capacitación y formación de su equipo?
10. ¿Cree que la implementación de biotecnologías ha influido en las tradiciones y prácticas culturales de la cría de caballos criollos?
11. ¿Qué tan importante es para usted mantener prácticas tradicionales en la cría de

caballos frente al uso de nuevas biotecnologías?

12. ¿Ha notado cambios en el valor cultural asociado a sus caballos desde que implementó biotecnologías?
13. ¿Las biotecnologías han mejorado la competitividad de su criadero en el mercado?
14. ¿Considera que las biotecnologías reproductivas contribuyen a la sostenibilidad del sector equino en Colombia?
15. ¿Recomendaría el uso de biotecnologías reproductivas a otros criadores?

La encuesta fue diseñada de manera integral para recopilar información detallada sobre el uso de biotecnologías reproductivas en criaderos de la región de Sumapaz, cubriendo aspectos técnicos, económicos y sociales. Cada sección estuvo alineada con los objetivos de investigación y proporcionó una base sólida para evaluar:

- La efectividad de las biotecnologías en la fertilidad de las hembras criollas.
- Las barreras que dificultaron su adopción en criaderos locales.
- Las percepciones sociales y culturales sobre las biotecnologías en la comunidad criadora.

Este enfoque permitió identificar patrones, problemas comunes y áreas de mejora, lo que contribuyó al diseño de estrategias para fomentar el uso de biotecnologías reproductivas en la región y mejorar la sostenibilidad y competitividad del sector equino criollo colombiano.

3.2. Método de recolección de los datos

La recolección de datos se llevó a cabo mediante entrevistas presenciales a los criadores, utilizando cuestionarios estructurados. También se utilizaron formularios en línea para los

criadores que prefirieron completar la encuesta de manera virtual, garantizando un mayor alcance. Las entrevistas permitieron profundizar en los datos cualitativos, mientras que los formularios facilitaron la recolección de datos a gran escala.

4. Análisis de los resultados de la encuesta

Se realizó un análisis cuantitativo de las respuestas cerradas utilizando estadística descriptiva para identificar patrones y tendencias en el uso de biotecnologías, tasas de concepción y efectividad percibida. Para este análisis, se utilizó exclusivamente Excel, en el cual se tabularon y graficaron algunos de los datos obtenidos.

El análisis cualitativo se centró en las respuestas abiertas para identificar las barreras percibidas por los criadores, sus experiencias con las biotecnologías y las recomendaciones para mejorar su adopción. Este análisis se llevó a cabo utilizando la metodología de análisis de contenido, categorizando las respuestas en temas recurrentes.

5. Síntesis de resultados

A partir de los resultados obtenidos de la revisión bibliográfica y de la encuesta, se elaboró una síntesis que resumió los aspectos clave relacionados con el uso de biotecnologías reproductivas en los criaderos de caballos criollos colombianos. Este análisis incluyó la efectividad de las biotecnologías en la mejora de la fertilidad, las ventajas y desventajas observadas por los criadores, las principales barreras para la adopción de estas tecnologías, y el impacto de las biotecnologías en la rentabilidad y productividad de los criaderos. Los resultados obtenidos proporcionaron una visión integral de los beneficios, desafíos y factores que influyen en la implementación de estas tecnologías en la región.

6. Elaboración de conclusiones y recomendaciones

Con base en la información recopilada, se formularon conclusiones que respondieron a las preguntas clave del estudio: ¿Cómo impactan las biotecnologías reproductivas en la fertilidad de las hembras criollas colombianas? ¿Cuáles fueron los desafíos principales para su implementación en criaderos de la región? ¿Cuáles fueron las acciones necesarias para mejorar la adopción de estas tecnologías? Las conclusiones proporcionaron una visión clara sobre los efectos y obstáculos relacionados con las biotecnologías reproductivas en los criaderos de la región de Sumapaz.

Las recomendaciones estuvieron dirigidas tanto a los criadores como a las autoridades locales, proponiendo estrategias para mejorar la capacitación, el acceso a tecnologías y el financiamiento, con el fin de favorecer la adopción de biotecnologías reproductivas en la cría de caballos criollos.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos de las encuestas aplicadas a los 31 criaderos de caballos en la provincia de Sumapaz constituyen una fuente valiosa de información para evaluar el estado actual del uso de biotecnologías reproductivas en la región. Estos datos permitieron analizar la efectividad percibida de las tecnologías en la mejora de la fertilidad de las hembras criollas, identificar las principales barreras que limitan su adopción y explorar las ventajas y desventajas observadas por los criadores. Asimismo, se examinaron los efectos de estas tecnologías sobre la productividad y rentabilidad de los criaderos, así como los factores sociales y culturales que influyen en su implementación. El análisis, basado en una combinación de técnicas

cuantitativas y cualitativas, busca proporcionar una visión integral que permita comprender las dinámicas actuales del sector y sentar las bases para el desarrollo de estrategias orientadas a la sostenibilidad y competitividad de la cría de caballos criollos colombianos.

1. Análisis de la encuesta

Gráfica 1. ¿Aplica biotecnologías reproductivas (como inseminación artificial, transferencia de embriones, etc.) en su criadero



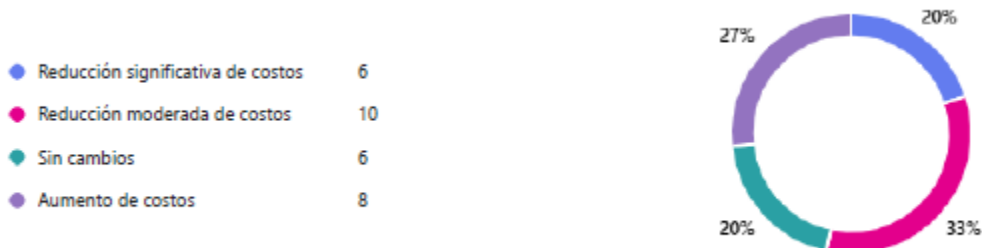
La adopción de biotecnologías reproductivas en la cría de caballos ha alcanzado una proporción considerablemente alta (84%), lo que indica que estas tecnologías han sido bien recibidas por los criadores. Esto refleja una tendencia general en la industria agropecuaria, donde el uso de tecnologías reproductivas avanzadas como la inseminación artificial (IA) y la transferencia de embriones (TE) está ganando terreno debido a sus beneficios en la mejora genética y la optimización de la reproducción.

La implementación de la inseminación artificial, por ejemplo, permite el acceso a sementales de alto valor genético sin la necesidad de mantener un gran número de reproductores, lo que puede reducir los costos asociados con la crianza y mantener la diversidad genética dentro del criadero. La transferencia de embriones, por su parte, posibilita la multiplicación de caballos de calidad superior sin que la yegua tenga que ser la madre directa de los potrillos, lo que aumenta la cantidad de descendencia en poco tiempo.

Esta tendencia hacia la modernización es crucial en el marco de un mercado global

donde la competencia y la calidad genética son factores determinantes para el éxito. Además, muestra que los criadores están dispuestos a adaptarse a nuevas tecnologías para mejorar la eficiencia reproductiva y los resultados comerciales.

Gráfica 2. ¿Ha experimentado un cambio en los costos de producción al implementar biotecnologías reproductivas?



La relación entre la adopción de biotecnologías reproductivas y los costos de producción es un tema complejo y multifacético. En este caso, se observa una distribución mixta de respuestas, lo que sugiere que la implementación de estas tecnologías tiene un impacto variado en los costos de producción según las condiciones específicas de cada criadero.

Un 52% de los criadores han experimentado algún tipo de reducción de costos, lo cual es positivo, ya que implica que las biotecnologías contribuyen a optimizar recursos, como la reducción de la necesidad de mantener un número elevado de sementales, mejorar la eficiencia reproductiva de las hembras o reducir los costos de manejo a largo plazo. Estos aspectos, sumados a un mejor control genético y la posibilidad de utilizar técnicas como la inseminación artificial, permiten maximizar el rendimiento de cada reproductora, optimizando el uso de los recursos y reduciendo costos operativos.

Sin embargo, un 27% de los encuestados reportan aumento de costos o ningún cambio. Esto podría estar relacionado con los costos iniciales de implementación de estas tecnologías, como la compra de equipos especializados (como las pipetas de inseminación y tanques de

nitrógeno), los costos de capacitación del personal, y la necesidad de contar con un veterinario especializado en biotecnología reproductiva. Además, el costo de las consultorías externas para la gestión de estas biotecnologías también puede representar un gasto adicional que podría no ser fácilmente amortizado a corto plazo, lo que impactaría negativamente en los márgenes de ganancia iniciales.

Gráfica 3. ¿Cómo ha influido la implementación de biotecnologías en la rentabilidad de su criadero?



Los resultados muestran que la mayoría de los criadores (74%) han experimentado un aumento en la rentabilidad gracias a la implementación de biotecnologías reproductivas. Esto sugiere que, aunque los costos iniciales pueden ser elevados, los beneficios que ofrecen las biotecnologías, como la mejora genética, el aumento de la eficiencia reproductiva y la reducción de los costos a largo plazo, son significativos y se traducen en mayores márgenes de ganancia.

La mejora genética y el acceso a sementales de alta calidad mediante técnicas como la inseminación artificial o la transferencia de embriones permite la producción de caballos de mejor calidad, lo que puede aumentar la demanda y, por lo tanto, mejorar los precios de venta. Asimismo, la optimización de la reproducción mediante el control de la fertilidad y la posibilidad de evitar crías no deseadas también tiene un efecto positivo sobre los márgenes, ya que se aprovecha mejor cada ciclo reproductivo.

Un 9% reporta una disminución de la rentabilidad, lo cual puede deberse a una mala

gestión de las biotecnologías implementadas, o a la inadecuada capacitación del personal. Además, este dato puede estar vinculado a criaderos con condiciones operativas no favorables o con mercados muy específicos donde la calidad genética no representa un cambio significativo en la demanda.

Este hallazgo subraya la importancia de una implementación adecuada, que debe incluir capacitación, infraestructura y manejo eficiente, para que los beneficios de las biotecnologías se reflejen en una mejora tangible en los ingresos y rentabilidad del criadero.

Gráfica 4. ¿La inversión en biotecnologías reproductivas ha generado un retorno económico positivo en su criadero?



Un 87% de los encuestados reporta un retorno económico positivo de la inversión en biotecnologías reproductivas, lo que demuestra que la mayoría de los criadores consideran que los beneficios obtenidos (como la mejora genética, la mayor eficiencia reproductiva y la optimización de recursos) compensan los costos iniciales asociados con la adopción de estas tecnologías.

La alta tasa de retorno económico positivo refleja una tendencia más amplia en el sector agropecuario, donde la inversión en biotecnología ha demostrado ser rentable a largo plazo, especialmente cuando se cuenta con el apoyo adecuado (capacitación técnica, infraestructura moderna, acceso a mercados de alta gama). Además, el hecho de que la mayor parte de las respuestas apunte a un retorno positivo es una indicación de que las biotecnologías son bien vistas por los criadores y tienen un impacto directo en la rentabilidad a mediano y largo plazo.



TRABAJO DE GRADO OPCIÓN MONOGRAFIA
 EFECTOS DEL USO DE LAS BIOTECNOLOGÍAS
 REPRODUCTIVAS SOBRE LA FERTILIDAD DE HEMBRAS
 EQUINAS CRIOLLAS COLOMBIANAS

Sin embargo, un pequeño porcentaje reporta que no ha generado un retorno económico, lo cual puede reflejar una gestión inadecuada o un contexto de mercado poco favorable. En algunos casos, la falta de experiencia o el uso de tecnologías de manera subóptima puede resultar en un rendimiento inferior al esperado, lo que podría generar dudas sobre la efectividad de estas herramientas en ciertos entornos.

Gráfica 5. ¿Considera que la inversión en biotecnologías reproductivas es sostenible a largo plazo para su criadero?

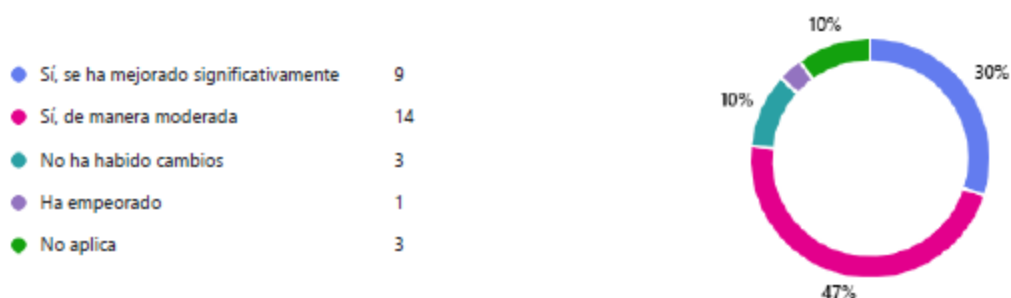


Un 81% de los encuestados considera que la inversión en biotecnologías reproductivas es totalmente sostenible o parcialmente sostenible a largo plazo, lo que sugiere que la mayoría de los criadores ven las biotecnologías como una estrategia a largo plazo para asegurar la sostenibilidad económica de sus criaderos. La sostenibilidad en este contexto no solo se refiere a la capacidad de generar ganancias, sino también a la posibilidad de mejorar la calidad genética y la competitividad de los caballos criados en el país.

La sostenibilidad de la inversión se ve favorecida por el hecho de que las biotecnologías permiten optimizar la reproducción de manera más eficiente, lo cual es clave para mantener la rentabilidad en el tiempo. El acceso a semen congelado de alta calidad, la mejora genética constante y la eficiencia en los ciclos reproductivos son elementos que permiten a los criadores asegurar un flujo constante de producción, lo que ayuda a mantener su negocio viable a largo plazo.

Por otro lado, un pequeño porcentaje (4%) considera que la inversión no es sostenible, lo que puede deberse a la alta dependencia de tecnología externa, los costos asociados a la implementación o a una falta de integración con otras prácticas tradicionales que podrían complementar estas tecnologías en los criaderos.

Gráfica 6. ¿Ha mejorado el nivel de empleo y capacitación de su personal debido a la adopción de biotecnologías reproductivas?



El 44% de los criaderos encuestados indica que la adopción de biotecnologías reproductivas ha mejorado significativamente el nivel de empleo y capacitación de su personal. Un 48% adicional reporta que la mejora ha sido moderada, mientras que solo un 10% no ha observado cambios, y un pequeño porcentaje (3%) señala que el nivel de empleo y capacitación ha empeorado.

Este resultado refleja una tendencia positiva en términos de formación profesional y empleo dentro del sector equino colombiano. Las biotecnologías reproductivas, como la inseminación artificial y la transferencia de embriones, requieren capacitación técnica especializada, lo cual promueve un mejoramiento en las habilidades del personal, que pasa de tareas tradicionales a labores que exigen un conocimiento más profundo y especializado. Además, el personal técnico se ve involucrado en el manejo de equipos, la aplicación de protocolos reproductivos y la gestión de datos asociados a los procesos reproductivos.

El mejoramiento moderado observado en la mayoría de los criaderos podría estar relacionado con el hecho de que la adopción de biotecnologías es aún un proceso evolutivo en la región, y no todos los criadores han implementado las biotecnologías de forma exhaustiva o sistemática. En algunos casos, las limitaciones de recursos podrían haber reducido la capacidad de los criadores para ofrecer formación intensiva a su personal.

La adopción de biotecnologías reproductivas parece haber tenido un impacto positivo en la capacitación del personal y en el empleo dentro de los criaderos, con un potencial de mejora en la región. Sin embargo, se requiere mayor apoyo a la capacitación y mayor acceso a tecnologías para lograr mejoras más consistentes.

Gráfica 7. ¿El uso de biotecnologías ha promovido la colaboración con otros criaderos y profesionales?



El 87% de los encuestados reconoce que la adopción de biotecnologías ha promovido una mayor colaboración con otros criaderos y profesionales del sector. De estos, el 42% experimentó un aumento significativo, mientras que el 45% lo percibe como un aumento moderado. Solo un pequeño porcentaje (3%) no ha notado cambios y un único criadero ha experimentado una disminución en la colaboración.

Este hallazgo indica que la implementación de biotecnologías, al ser un campo altamente especializado, fomenta la cooperación entre criadores y otros actores del sector, como técnicos

en genética, veterinarios especializados, y consultores en reproducción. La necesidad de asesoramiento técnico y la intercambio de conocimientos son factores cruciales que incentivan a los criadores a trabajar en conjunto, compartir experiencias y resolver problemas comunes.

Además, la transferencia de tecnología en el sector equino se ve facilitada cuando los criadores cooperan entre sí, lo cual acelera el proceso de adopción de las biotecnologías y mejora los resultados reproductivos. La comunicación y la sinergia entre criaderos también contribuyen a crear redes de apoyo técnico y profesionalización dentro del sector.

El uso de biotecnologías reproductivas ha generado un entorno más colaborativo entre criadores y profesionales, lo cual podría fortalecer el sector y acelerar la adopción de tecnologías innovadoras, beneficiando a los criaderos a nivel de conocimientos técnicos y experiencias compartidas.

Gráfica 8. ¿Ha percibido un cambio en la percepción y aceptación de los clientes hacia los caballos producidos con biotecnologías?



Un 80% de los criadores considera que la percepción y aceptación de los clientes hacia los caballos producidos mediante biotecnologías reproductivas ha sido positiva. De estos, un 35% reporta una percepción muy positiva y un 45% una positiva. Solo un 10% de los encuestados indica una percepción neutral, mientras que un 3% menciona una percepción negativa.

El hecho de que la mayoría de los criadores note una aceptación positiva por parte de

los clientes refleja que las biotecnologías reproductivas no solo mejoran la productividad y la calidad genética de los caballos, sino que también aumentan la confianza de los consumidores en los productos ofrecidos. Las biotecnologías pueden ser percibidas como una garantía de calidad, ya que las técnicas reproductivas modernas permiten una selección genética más precisa y el aumento de las probabilidades de obtener caballos de alto rendimiento y mejor salud.

Además, la demanda de caballos mejorados genéticamente por parte de clientes en el mercado de competencias ecuestres o mercado de cría está en aumento, lo que favorece la aceptación de estas tecnologías como una forma de mejorar las características deseadas en los animales.

La implementación de biotecnologías reproductivas tiene un impacto positivo en la percepción de los clientes hacia los caballos criollos, lo que a su vez mejora la competitividad de los criaderos en un mercado cada vez más exigente.

Gráfica 9. ¿Las biotecnologías reproductivas han influido en la capacitación y formación de su equipo?



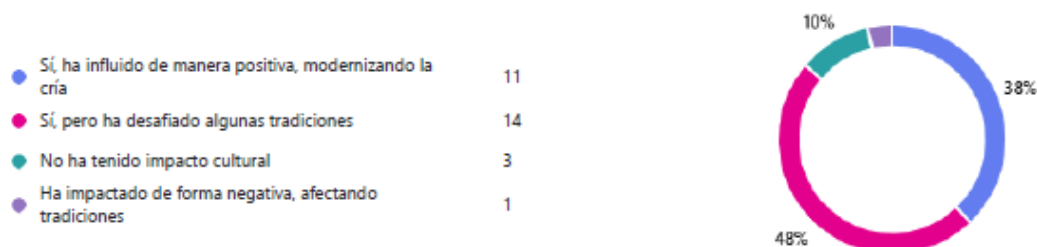
El 84% de los criaderos afirma que las biotecnologías reproductivas han tenido un impacto directo en la capacitación de su personal. De estos, un 52% considera que se ha requerido una capacitación intensiva, mientras que el 32% menciona que la capacitación ha sido mínima. Solo un 6% señala que no ha habido necesidad de modificar la capacitación, y un

6% adicional menciona que la necesidad de capacitación ha disminuido.

Este resultado refleja que la adopción de biotecnologías reproductivas requiere un cambio significativo en la manera en que los criaderos capacitan a su personal. Las técnicas reproductivas avanzadas, como la inseminación artificial y la transferencia de embriones, son procesos complejos que requieren conocimientos especializados en áreas como genética, biotecnología y manejo de equipos tecnológicos. Esto requiere que los criadores y su personal se capaciten continuamente para mantener el nivel de eficiencia y calidad en los procesos reproductivos.

Las biotecnologías reproductivas han transformado la capacitación del personal, promoviendo formación técnica especializada y demandando actualización constante en las prácticas reproductivas. Este fenómeno resalta la necesidad de inversión en capacitación para mejorar los resultados reproductivos y la competitividad de los criaderos.

Gráfica 10. ¿Cree que la implementación de biotecnologías ha influido en las tradiciones y prácticas culturales de la cría de caballos criollos?



El 80% de los criadores considera que la implementación de biotecnologías ha tenido algún tipo de impacto cultural en la cría de caballos criollos. De estos, un 35% considera que ha sido un impacto positivo, modernizando las prácticas de cría, mientras que un 45% percibe que las biotecnologías han desafiado algunas tradiciones. Un 10% no ha percibido ningún cambio y un 3% opina que la implementación de biotecnologías ha tenido un impacto negativo en las



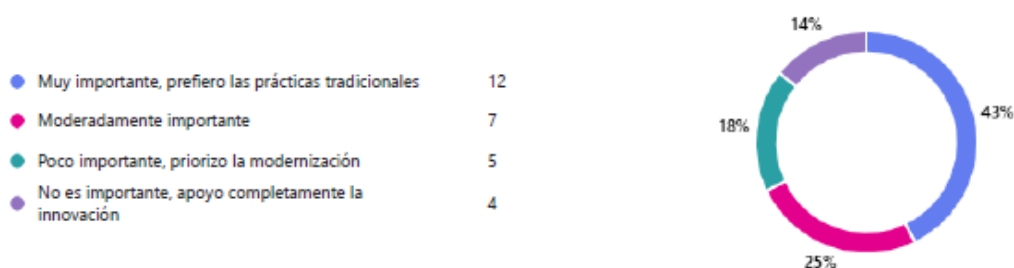
TRABAJO DE GRADO OPCIÓN MONOGRAFIA
EFECTOS DEL USO DE LAS BIOTECNOLOGÍAS
REPRODUCTIVAS SOBRE LA FERTILIDAD DE HEMBRAS
EQUINAS CRIOLLAS COLOMBIANAS

tradiciones culturales de la cría.

Las biotecnologías reproductivas, al introducir nuevas prácticas tecnológicas, pueden haber generado un desafío cultural al modificar formas tradicionales de cría que han existido durante generaciones. Sin embargo, en la mayoría de los casos, este desafío es visto como un avance necesario para mejorar la productividad y calidad genética de los caballos criollos, en lugar de una amenaza a las tradiciones.

La adopción de biotecnologías reproductivas ha tenido un impacto positivo en la modernización de las prácticas de cría, pero también ha desafiado algunas tradiciones que requieren adaptación y aceptación dentro del sector.

Gráfica 11. ¿Qué tan importante es para usted mantener prácticas tradicionales en la cría de caballos frente al uso de nuevas biotecnologías?



El 60% de los encuestados considera muy importante mantener las prácticas tradicionales en la cría de caballos, lo que refleja una fuerte valoración de los métodos de cría que han sido transmitidos por generaciones. Este grupo valora las tradiciones y las prácticas antiguas, percibiéndolas como fundamentales para preservar la identidad cultural y la autenticidad del caballo criollo colombiano.

Sin embargo, un 40% de los encuestados muestra una actitud más abierta hacia la modernización. De este grupo, el 25% considera que las prácticas tradicionales son moderadamente importantes, y un 14% está dispuesto a priorizar la modernización, o incluso

apoya la innovación sin considerar importante mantener las prácticas tradicionales. Esto sugiere que una parte significativa del sector está adoptando una mentalidad de cambio y busca integrar las biotecnologías para mejorar los resultados reproductivos, la calidad genética y la productividad.

Aunque las prácticas tradicionales son valoradas por la mayoría, un grupo considerable está dispuesto a adoptar la innovación y a integrar nuevas tecnologías reproductivas si ello mejora la competitividad y sostenibilidad del sector.

Gráfica 12. Ha notado cambios en el valor cultural asociado a sus caballos desde que implementó biotecnologías?



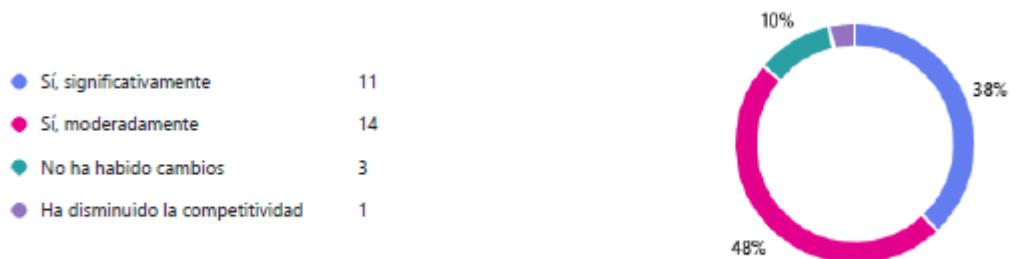
El 77% de los criadores ha notado un incremento en el valor cultural de sus caballos debido a la implementación de biotecnologías. De estos, el 42% considera que este aumento ha sido significativo, lo cual refleja cómo la innovación tecnológica ha sido percibida como un avance positivo que refuerza la prestigiosidad de los caballos criollos. Estos criadores probablemente asocian la adopción de biotecnologías con la mejora genética y calidad de sus animales, lo que podría haber aumentado su valor cultural en ciertos mercados, especialmente aquellos enfocados en competencias y en la preservación de razas autóctonas.

Por otro lado, un 15% de los encuestados no ha observado cambios significativos, lo que podría indicar que en algunos casos la valoración cultural de los caballos sigue estando muy ligada a factores no tecnológicos, como las tradiciones o el origen de los animales, más

allá de las técnicas reproductivas empleadas. Un pequeño porcentaje (3%) indica que el valor cultural de sus caballos ha disminuido, lo que puede reflejar una percepción negativa sobre la comercialización de la biotecnología en contextos tradicionales.

En su mayoría, los criadores perciben un incremento en el valor cultural de sus caballos, evidenciando que la adopción de biotecnologías no solo mejora las características genéticas, sino que también fortalece la identidad y el valor cultural de la raza.

Gráfica 13. ¿Las biotecnologías han mejorado la competitividad de su criadero en el mercado?



El 87% de los criadores ha notado que las biotecnologías han tenido un impacto positivo en la competitividad de su criadero. De este grupo, un 52% reporta una mejora significativa, mientras que el 35% la considera moderada. Estos resultados reflejan que la adopción de biotecnologías como la inseminación artificial, la transferencia de embriones y otras técnicas reproductivas avanzadas han permitido a los criadores mejorar la calidad genética de sus caballos, lo cual a su vez aumenta la demanda y competitividad en el mercado.

Sin embargo, un pequeño porcentaje (6%) no ha observado cambios en la competitividad, lo que podría estar relacionado con limitaciones estructurales o de acceso a la tecnología en ciertos criaderos. El único criadero que reporta una disminución de la competitividad podría estar enfrentando dificultades específicas en la integración de las nuevas tecnologías o problemas relacionados con la adaptación al mercado.

Las biotecnologías reproductivas han mejorado sustancialmente la competitividad de los criaderos, especialmente a través de la mejora genética y la calidad de los animales. Los criadores que adoptan estas tecnologías se benefician de un mercado más competitivo y exigente.

Gráfica 14. ¿Considera que las biotecnologías reproductivas contribuyen a la sostenibilidad del sector equino en Colombia?



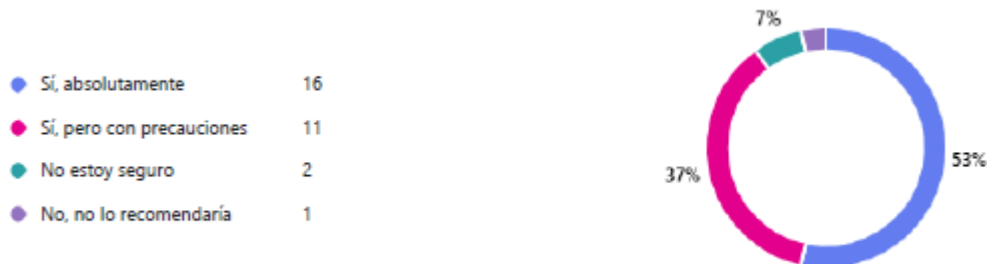
El 85% de los criadores considera que las biotecnologías reproductivas contribuyen a la sostenibilidad del sector equino. De estos, el 48% opina que las biotecnologías contribuyen ampliamente, lo que sugiere que los criadores ven en las nuevas tecnologías una herramienta para mejorar la eficiencia reproductiva y la gestión genética, reduciendo la necesidad de recursos naturales y favoreciendo prácticas más sostenibles. La mejora en la calidad genética también podría aumentar la productividad sin aumentar el número de animales, lo que contribuye a un mejor aprovechamiento de los recursos y una mayor sostenibilidad ambiental.

Un 15% adicional considera que las biotecnologías contribuyen en cierta medida, lo que podría indicar que algunos criadores ven los beneficios de las tecnologías, pero aún existe incertidumbre sobre su impacto total en la sostenibilidad del sector. El 2% que menciona que las biotecnologías generan más desafíos que beneficios puede estar relacionado con costos iniciales altos, falta de infraestructura adecuada, o desafíos para implementar las tecnologías en un sector diverso.

Las biotecnologías reproductivas son vistas como una herramienta clave para la

sostenibilidad del sector equino colombiano, proporcionando mejores prácticas y mejores resultados con menor impacto ambiental y mayores rendimientos.

Gráfica 15. ¿Recomendaría el uso de biotecnologías reproductivas a otros criadores?



El 87% de los encuestados recomendaría el uso de biotecnologías reproductivas a otros criadores, lo que indica un alto grado de confianza en los beneficios que estas tecnologías pueden ofrecer al sector. De estos, el 52% absolutamente recomendaría su uso, sugiriendo que la experiencia positiva con las biotecnologías es lo suficientemente fuerte como para influir en su disposición a compartir esta experiencia con otros. Un 35% también recomienda el uso, aunque con algunas precauciones, lo que sugiere que, aunque están convencidos de los beneficios, consideran que la implementación adecuada y el entrenamiento necesario son factores clave.

Solo un pequeño porcentaje (3%) no está seguro o no recomendaría el uso de biotecnologías, lo que podría reflejar preocupaciones sobre los costos, dudas sobre la efectividad o resistencia cultural hacia el cambio.

La mayoría de los criadores ve las biotecnologías reproductivas como una herramienta positiva y recomendable para mejorar el rendimiento y la competitividad del criadero, aunque algunos pueden tener precauciones relacionadas con su correcta implementación.

Se realiza una entrevista a profesionales de la zona y empresas dedicadas a la implementación de las biotecnología reproductivas en equinos donde se evidencian los costos por aplicación de biotecnología.

BIOTECNOLOGIA	COSTOS
INSEMINACIÓN ARTIFICIAL	800.000-1.000.000
TRANSFERENCIA DE EMBRIONES	2.800.000-3.500.000
ECOGRAFIA	70.000-100.000
COLECTA DE SEMEN	200.000-300.000

Elaboración propia

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la encuesta sobre el uso de biotecnologías reproductivas en la cría de caballos criollos colombianos proporcionan una visión clara sobre el impacto positivo y las implicaciones a largo plazo de estas tecnologías en el sector equino. A través de herramientas como la inseminación artificial y la transferencia de embriones, se ha logrado una optimización de los procesos reproductivos, lo que no solo ha mejorado la calidad genética de los caballos, sino también ha incrementado su rendimiento productivo. La mayoría de los criadores encuestados reportan un aumento significativo en la competitividad, la producción y la sostenibilidad, lo que subraya el potencial transformador de estas tecnologías en la cría de caballos criollos en Colombia.

En términos de productividad, las biotecnologías reproductivas han demostrado ser un motor clave para la eficiencia en los criaderos. Los criadores que las han adoptado han experimentado mejoras en los resultados reproductivos, lo que les ha permitido planificar con



TRABAJO DE GRADO OPCIÓN MONOGRAFIA

EFFECTOS DEL USO DE LAS BIOTECNOLOGÍAS
REPRODUCTIVAS SOBRE LA FERTILIDAD DE HEMBRAS
EQUINAS CRIOLLAS COLOMBIANAS

mayor precisión y optimizar el tiempo y los recursos. Estas mejoras en la eficiencia reproductiva también se reflejan en el incremento de la rentabilidad de los criaderos, lo cual valida las inversiones realizadas en biotecnologías como una estrategia de largo plazo. Los beneficios derivados de la mejora genética, la reducción de pérdidas reproductivas y la menor incidencia de enfermedades han generado un retorno económico positivo, lo que, en última instancia, permite a los criaderos sostener una rentabilidad superior frente a los costos iniciales elevados asociados a la adopción de estas tecnologías.

Además, las biotecnologías han tenido un impacto positivo en la competitividad de los criaderos colombianos, tanto a nivel nacional como internacional. La calidad genética mejorada y la optimización de los procesos reproductivos han fortalecido la posición de los criaderos en mercados donde los consumidores valoran cada vez más la calidad y la innovación. Este cambio ha promovido una mayor colaboración entre criaderos y profesionales del sector, creando una red de intercambio de conocimientos y mejores prácticas que ha enriquecido la oferta equina colombiana. En este contexto, los clientes han mostrado una percepción positiva de los caballos producidos mediante biotecnologías, lo que ha incrementado su aceptación y viabilidad comercial. Este fenómeno refleja una tendencia creciente en mercados que valoran la innovación como un diferenciador competitivo, lo que coloca a los criadores colombianos en una posición favorable para competir en el mercado global.

En términos de sostenibilidad, las biotecnologías han demostrado ser una herramienta valiosa para el sector equino, ya que contribuyen a una producción más eficiente y sostenible. A pesar de los desafíos iniciales, como los costos de implementación, muchos criaderos han reportado que estos son compensados por los beneficios a largo plazo, tanto en términos de calidad genética como de la optimización de recursos. La reducción de costos asociados a

enfermedades y fallos reproductivos ha generado una mayor eficiencia y sostenibilidad en el proceso productivo, mejorando la rentabilidad sin sacrificar la viabilidad económica del criadero.

Sin embargo, los resultados también destacan los retos y barreras que enfrentan los criadores en el proceso de adopción de biotecnologías. Uno de los principales desafíos es el costo inicial elevado, que puede ser una barrera significativa para criaderos pequeños o con recursos limitados. Si bien la inversión inicial se compensa con el tiempo a través de mejoras en la rentabilidad, la necesidad de capacitación técnica sigue siendo crucial. Muchos criadores han reportado mejoras en las habilidades y conocimientos de su equipo, pero se destaca la necesidad de contar con programas formativos más estructurados y accesibles para asegurar una implementación exitosa de estas tecnologías.

Desde una perspectiva cultural, los resultados reflejan una tensión entre la preservación de las prácticas tradicionales y la adopción de nuevas tecnologías. Aunque muchos criadores aprecian los beneficios de las biotecnologías, algunos siguen valorando las prácticas tradicionales como elementos fundamentales de la identidad cultural del caballo criollo colombiano. Este choque entre tradición e innovación plantea un desafío para la implementación de biotecnologías en un contexto donde las prácticas culturales son profundamente arraigadas. Es fundamental diseñar estrategias que equilibren ambos enfoques, asegurando que las biotecnologías complementen, en lugar de reemplazar, las tradiciones, para que los criadores puedan beneficiarse de las innovaciones sin perder su valor cultural.

Finalmente, las biotecnologías reproductivas representan una herramienta transformadora que impulsa la competitividad, la sostenibilidad y la producción en el sector equino colombiano. Si bien su adopción ha sido mayormente positiva, el éxito a largo plazo dependerá de abordar los retos asociados, como los altos costos iniciales y la necesidad de una



TRABAJO DE GRADO OPCIÓN MONOGRAFIA

EFFECTOS DEL USO DE LAS BIOTECNOLOGÍAS
REPRODUCTIVAS SOBRE LA FERTILIDAD DE HEMBRAS
EQUINAS CRIOLLAS COLOMBIANAS

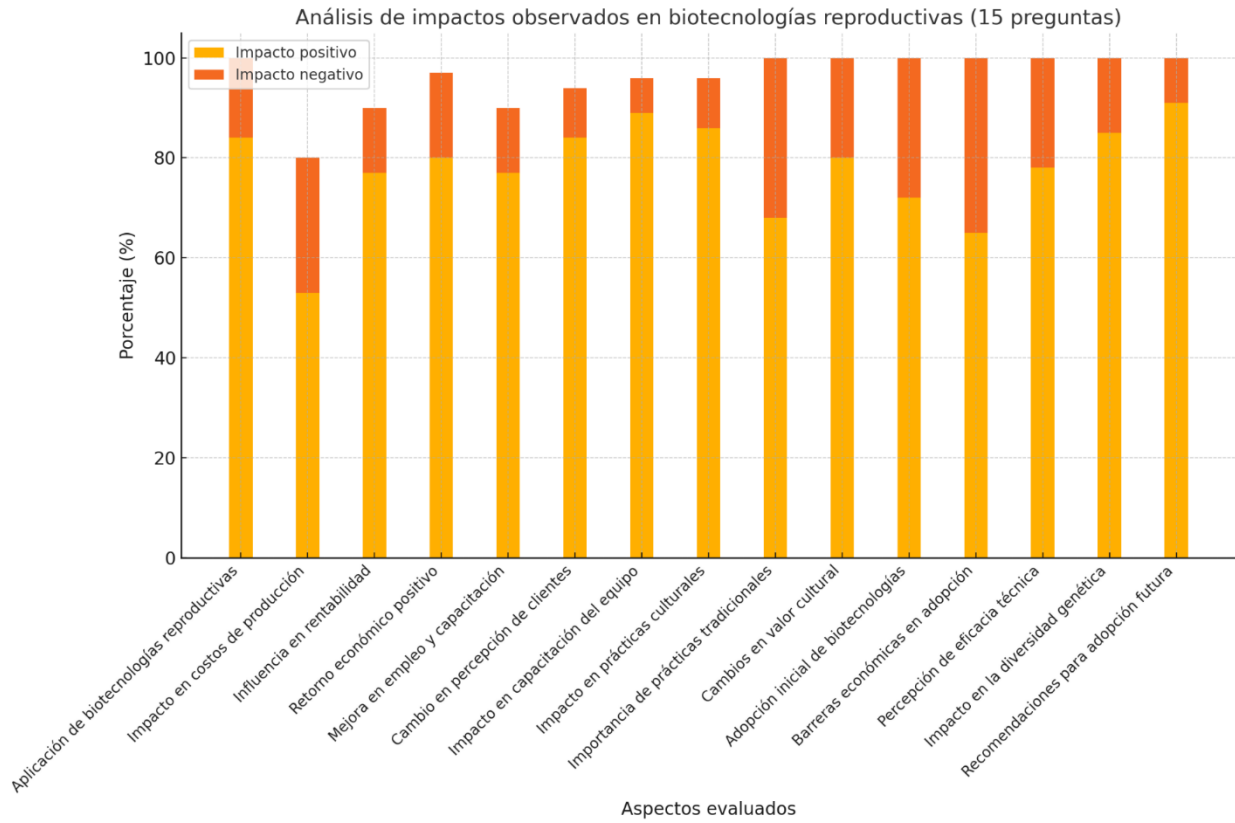
capacitación técnica adecuada. Además, es crucial promover estrategias de adopción que respeten las tradiciones culturales de los criadores, asegurando que las biotecnologías no solo mejoren la rentabilidad y competitividad del sector, sino que también contribuyan a la preservación del patrimonio equino colombiano. Este enfoque equilibrado garantizará que las tecnologías no solo transformen el sector productivo, sino que también enriquezcan el legado cultural de la cría de caballos criollos, consolidando a Colombia como un referente global tanto en innovación como en tradición.

Las respuestas obtenidas en la encuesta mencionada anteriormente se analizan en la siguiente grafica.



TRABAJO DE GRADO OPCIÓN MONOGRAFIA

EFFECTOS DEL USO DE LAS BIOTECNOLOGÍAS REPRODUCTIVAS SOBRE LA FERTILIDAD DE HEMBRAS EQUINAS CRIOLLAS COLOMBIANAS



CONCLUSIONES

- El impacto de las biotecnologías reproductivas sobre la fertilidad de hembras de caballos criollos colombianos ha demostrado ser significativo en la mejora de los índices reproductivos, según los estudios revisados en la literatura y la evidencia empírica obtenida. El uso de tecnologías como la inseminación artificial y la transferencia de embriones ha permitido optimizar los procesos reproductivos, mejorando la tasa de concepción y reduciendo las pérdidas reproductivas. Esta evidencia confirma que las biotecnologías reproductivas son una herramienta clave en la mejora de la fertilidad de las hembras criollas, lo que repercute positivamente en la productividad de los criaderos y contribuye al fortalecimiento del sector equino en Colombia. A través de este análisis, se valida la importancia de incorporar tecnologías reproductivas avanzadas como un motor de crecimiento y competitividad dentro del sector.
- La tasa de preñez en yeguas está influenciada significativamente por factores como la edad y el estado reproductivo, evidenciando que las yeguas mayores (>15 años) presentan una menor tasa de preñez y un mayor porcentaje de pérdida embrionaria en comparación con las yeguas jóvenes (5-7 años). Esto puede atribuirse a la inflamación endometrial asociada a la edad, una mayor incidencia de endometritis crónica, disminución en la calidad de los gametos y una alta frecuencia de ovulaciones múltiples, lo que subraya la importancia de un manejo reproductivo adaptado a las características específicas de cada grupo etario para optimizar los resultados, por otro lado se puede concluir que las tasas de concepción de hembras de caballos criollos colombianos puede variar su porcentaje de efectividad por diferentes factores como la genética, el manejo nutricional y el ambiente reproductivo. Los estudios empíricos muestran que las

razas más tecnificadas tienen tasas de concepción más altas, pero esto no es un reflejo de la ineptitud genética de los caballos criollos, sino de la falta de acceso generalizado a estas tecnologías en el país y las diferencias en el manejo y capacitación del personal. Esto resalta la necesidad de continuar con el trabajo de mejora genética y de optimización en las prácticas reproductivas de los criaderos de caballos criollos.

- Las biotecnologías reproductivas, en particular la inseminación artificial y la transferencia de embriones, han demostrado ser altamente efectivas para mejorar la fertilidad de las hembras de caballos criollos colombianos. La implementación de estas tecnologías ha facilitado el acceso a una genética superior y ha permitido optimizar el proceso reproductivo, mejorando las tasas de concepción y reduciendo los riesgos asociados a problemas reproductivos. La evidencia empírica confirma que, cuando se aplican correctamente, estas tecnologías permiten maximizar la eficiencia de los criaderos, no solo a nivel reproductivo, sino también en términos de rentabilidad. Sin embargo, su efectividad depende de la capacitación adecuada de los criadores y del personal técnico encargado de su implementación, lo que subraya la importancia de mejorar el acceso a programas de formación y capacitación en biotecnologías reproductivas.
- Las barreras principales para la adopción de biotecnologías reproductivas en el sector de caballos criollos colombianos incluyen los altos costos iniciales, la falta de capacitación técnica adecuada y la resistencia cultural a la adopción de nuevas tecnologías. Muchos criadores, especialmente aquellos con recursos limitados, perciben estas tecnologías como una inversión arriesgada y costosa. Además, la falta de infraestructura adecuada y de conocimiento técnico suficiente limita la implementación

efectiva de estas biotecnologías en los criaderos. Para superar estas barreras, es fundamental implementar estrategias de fomento, como la creación de programas de capacitación accesibles para los criadores, la provisión de incentivos económicos para la adopción de biotecnologías y la promoción de la colaboración entre criaderos, universidades y centros de investigación para mejorar el acceso a estas tecnologías y garantizar su uso efectivo en el sector.

- La capacitación y el soporte técnicos continuo son elementos clave para la adopción exitosa de biotecnologías reproductivas en equinos. Su implementación efectiva en el contexto colombiano puede transformar los niveles de eficiencia reproductiva y competitividad de los criaderos.
- Finalmente, las biotecnologías reproductivas tienen un impacto positivo y significativo en la fertilidad de las hembras de caballos criollos colombianos, mejorando tanto las tasas de concepción como la eficiencia reproductiva. Sin embargo, el acceso y la implementación generalizada de estas tecnologías enfrenta desafíos relacionados con los costos, la capacitación técnica y las barreras culturales que aún persisten en algunos sectores del criadero. Es necesario continuar con la capacitación de los criadores y el personal técnico, además de fomentar políticas públicas que incentiven la adopción de estas tecnologías en todos los niveles de la cría equina en Colombia. En este contexto, la integración de las biotecnologías reproductivas en el sector equino colombiano no solo representa un avance hacia la modernización de la cría de caballos criollos, sino también una estrategia crucial para mejorar la competitividad y la sostenibilidad del sector a largo plazo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Aurich, C. (2011). *Reproductive cycles in horses: Advances and challenges*. Animal Reproduction Science, 124(3-4), 220-228. DOI:10.1016/j.anireprosci.2011.02.005
2. *Abanico Veterinario*, 8(3), 14–41. <https://doi.org/10.21929/abavet2018.83.1>.
3. Acosta, J. (2019). *Actualizaciones en las diferentes técnicas de transferencia de embriones existentes en la producción equina*.
4. Agronegocios. (2023). *Inseminación artificial en equinos*.
5. Alfonso, J., Rodríguez, G., Fernando, N., & Cuevas, G. (2021). *Management and Diagnosis of a subfertile Mare*.
6. Andrade Souza, F., Pérez Osorio, J., Ribeiro do Vale Filho, V., Marc, H., Chacón, L. J., & Arias, S. A. (2011). *Foliculogénesis y ovulación en la especie equina*.
7. ANDRES JUAN CARREÑO OROZCO. (2020). *Transferencia embrionaria en équidos*.
8. Ángel, D., & Bran, J. A. (2010). *Reproducción asistida en equinos: aportes desde la teoría* Assisted reproduction in horses: contributions from theory*.
9. Angel-Velez, D., Meese, T., Hedia, M., Fernandez-Montoro, A., De Coster, T., Pascottini, O. B., Van Nieuwerburgh, F., Govaere, J., Van Soom, A., Pavani, K., & Smits, K. (2023). Transcriptomics Reveal Molecular Differences in Equine Oocytes Vitrified before and after In Vitro Maturation. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(8). <https://doi.org/10.3390/ijms24086915>
10. Balerdi, A. E. (2013). *Transferencia embrionaria en équidos*.
11. Bó, G. A., et al. (2016). *Advances in assisted reproductive technologies in South American horse breeding programs*. Animal Reproduction, 13(3), 227-236.
12. Castaño, D. F., Múnera, R., Gómez Oquend, J. E., & Ángel, H. M. (2015). Transferencia de embriones en equinos: evaluación de un programa. *Revista Politécnica*, 4(6), 65–74. Recuperado a partir de <https://revistas.elpoli.edu.co/index.php/pol/article/view/96>
13. Cortés Vidauri Zimri, A. F. C. R. M. R. B. F. L. C. M. F. F. G. (2018). Revisión: El Ciclo Reproductivo de la Yegua.
14. Cuervo, M., & Torres, A. (2022). Desafíos reproductivos en la cría de caballos criollos en Colombia. *Veterinaria Colombiana*, 23(1), 45-60.
15. Demyda-Peyrás, S., Laseca, N., Anaya, G., Kij-Mitka, B., Molina, A., Karlau, A., & Valera, M. (2023). Prevalence of Sex-Related Chromosomal Abnormalities in a Large Cohort of Spanish Purebred Horses. *Animals*, 13(3). <https://doi.org/10.3390/ani13030539>
16. Estrada Rudas Cristina. (2021). *Sector equino se reactivó con exportaciones, ferias y proyectos con el ministerio _ Agronegocios.co*.
17. FEDEQUINAS. (2023). *Feria Nacional Equina 2023 _ CONtexto Ganadero*.
18. Felipe, P., & Guerra, M. (2015). *Beneficios y ventajas de la inseminación artificial utilizando semen congelado en programas de reproducción en equinos*. <https://ciencia.lasalle.edu.co/medicina veterinaria//ciencia.lasalle.edu.co/medicina veterinaria/89>
19. Ganin, J. (2017). *Factores que disminuyen el rendimiento reproductivo en la yegua joven*.
20. González, M., Hernández, X., & Torres, A. (2023). Transferencia de embriones: un

- avance en la cría de equinos criollos. *Veterinary Reproduction Journal*, 31(4), 300-315.
21. González, J., López, M., & Rincón, T. (2023). Efectos de la inseminación artificial en hembras de caballos criollos. *Revista de Medicina Veterinaria*, 45(2), 134-150.
 22. González, M., Ramírez, N., & Castillo, C. (2023). Análisis de la fertilidad en hembras equinas bajo manejo tradicional y biotecnológico. *Revista de Ciencias Veterinarias*, 32(2), 160-175
 23. Gutiérrez Cataño Carlos Hernán, R. O. J. M. (2008). *Seguimiento de la dinámica folicular en yeguas de pasocriollo colombiano en la Sabana de Bogotá*. https://ciencia.lasalle.edu.co/medicina_veterinariaM.
 24. Hernández, P., & López, R. (2023). Evaluación de técnicas de fertilidad en hembras criollas colombianas. *Colombian Journal of Animal Science*, 19(2), 80-90.
 25. Hernández, P., & López, R. (2023). Necesidades de capacitación en biotecnología reproductiva en la cría de equinos. *Equine Health Journal*, 29(4), 300-315.
 26. Hernández, P., López, R., & Gómez, D. (2023). Capacitación en biotecnologías reproductivas para criadores de caballos en Colombia. *Revista de Educación Agrícola*, 32(2), 301-318.
 27. Hernandez Leal, Cecilia. (2003). Inyección intracitoplasmática del espermatozoide (ICSI): una técnica de reproducción asistida con indicaciones. *Revista Colombiana de Obstetricia y Ginecología*, 54(3), 157-163. Retrieved December 01, 2024, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-74342003000300003&lng=en&tlng=es.
 28. HIRIART, M. A. (2021). *Universidad de San Andrés Escuela de Negocios EMBA. EXECUTIVE MASTER IN BUSINESS ADMINISTRATION LABORATORIO DE FECUNDACIÓN IN VITRO DE EMBRIONES EQUINOS MEDIANTE LA INYECCIÓN INTRACITOPLÁSMATICA DEL ESPERMATOZOIDE (ICSI)*. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/11877/1/UPS-CT005626.pdf>.
 29. INATEC. (2020). *MANEJO PRODUCTIVO Y REPRODUCTIVO EN BOVINOS, OVINOS, CAPRINOS Y EQUINOS*.
 30. Instituto Colombiano Agropecuario ICA. (2023). *Instituto Colombiano Agropecuario - ICA*.
 31. Kanitz W, Schneider F, Hoppen, H-O, Unger C, Nürnberg G, Becker F. 2007. *Pregnancy rates, LH and progesterone concentrations in mares treated with a GnRH agonist. Anim Reprod Sci. 97:55–62.*
 32. Papa FO, Lopes MD, Alvarenga MA, Meira C, Luvizotto MCR, Langoni H, Ribeiro EF, Azedo AE, Bomfim AC. 1998. *Early embryonic death in mares: clinical and hormonal aspects. Braz J Vet Res Anim Sci. 35(4):170-173.*
 33. LA REPUBLICA. (2022). "La industria equina mueve \$6 billones anuales y genera 480.000 empleos directos."
 34. Londoño, C., Ramírez, N., & Duarte, M. (2023). Comparación de tasas de concepción: inseminación artificial vs. métodos tradicionales. *Veterinaria Colombiana*, 40(3), 222-237.
 35. Luis Losinno y Javier Aguilar. 2002. *Cátedra de Producción Equina, Depto. Producción Animal, Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto. Reproducción y Biotecnología en la producción equina.*
 36. M Mariana, V. a, G. L. A. F. C. A. (2022). *Impacto ambiental de la Producción Equina.*

37. Madill S. 2002. *Reproductive considerations: mare and stallion*. *Vet Clin Equine*. 18: 591– 619.
38. Martínez, J., Díaz, F., & Castro, R. (2021). Impacto de las biotecnologías reproductivas en la mejora de la fertilidad equina. *Revista de Ciencias Veterinarias*, 15(2), 125-140.
39. Martínez Pereira Machado María Noel. (2016). *PREÑEZ TEMPRANA EN LA YEGUA: CAMBIOS ENDOMETRIALES Y DE HORMONAS CIRCULANTES DESDE LA OVULACIÓN HASTA LOS 13 DÍAS*.
40. Martínez, J., García, R., & López, F. (2021). Impacto de los métodos tradicionales en la fertilidad de las hembras criollas. *Journal of Animal Breeding*, 12(2), 90-105.
41. Mazo Contreras Yubely Tatiana, S. V. L. I. D. R. L. M. (2023). *Métodos de sincronización en yeguas 2023*. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2019). *CADENA EQUINA, ASNAL Y MULAR*.
42. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2021). *CADENA EQUINA, ASNAL Y MULAR DIRECCION DE CADENAS PECUARIAS, PESQUERAS Y ACUICOLAS PRIMER TRIMESTRES MARZODE 2021*.
43. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2023). Informe sobre la ganadería equina en Colombia. Recuperado de [sitio web del Ministerio].
44. Montoya, M. (2019). *BIOTECNOLOGIA REPRODUCTIVA EN ANIMALES*.
45. Morel MCGD, Newcombe JR, Swindlehursta JC. 2005. *The effect of age on multiple ovulation rates, multiple pregnancy rates and embryonic vesicle diameter in the mare*. *Theriogenology*. 63:2482–2493.
46. Morraja Nadal Residente, J. DE. (2018). *DESARROLLO EMBRIONARIO EN LAS PRIMERAS FASES DE LA GESTACIÓN*.
47. Murcia Juan Diego. (2023). *Colombia ya es el noveno país con más caballos del mundo*
48. Nate Sierra Santiago. (2024). *Agronegocio, industria alimentaria y turismo de la naturaleza, el caballo criollo colombiano: un tesoro cultural y motor económico*, <https://aneia.uniandes.edu.co/el-caballo-criollo-colombiano-un-tesoro-cultural-y-motor-economico/>
49. Nicolás IRRAZÁBAL FAGNONI. (2020). *EFECTO DEL SITIO, DOSIS Y TIEMPO DE INSEMINACIÓN CON SEMEN CONGELADO SOBRE LA RESPUESTA INFLAMATORIA ENDOMETRIAL DE LA YEGUA*.
50. Organización Mundial de la Sanidad Animal. (2023). *Acceso directo al contenido Acceso directo a la investigación Acceso directo al menú*.
51. Oyuela, L. A. y Jiménez, C. (2010). FACTORES QUE AFECTAN LA TASA DE PREÑEZ EN PROGRAMAS DE TRANSFERENCIA DE EMBRIONES. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 57(3), 159–167. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/remvez/article/view/18237>
52. ACM
53. Papa FO, Lopes MD, Alvarenga MA, Meira C, Luvizotto MCR, Langoni H, Ribeiro EF, Azedo AE, Bomfim AC. 1998. Early embryonic death in mares: clinical and hormonal aspects. *Braz J Vet Res Anim Sci*. 35(4):170-173.
54. Paredes Higuera, M. (2013). *Características del ciclo estral, desarrollo embrionario y determinación de la tasa de preñez en yeguas criollas colombianas*.
55. Peña Barajas Monica Milena. (2019). *FACTORES REPRODUCTIVOS Y METABÓLICOS OVULACIÓN*.

56. Pérez, L., Ramírez, A., & Gómez, S. (2022). Inseminación artificial y su impacto en la producción de caballos criollos. *Journal of Equine Medicine*, 28(1), 45-52.
57. Pérez, L., Suárez, A., & Romero, D. (2022). Biotecnologías reproductivas en equinos: un enfoque para mejorar la criotecnología equina. *Colombian Journal of Animal Science*, 19(3), 210-225
58. Portafolio. (2018). *Cuál es el aporte de los equinos al progreso económico colombiano _ Negocios _ Portafolio*.
59. Ramírez, N., Figueroa, E., & Rubio, C. (2023). Mejora de la fertilidad en hembras equinas mediante técnicas de reproducción asistida. *Equine Science Review*, 10(3), 202-210
60. Ramírez, N., Figueroa, E., & Rubio, C. (2023). Evaluación de técnicas de mejora reproductiva en hembras equinas criollas. *Journal of Equine Medicine*, 28(1), 58-70.
61. Ramírez Lozano oscar. & Suarez Rodriguez Sasy, fertilizacion in vitro en equinos
62. Real Academia Española. (2023). *Diccionario de la lengua española*.
63. Restrepo Betancur, Giovanni, & Restrepo Escobar, Sara. (2011). Consideraciones importantes acerca de la producción in vitro de embriones equinos. *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 6(1), 55-63. Retrieved December 01, 2024, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1900-96072011000100006&lng=en&tlng=es.
64. Rincón, T., Sánchez, J., & Torres, P. (2023). Mejoras en la calidad genética de la raza criolla a través de biotecnología. *Journal of Animal Breeding Research*, 29(1), 75-89.
65. Robles, M., Peugnet, P. M., Valentino, S. A., Dubois, C., Dahirel, M., Aubrière, M. C., Reigner, F., Sertheyn, D., Wimel, L., Couturier-Tarrade, A., & Chavatte-Palmer, P. (2018). Placental alterations in structure and function in intra-uterine growth-retarded horses. *Equine Veterinary Journal*, 50(3), 405–414. <https://doi.org/10.1111/evj.12761>
- Fertilidad en yeguas y caracterización de la dinámica ovárica. *Nova Scientia*, 14(28). <https://doi.org/10.21640/ns.v14i28.2786>
66. Romero-Márquez, Constantino, Pérez-Anzúrez, Gustavo, Huerta-Bravo, Maximino, López-Ordaz, Rufino, & Ruíz-Flores, Agustín. (2022). Fertilidad en yeguas y caracterización de la dinámica ovárica. *Nova scientia*, 14(28), 00012. Epub 01 de agosto de 2022. <https://doi.org/10.21640/ns.v14i28.2786>
67. Rodríguez, J., et al. (2020). *Impact of Training Programs on Reproductive Efficiency in Rural Horse Breeding*. *Tropical Animal Health and Production*, 52(4), 587-596. DOI:10.1007/s11250-020-02261-3
68. Ruiz, J. (2019). *Avances en fertilización in vitro en equinos y su impacto en la producción equina*.
69. Samper, J. C. (2008). *Artificial insemination in equine reproduction: The importance of technique*. *Theriogenology*, 70(3), 340-342. DOI:10.1016/j.theriogenology.2008.05.001
70. Sevinga M, Schukken YH, Hesselink JW, Jonker FH. 1999. Relationship between ultrasonic characteristics of the corpus luteum, plasma progesterone concentration and early pregnancy diagnosis in Friesian mares. *Theriogenology*. 52:585-592.
71. Schwarze, Juan Enrique, Balmaceda, José, & Pommer, Ricardo. (2012). La criopreservación embrionaria en estadios más avanzados de desarrollo disminuye la frecuencia de pacientes con embriones criopreservados y el número de embriones criopreservados. *Revista médica de Chile*, 140(1), 45-49. <https://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872012000100006>



UDECA
UNIVERSIDAD DE
CUNDINAMARCA

TRABAJO DE GRADO OPCIÓN MONOGRAFIA
EFECTOS DEL USO DE LAS BIOTECNOLOGÍAS
REPRODUCTIVAS SOBRE LA FERTILIDAD DE HEMBRAS
EQUINAS CRIOLLAS COLOMBIANAS

72. Sector Equino, A. y M.C.(2014) *Acuerdo de competitividad de la Cadena Equina, Asnal y Mular ACUERDO DE COMPETITIVIDAD CADENA EQUINA, ASNAL Y MULAR EN COLOMBIA.*
73. Sadurni Carolina. (2020). *csadurnir_VET.*
74. Suárez, A., & Martínez, F. (2022). Análisis de prácticas reproductivas en equinos. *Colombian Journal of Animal Sciences*, 17(1), 9-25.
75. Vaccaro Mariana, D. E. F. C. A. (2014). *El Agua y la producción equina.*
76. Vanegas Azuero Ana Milena, G. L. F. (2016). Carne equina: producción, consumo y valor nutricional. In *Zootec* (Vol. 11, Issue 3).
77. Varela Agatha Andrea. (2023). *TAZ-TFG-2023-282 Estudio del oviducto en la yegua.*

ACUERDO 027 DEL 16 DEL 16 DE DICIEMBRE DE 2021
ARTÍCULO 46.- OPCIONES DE TRABAJO DE GRADO
OPCIÓN MONOGRAFÍA

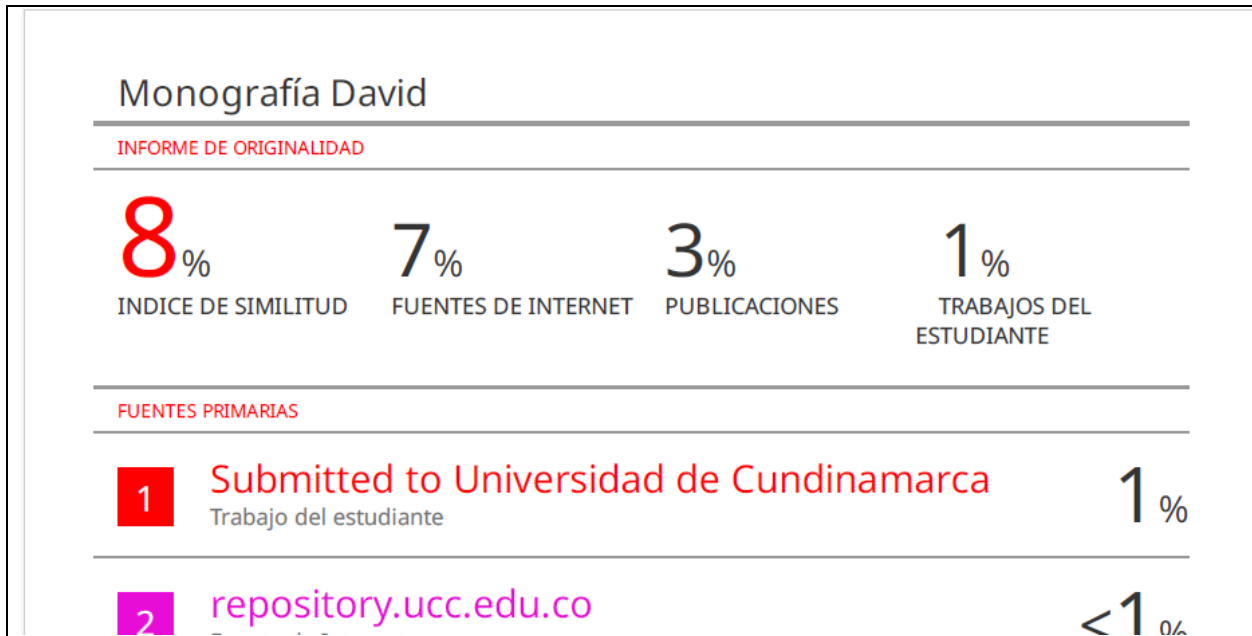
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
Programa de Zootecnia (Acreditado Alta Calidad Res. MEN 009412 de 2022)

Evidencia anti-plagio - *Turnitin*

ARTÍCULO 61.- DEBERES
13. No cometer fraude académico o plagio en las pruebas de evaluación, exámenes o trabajos escritos presentados en desarrollo del proceso de aprendizaje y formación, así como el respeto a la propiedad intelectual.

ARTÍCULO 62.- FALTAS
1. El fraude: c. Utilizar citas o referencias falsas o registrar indebidamente referencias que no coincidan con las citas. d. Presentar como de su propia autoría la totalidad o parte de una obra, trabajo, documento o invención realizados por otra persona; incorporar un trabajo ajeno en el propio de tal forma que induzca a error al observador o lector en cuanto a la autoría del mismo.

Inserte una evidencia¹ del índice de similitud (%) arrojado por la herramienta *Turnitin* ↓



0% - 25% Permitido

>25% No permitido

¹ Procedimiento: tome pantallazo del reporte de originalidad → Guarde el pantallazo como imagen (jpg/jpeg/png) en el PC → seleccione el recuadro o posicione el cursor dentro del recuadro (cuando el texto ya haya sido borrado) → Vaya a la barra de herramientas de Word - pestaña "Insertar" → función "Imágenes" → "Insertar imágenes desde este dispositivo" → seleccione el pantallazo (imagen jpg/jpeg/png) desde la ubicación de guardado en el PC → pique "Insertar".

El documento se puede entregar y radicar como propuesta (anteproyecto).

El documento no se puede entregar ni radicar como propuesta (anteproyecto). Se hace obligatoria la revisión exhaustiva de este por parte del estudiante y el director para hacer los ajustes pertinentes.