



ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE
TERNEROS CON GENÉTICA MEJORADA MEDIANTE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL

SANTIAGO FRANCO RAMÍREZ

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL TÍTULO
DE MAGÍSTER EN GERENCIA DE PROYECTOS

ASESOR: ELKIN ARCESIO GÓMEZ SALAZAR

UNIVERSIDAD EAFIT
ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN
MAESTRÍA EN GERENCIA DE PROYECTOS

MEDELLÍN

2025

RESUMEN

El estudio propuesto se centra en evaluar la viabilidad de implementar la inseminación artificial en una finca ganadera bovina productora de crías de levante para carne ubicada en Colombia. El objetivo principal es determinar si esta tecnología puede aumentar significativamente la rentabilidad de la explotación.

Para llevar a cabo este análisis, se implementará un enfoque de prefactibilidad estructurado que permite evaluar la viabilidad de mercado, técnica, económica, legal, sectorial, organizacional y ambiental del proyecto. La investigación comprenderá un análisis detallado de los factores a considerar para la inseminación artificial en un hato ganadero para su correcta implementación en una finca en Colombia. Asimismo, se evaluarán los costos asociados a la implementación de esta tecnología, incluyendo la adquisición de semen, la contratación del personal y los equipos necesarios.

Un aspecto fundamental del estudio será la definición de los costos y beneficios de la inseminación artificial y cómo se considerarán los factores externos que pueden influir en la viabilidad del proyecto, como las políticas gubernamentales, los precios de los insumos y la demanda de carne.

Se elaborará también un plan de implementación detallado, incluyendo un cronograma de actividades, un presupuesto y un análisis de los riesgos potenciales. Los resultados de este estudio permitirán tomar una decisión informada sobre la conveniencia de adoptar la inseminación artificial como una estrategia para mejorar la productividad y la rentabilidad de la finca ganadera.

Palabras clave: Inseminación artificial, Ganado de carne, Rentabilidad, Mejoramiento genético, Tasa de preñez, Costos de producción.

ABSTRACT

The proposed study focuses on evaluating the feasibility of implementing artificial insemination on a beef cattle farm located in Colombia. The main objective is to determine whether this technology can significantly increase the farm's profitability.

To conduct this analysis, a structured pre-feasibility approach will be implemented to assess the project's market, technical, economic, legal, sectoral, organizational, and environmental viability. The research will include a detailed analysis of the factors to consider for artificial insemination in a cattle herd for its successful implementation on a farm in Colombia. The costs associated with implementing this technology will also be evaluated, including semen acquisition, personnel hiring, and the necessary equipment.

A key aspect of the study will be defining the costs and benefits of artificial insemination and how external factors that may influence the project's viability, such as government policies, input prices, and beef demand, will be considered.

A detailed implementation plan will also be developed, including a schedule of activities, a budget, and an analysis of potential risks. The results of this study will allow for an informed decision on the appropriateness of adopting artificial insemination as a strategy to improve the productivity and profitability of the livestock farm.

Keywords: Artificial insemination, beef cattle, Profitability, Genetic improvement, Pregnancy rate, Production costs.

Contenido

1. INTRODUCCIÓN	10
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
3. JUSTIFICACIÓN	12
4. OBJETIVOS	14
4.1. GENERAL	14
4.2. ESPECÍFICOS	14
5. MARCO TEÓRICO O MARCO CONCEPTUAL	15
5.1. PRODUCCIÓN DE TERNEROS PARA ENGORDE	16
5.2. MEJORAMIENTO GENÉTICO EN GANADO BOVINO	16
5.2.1. Principios básicos en mejoramiento genético	17
5.2.2. Selección de características para producción de terneros de engorde	18
5.2.3. Impacto económico del mejoramiento	18
5.3. INSEMINACIÓN ARTIFICIAL	19
5.3.1. INSEMINACIÓN ARTIFICIAL COMO ESTRATEGIA PARA MEJORAR LA RENTABILIDAD	20
6. DISEÑO METODOLÓGICO	21
6.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN:	21
6.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN:	21
7. ESTRATEGIA DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN PARA CADA OBJETIVO ESPECÍFICO	21
7.1. ESTRATEGIA OBJETIVO 1.	21
7.2. ESTRATEGIA OBJETIVO 2.	22
7.2.1. Ficha técnica de la encuesta a realizar.	23
7.2.2. Contenido de la encuesta.	23
7.3. ESTRATEGIA OBJETIVO 3.	26
7.4. ESTRATEGIA OBJETIVO 4.	26
7.5. ESTRATEGIA OBJETIVO 5.	27
7.6. ESTRATEGIA OBJETIVO 6.	27
7.7. ESTRATEGIA OBJETIVO 7.	28
7.8. ESTRATEGIA OBJETIVO 8.	28

8.	DESARROLLO DEL TRABAJO.	29
8.1.	ESTUDIO SECTORIAL.	30
8.2.	ESTUDIO DE MERCADO.	35
8.2.1.	<i>Definición del producto</i>	35
8.2.2.	<i>Demanda de la implementación de inseminación artificial en Colombia.</i>	36
8.2.3.	<i>Datos de consumo de carne bovina en Colombia</i>	37
8.2.4.	<i>Datos de precios en ganado flaco.</i>	40
8.2.5.	<i>Resultados de las encuestas realizadas.</i>	41
8.2.6.	<i>Canal de comercialización de los bovinos.</i>	54
8.2.7.	<i>Competencia en el mercado.</i>	54
8.2.8.	<i>Proyección de precios del estudio de mercado.</i>	55
8.3.	ESTUDIO TÉCNICO.	56
8.3.1.	<i>Planteamiento del ciclo productivo del proyecto.</i>	56
8.3.2.	<i>Infraestructura y Condiciones Operativas.</i>	58
8.3.3.	<i>Implementación de la Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF)</i>	59
8.3.4.	<i>Costos de mano de obra y equipos para la implementación de inseminación artificial a tiempo fijo.</i>	60
8.3.5.	<i>Balance del estudio técnico.</i>	62
8.4.	LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO.	63
8.5.	MARCO LEGAL DEL PROYECTO.	67
8.6.	IMPACTO AMBIENTAL.	70
8.7.	ESTUDIO FINANCIERO	72
8.7.1.	<i>Construcción del flujo de caja</i>	73
8.7.2.	<i>Constitución del capital.</i>	74
8.7.3.	<i>Flujo de caja proyectado</i>	76
8.7.4.	<i>Análisis financiero de los resultados.</i>	76
8.7.5.	<i>Reconstrucción del flujo de caja con las variables corregidas</i>	81
8.8.	ANÁLISIS DE RIESGOS	86
8.8.1.	<i>Riesgos identificados</i>	87
8.8.2.	<i>Simulación de riesgos en RISK.</i>	89
8.8.3.	<i>Interpretación de los resultados.</i>	90

9.	CONCLUSIONES.....	92
9.1.	CONCLUSIÓN DEL ESTUDIO SECTORIAL	92
9.2.	CONCLUSIÓN DEL ESTUDIO DE MERCADO	92
9.3.	CONCLUSIÓN DEL ESTUDIO TÉCNICO	93
9.4.	CONCLUSIÓN DEL ESTUDIO DE LOCALIZACIÓN	93
9.5.	CONCLUSIÓN DEL ESTUDIO LEGAL	93
9.6.	CONCLUSIÓN DEL ESTUDIO AMBIENTAL.....	93
9.7.	CONCLUSIÓN DEL ESTUDIO FINANCIERO	93
9.8.	CONCLUSIÓN DEL ESTUDIO DE RIESGOS	94
9.9.	CONCLUSIÓN GENERAL DEL PROYECTO	94
10.	BIBLIOGRAFIA	95

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de evaluación de factores de localización	26
Tabla 2. Matriz Leopold modificada propuesta para identificación de potenciales impactos ambientales del proyecto.....	27
Tabla 3. Matriz de riesgos identificada para el proyecto.....	29
Tabla 4. Matriz de análisis sectorial	32
Tabla 5. Costos trimestrales estimados para operación del proyecto ganadero	61
Tabla 6. Costos estimados para implementación de protocolo de inseminación artificial en el proyecto.....	62
Tabla 7. Volumen de ventas estimado para el proyecto ganadero	63
Tabla 8. Matriz de localización obtenida.....	64
Tabla 9. Requisitos legales para cumplir en el proyecto	67
Tabla 10. Matriz de impacto ambiental.....	70
Tabla 11. Tasas de interés encontradas para apalancamiento financiero del proyecto	75
Tabla 12. Flujo de caja proyectado calculado para el proyecto	76
Tabla 13. principales indicadores financieros obtenidos del flujo de caja	77
Tabla 14. Análisis IRVA del proyecto.....	78
Tabla 15. Análisis de sensibilidad	80
Tabla 16. Análisis de sensibilidad modificado	81
Tabla 17. Flujo de caja corregido para el proyecto.....	82
Tabla 18. Indicadores financieros corregidos	83
Tabla 19. Análisis IRVA corregido	85
Tabla 20. Matriz de probabilidades de los riesgos en el proyecto	87

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Variación del producto interno bruto en ganadería desde el año 2016 al 2023. Fuente: Cámara de comercio de Bogotá con datos del DANE	30
Figura 2. Distribución del inventario ganadero en Colombia para el año 2023. Tomado de BBVA research con datos del DANE	31
Figura 3. Revisión a publicaciones académicas de Google Scholar sobre inseminación artificial en Colombia. Resultados para “inseminación artificial bovinos Colombia. Fuente: Elaboración propia.	36
Figura 4. Publicaciones académicas encontradas en Scopus. Resultados para la búsqueda (TITLE-ABS-KEY (artificial AND insemination) AND TITLE-ABS-KEY (cattle) AND TITLE-ABS- KEY (colombia))	37
Figura 5. Consumo aparente per cápita anual de carnes en Colombia (Kg/hab.)	38
Figura 6. Promedio precio ganado gordo.	39
Figura 7. Volumen histórico de exportaciones de ganado en pie y carne de 2016 a 2025.	39
Figura 8. Precio nacional del ganado flaco machos y hembras desde 2022 hasta 2025.	40
Figura 9. Gráfico Van Westendorp de sensibilidad de precios.	47
Figura 10. Línea de tiempo del proyecto planteado.	57
Figura 11. Estimación de ventas de hembras y crías durante la duración del proyecto.	58
Figura 12. Presentación gráfica del protocolo de inseminación IATF Gestavec 0,6 realizable en 9 días.	60
Figura 13. Gráfico del flujo de caja no convencional proyectado para el proyecto luego de estimar nuevamente las variables de cantidad y precio a vender durante el ciclo productivo.	84
Figura 14. Valor estimado de cada riesgo esperado en el proyecto.	89
Figura 15. VPN de RISK vs VPN del inversionista expresado en millones de pesos.	91

Agradecimientos

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento al docente **Elkin Arcesio Gómez Salazar**, quien, en calidad de revisor de este trabajo de grado, brindó orientación, apoyo y acompañamiento constante durante todo el proceso, aportando con su experiencia y dedicación a la construcción y consolidación de este proyecto. De igual manera, agradezco a mi padre, **Óscar Andrés Franco Jaramillo**, por ser la inspiración de esta idea de negocio y por su disposición permanente para resolver dudas y contribuir activamente en el desarrollo del trabajo. Extiendo también un especial reconocimiento a **Carolina Ramírez Montoya**, cuyo apoyo incondicional fue fundamental para el avance de mis estudios de especialización y maestría en Gerencia de Proyectos en la Universidad EAFIT, sede Medellín.

1. INTRODUCCIÓN

La ganadería bovina de carne en Colombia enfrenta diversos desafíos que afectan su rentabilidad y competitividad en el mercado nacional e internacional. Entre estos retos se encuentran la baja productividad, los altos costos de producción y la calidad variable del ganado (Jiménez et al., 2008).

La reproducción tradicional mediante monta natural presenta limitaciones en cuanto a la mejora genética del hato ganadero, lo que repercute directamente en la calidad de la carne producida y, por ende, en los ingresos de los productores (Ruelle et al., 2021). Además, este método puede resultar en una tasa de preñez subóptima y un intervalo entre partos prolongado, factores que disminuyen la eficiencia reproductiva y productiva de la finca (Baruselli et al., 2018).

La inseminación artificial se presenta como una alternativa tecnológica que podría abordar estas problemáticas, permitiendo una mejora genética más rápida y controlada, así como un potencial aumento en la eficiencia reproductiva. Sin embargo, su implementación requiere una inversión inicial significativa y cambios en los procesos de manejo del ganado (Baruselli et al., 2018).

En este contexto, surge la necesidad de evaluar de manera rigurosa y sistemática la viabilidad técnica, financiera y de mercado al implementar la inseminación artificial en una finca ganadera productora de carne en Colombia. Este análisis es crucial para determinar si dicha implementación podría efectivamente aumentar la rentabilidad del negocio y justificar la inversión requerida.

Un estudio de prefactibilidad permitirá abordar esta problemática de manera estructurada, considerando aspectos relevantes para tomar decisiones informadas sobre la posible adopción de esta tecnología reproductiva en el contexto específico de la finca en estudio.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La ganadería bovina es un sector crucial en la economía colombiana, representando una parte significativa del PIB agropecuario. Sin embargo, enfrenta importantes desafíos que afectan su rentabilidad y competitividad. Según el informe de (Fedegan, 2022), la tasa de extracción ganadera en Colombia se ha mantenido relativamente baja, oscilando entre el 14% y el 20% en los últimos años, lo que indica una eficiencia productiva limitada. Además, el sector ha experimentado fluctuaciones en la producción y el sacrificio de bovinos, con una disminución del 0.3% en el sacrificio en 2023 comparado con 2022.

En este contexto, las fincas ganaderas productoras de carne en Colombia se enfrentan al reto de aumentar su productividad y rentabilidad en un mercado cada vez más competitivo. La implementación de técnicas avanzadas de reproducción, como la inseminación artificial, surge como una alternativa prometedora para mejorar la genética del ganado, aumentar las tasas de natalidad y, consecuentemente, la producción de carne (Baruselli et al., 2018). No obstante, la adopción de esta tecnología en los países menos desarrollados, especialmente en fincas productoras de carne, ha sido lenta debido a factores como los costos iniciales, la falta de infraestructura y el conocimiento técnico requerido (De Sá Filho & Vasconcelos, 2011) (Butler et al., 2014).

A pesar de los beneficios inherentes a la inseminación artificial, su adopción y la implementación de modelos de negocio centrados en la producción de terneros con genética mejorada para la venta al destete no están ampliamente difundidas o estandarizadas en ciertas regiones o tipos de explotaciones ganaderas en Colombia. Esto puede deberse a diversos factores, incluyendo el desconocimiento de los beneficios económicos de este enfoque, la falta de infraestructura o capacitación adecuada para la implementación de la IA, o la incertidumbre sobre la viabilidad financiera de un negocio que se centre en la producción y comercialización de terneros con valor genético diferenciado en lugar de la engorda tradicional para sacrificio.

En este contexto, surge la necesidad de analizar la viabilidad de implementar un modelo de negocio ganadero que tenga como eje central la utilización de la inseminación artificial para la producción de terneros con genética mejorada, destinados a la venta en edades tempranas (entre los 6 y 9 meses). Un estudio de prefactibilidad se presenta como una herramienta metodológica pertinente para evaluar los aspectos técnicos, económicos y de mercado asociados a esta propuesta. Dicho estudio permitiría determinar si bajo una locación adecuada para establecer el proyecto, la adquisición de vientres para inseminación, la implementación de un programa de IA y una estrategia de comercialización de los terneros con mejor genética representan una oportunidad de negocio rentable, considerando un horizonte de planificación de dos años.

Por lo tanto, la presente investigación busca responder a la pregunta: ¿es viable desarrollar un negocio de producción y venta de terneros con genética mejorada mediante la implementación de inseminación artificial en una finca arrendada en Colombia, analizando los costos, ingresos potenciales y los factores críticos de éxito asociados a este modelo productivo?

3. JUSTIFICACIÓN

La producción ganadera en Colombia representa un pilar fundamental para la economía nacional, contribuyendo significativamente al Producto Interno Bruto y generando empleo en las zonas rurales del país (Bravo Parra, 2022). Pero este sector enfrenta desafíos considerables en productividad y rentabilidad, especialmente en la producción de carne bovina (Fedegan, 2022). En este contexto, la implementación de técnicas avanzadas como la inseminación artificial se presenta como una oportunidad prometedora para mejorar la eficiencia y competitividad de las fincas ganaderas colombianas.

El desarrollo de un estudio de prefactibilidad para la implementación de inseminación artificial en una finca productora de terneros con genética superior se justifica por su potencial para abordar múltiples aspectos críticos del sector ganadero. En primer lugar, desde una perspectiva económica, este estudio permitirá evaluar el impacto potencial de la adopción de esta tecnología en la rentabilidad de la finca. Esta información es crucial para la toma de decisiones informadas sobre inversiones que podrían mejorar significativamente el desempeño financiero del negocio ganadero.

Además, la investigación propuesta representa un paso importante hacia la innovación tecnológica en el sector. La inseminación artificial es una técnica avanzada en reproducción ganadera que, al ser estudiada y potencialmente implementada, puede contribuir a la modernización del sector pecuario en climas tropicales como el de Colombia (Cooke et al., 2020). Este avance no solo fomenta la adopción de prácticas más eficientes, sino que también puede posicionar a la finca y, por extensión, al sector ganadero colombiano, a la vanguardia de las tendencias globales en producción animal.

Desde el punto de vista genético, la inseminación artificial ofrece oportunidades sin precedentes para el mejoramiento del ganado. Esta técnica facilita la introducción de características genéticas deseables en el hato, lo que puede resultar en animales con mejor calidad de carne, mayor resistencia a enfermedades y mejor adaptación a las condiciones locales (Butler et al., 2014) (Crowe et al., 2021). A largo plazo, esto no solo mejora la productividad de la finca, sino que también puede contribuir a la competitividad del sector ganadero colombiano en los mercados internacionales.

La sostenibilidad es otro aspecto crucial que justifica este estudio. Al aumentar la eficiencia en la producción de carne, se puede reducir el impacto ambiental por unidad de producto, como ha sucedido en los últimos años en Colombia, donde cada año se reducen los animales sacrificados, pero aumentan las toneladas de carne obtenidas gracias al rendimiento de mejores canales (Fedegan, 2022). Esto es particularmente relevante en el contexto actual, donde la sostenibilidad ambiental es una preocupación global y un factor cada vez más importante en las decisiones de consumo y en las políticas públicas.

El estudio de prefactibilidad puede contribuir significativamente al conocimiento ganadero y a la gestión de proyectos agropecuarios. Los resultados obtenidos pueden servir como referencia valiosa para otros productores ganaderos en Colombia, así como para investigadores y formuladores de políticas interesados en mejorar la productividad y competitividad del sector.

Finalmente, es importante destacar que esta investigación se alinea con los objetivos de desarrollo rural y mejoramiento de la competitividad del sector agropecuario en Colombia. Si

el estudio demuestra la viabilidad y los beneficios de la implementación de la inseminación artificial, podría servir como modelo replicable en otras fincas ganaderas del país, contribuyendo así a un impacto más amplio en el sector (UPRA, 2024). Este estudio de prefactibilidad no solo aborda una necesidad crítica del sector ganadero colombiano, sino que también ofrece un enfoque innovador y estructurado para evaluar una solución potencial. Su relevancia económica, su contribución a la sostenibilidad y su potencial para generar conocimiento aplicable hacen de esta investigación un proyecto valioso y necesario en el contexto actual de la ganadería en Colombia.

Los productores ganaderos buscan continuamente optimizar la eficiencia de sus sistemas productivos, y la incorporación de genética superior a través de técnicas como la inseminación artificial, que se presenta como una vía fundamental para lograrlo. Animales con mejor genética tienden a exhibir un mayor potencial de ganancia de peso, mejor conversión alimenticia, mayor resistencia a enfermedades y, en el caso de hembras, mayor fertilidad y producción de leche. Esta demanda se ve impulsada por la necesidad de producir carne de manera más sostenible y rentable, respondiendo a las exigencias de un mercado consumidor cada vez más informado y exigente en términos de calidad y eficiencia en la producción.

La inseminación artificial juega un papel crucial en la diferenciación del producto y en su viabilidad comercial. Al permitir la selección de semen de reproductores élite con características genéticas probadas, se logra obtener terneros con un valor intrínseco superior, en comparación con aquellos nacidos por monta natural. Esta diferenciación no solo se traduce en un mejor desempeño productivo de los animales, sino que también abre la puerta a la comercialización en nichos de mercado que valoran la calidad genética, como lo son las subastas especializadas y los compradores que buscan animales con un alto potencial de desarrollo para etapas posteriores de engorde o reproducción. La capacidad de ofrecer terneros con un pedigrí genético conocido y con características productivas superiores justifica la búsqueda de precios premium en el mercado, impactando positivamente en la rentabilidad del negocio.

Para favorecer la comercialización efectiva de estos terneros con genética mejorada, se pueden implementar diversas estrategias. En primer lugar, es fundamental construir una reputación asociada a la calidad genética de los animales producidos. Esto puede lograrse mediante la presentación de información detallada sobre el linaje y las características genéticas de los terneros en las subastas y en la comunicación directa con los potenciales compradores. La transparencia en cuanto al origen y el potencial genético de los animales genera confianza y justifica un mayor precio. En segundo lugar, establecer alianzas estratégicas con asociaciones de ganaderos, veterinarios y otros actores clave del sector, puede ampliar la red de contactos y facilitar el acceso a compradores interesados en genética mejorada. Finalmente, la participación en ferias y exposiciones ganaderas, así como la utilización de plataformas digitales especializadas, pueden aumentar la visibilidad de los terneros y llegar a un público más amplio, tanto a nivel nacional como potencialmente internacional en el futuro. Estas estrategias, combinadas con la calidad genética superior del producto, sentarán las bases para una comercialización exitosa y rentable.

4. OBJETIVOS

4.1. GENERAL

Desarrollar un estudio de prefactibilidad para determinar la viabilidad de la implementación de inseminación artificial para incrementar la rentabilidad y eficiencia de una finca, ubicada en Colombia, productora de crías de levante para carne.

4.2. ESPECÍFICOS

- Desarrollar estudio sectorial identificando los factores que influyen en la implementación de inseminación artificial, identificando oportunidades y amenazas.
- Hacer un estudio de mercado evaluando viabilidad comercial terneros de genética superior obtenidos por inseminación artificial, identificando precios, demanda, competidores y canales de comercialización del ganado obtenido por inseminación artificial.
- Elaborar el estudio técnico para definir las condiciones de operación en la finca ganadera.
- Desarrollar el estudio legal que cobijaría el montaje de una finca ganadera bovina que realiza inseminación artificial, vinculando las leyes, regulaciones, permisos e impuestos asociados al proyecto.
- Definir estructura administrativa necesaria para el montaje de una finca ganadera productora de terneros que implemente la inseminación artificial como método reproductivo.
- Determinar el impacto ambiental y social que tendría en montaje de una finca ganadera bovina que realiza inseminación artificial.
- Elaborar el flujo de caja proyectado para determinar la viabilidad financiera del proyecto.
- Analizar los riesgos asociados a la implementación de inseminación artificial en la finca ganadera, evaluando su impacto y proponiendo estrategias de mitigación.

5. MARCO TEÓRICO O MARCO CONCEPTUAL

En la gestión de proyectos, el estudio de prefactibilidad constituye un paso fundamental para evaluar la viabilidad de una iniciativa, antes de realizar inversiones significativas. Este análisis preliminar emplea diversas metodologías, cada una con sus propios enfoques y componentes, para proporcionar una evaluación integral de la viabilidad del proyecto.

La metodología ONUDI (Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial) se destaca como la más ampliamente utilizada y reconocida internacionalmente. Su enfoque sistemático abarca cinco áreas clave: análisis de mercado, técnico, financiero, socioeconómico y ambiental. La preferencia por ONUDI radica en su estructura comprehensiva y su capacidad para adaptarse a diversos tipos de proyectos, desde iniciativas industriales, hasta proyectos de desarrollo social (Behrens & Hawranek, 1991).

El Marco Lógico, otra metodología significativa, enfatiza la planificación orientada a objetivos y la participación de los stakeholders. Sus componentes incluyen el análisis de involucrados, problemas, objetivos y alternativas, culminando en una matriz que vincula actividades con resultados esperados. Esta metodología es particularmente efectiva en proyectos de desarrollo y cooperación internacional (Ortegón et al., 2005).

La metodología ZOPP (Planificación de Proyectos Orientada a Objetivos), derivada del Marco Lógico, añade un enfoque participativo más intensivo. Sus componentes incluyen talleres de planificación estructurados y un énfasis en la construcción de consenso entre los inversionistas. Aunque menos común que ONUDI, ZOPP es valorada en proyectos que requieren un alto grado de participación comunitaria (Deutsche Gesellschaft für, 1998).

También encontramos la metodología del BID (Banco Interamericano de Desarrollo), que incorpora un fuerte énfasis en la evaluación de impacto social y la sostenibilidad. Sus componentes incluyen análisis de riesgo detallados y evaluaciones de capacidad institucional, siendo particularmente relevante para proyectos de infraestructura y desarrollo en América Latina (Barandiarán et al., 2019). La metodología PMI (Project Management Institute), aunque más asociada con la gestión de proyectos en general, también ofrece herramientas valiosas para la evaluación de prefactibilidad. Su enfoque en la gestión de riesgos y la definición del alcance complementa otras metodologías más específicas (Project Management Institute, 2021).

Independientemente de la metodología elegida, ciertos componentes son universales: el análisis de mercado, el estudio técnico, la evaluación financiera y los análisis de impacto social y ambiental. La tendencia actual es hacia un enfoque híbrido, donde los gestores de proyectos seleccionan y adaptan elementos de diferentes metodologías, según las necesidades específicas del proyecto. La elección de la metodología dependerá de factores como el tipo de proyecto, los requerimientos de los inversionistas y el contexto organizacional. Sin embargo, la preferencia por ONUDI en la mayoría de los casos se debe a su robustez, estandarización y capacidad para proporcionar una evaluación comprehensiva que facilita la toma de decisiones informada sobre la viabilidad del proyecto.

En el contexto específico de la implementación de inseminación artificial para mejorar la rentabilidad de una finca ganadera productora de carne, el estudio de prefactibilidad es crucial por varias razones. Primero, permite evaluar el potencial real de mejora genética y su impacto en la productividad y calidad de la carne, contrastando los beneficios esperados con

los costos de implementación. Segundo, ayuda a identificar y cuantificar los requerimientos técnicos y operativos, como la infraestructura necesaria, los equipos, el personal especializado y los protocolos de manejo, asegurando que la finca esté preparada para adoptar esta tecnología. En tercer lugar, el estudio de mercado, incluido en la prefactibilidad, da información valiosa sobre la demanda potencial de carne de mejor calidad y los precios esperados, fundamental para proyectar los ingresos futuros. Cuarto, el análisis económico-financiero permite estimar la rentabilidad del proyecto a largo plazo, considerando que los beneficios del mejoramiento genético se acumulan con el tiempo. Quinto, la evaluación de impacto ambiental y social asegura que el proyecto sea sostenible y aceptable para la comunidad local. Además, el estudio de prefactibilidad ayuda a identificar riesgos potenciales y a desarrollar estrategias de mitigación, algo importante en el sector ganadero por su vulnerabilidad a factores externos. En suma, el estudio de prefactibilidad proporciona una base sólida para decidir si proceder con el proyecto, ajustarlo, o buscar alternativas, maximizando las probabilidades de éxito y minimizando los riesgos de inversión.

5.1. PRODUCCIÓN DE TERNEROS PARA ENGORDE

La producción de ganado de carne es un componente fundamental del sector agropecuario nacional (BBVA research, 2024). Este sistema productivo se enfoca en la cría y engorde de terneros con el propósito principal de obtener carne para el consumo humano. Implica una serie de procesos que van desde la selección genética de los animales, pasando por su alimentación y cuidado, hasta el sacrificio y procesamiento de la carne. La eficiencia en la producción de ganado de carne se mide a través de diversos indicadores, como la tasa de natalidad, la ganancia diaria de peso, la conversión alimenticia y la tasa de extracción (Carmona, 2010). En el contexto actual, la producción de ganado de carne enfrenta el desafío de aumentar su eficiencia y sostenibilidad para satisfacer la creciente demanda global de proteína animal, mientras se abordan preocupaciones ambientales y de bienestar animal (UPRA, 2024).

5.2. MEJORAMIENTO GENÉTICO EN GANADO BOVINO

El mejoramiento genético en ganado bovino es un proceso científico y sistemático que busca optimizar las características deseables en una población de animales a través de la selección y reproducción controlada. Este proceso es fundamental para aumentar la productividad y rentabilidad de las explotaciones ganaderas, especialmente en la producción de carne. Se basa en la premisa de que ciertas características deseables son heredables y pueden ser transmitidas de una generación a otra (Pagnaco, 2016).

Al seleccionar cuidadosamente los animales reproductores con las mejores características, los ganaderos pueden influir en la calidad genética de sus rebaños a lo largo del tiempo. Este proceso implica la aplicación de principios de genética, estadística y ciencia animal para identificar y promover los rasgos más valiosos en términos de producción, salud y adaptabilidad (Hufana-Duran & Duran, 2020). En el contexto de la producción de carne bovina, el mejoramiento genético se enfoca en características como la tasa de crecimiento, la eficiencia en la conversión de alimentos, la calidad de la carne y la resistencia a enfermedades. La implementación de programas de mejoramiento genético puede involucrar diversas técnicas, desde la selección tradicional basada en el fenotipo, hasta métodos más avanzados como la selección asistida por marcadores

genéticos que permite la selección genómica de gametos masculinos para su posterior inserción en óvulos (Pagnaco, 2016). La inseminación artificial es un mecanismo de selección artificial que permite el aprovechamiento de características deseadas para expresar en nuevas generaciones y es por esto que se posiciona entonces como una herramienta poderosa en el mejoramiento genético, ya que permite diseminar ampliamente la genética superior de bovinos con características deseadas.

El mejoramiento genético en ganado bovino es un proceso sistemático que busca optimizar las características deseables en una población de animales a través de la selección y reproducción controlada. Este proceso se fundamenta en principios de genética cuantitativa y molecular, y tiene como objetivo aumentar la productividad y eficiencia de los hatos ganaderos. En el contexto de la producción de carne, el mejoramiento genético se enfoca en características como la tasa de crecimiento, la eficiencia alimenticia, la calidad de la carne y la resistencia a enfermedades (Pagnaco, 2016). La implementación de programas de mejoramiento genético requiere una planificación a largo plazo y la utilización de herramientas como la evaluación genética, la selección asistida por marcadores y las tecnologías reproductivas avanzadas (Baruselli et al., 2018).

5.2.1. PRINCIPIOS BÁSICOS EN MEJORAMIENTO GENÉTICO

Los principios básicos del mejoramiento genético en ganado bovino se fundamentan en conceptos clave de la genética cuantitativa y poblacional. La correlación genética es un principio que mide la proporción de caracteres fenotípicos atribuibles a efectos genéticos provenientes de padre y madre de una progenie nueva, indicando el grado en que una característica puede ser modificada mediante selección. Al hablar de selección de caracteres genéticos en especies se calcula un mejoramiento genético entre generaciones. Este mejoramiento genético representa una variación en la secuencia genética en los cigotos obtenidos de cada generación de crías bovinas, los cuales eventualmente representarán características fenotípicas expresadas que pueden ser aprovechadas para maximizar la obtención de productos como carne y leche en ganadería (Pagnaco, 2016).

La inseminación artificial es crucial para el mejoramiento genético bovino, ya que permite un control más preciso sobre la selección de características deseadas en la población. Al utilizar semen de toros genéticamente superiores, se pueden mejorar de manera rápida y eficiente rasgos como la producción de leche, el crecimiento, la fertilidad y la resistencia a enfermedades (Bó & Baruselli, 2014). Este proceso también ayuda a reducir la endogamia en el hato ganadero, lo cual es fundamental para asegurar la fertilidad en las vacas, así como una respuesta efectiva a la selección entre generaciones (Voght & Swartz, 2021).

Otra ganancia es que permite el uso de toros de alta calidad en muchas vacas, incluso a nivel global, optimizando el uso de estos reproductores valiosos. Además, al controlar el apareamiento, se puede reducir el riesgo de consanguinidad, que podría disminuir la aptitud biológica de la población. En resumen, la inseminación artificial es una herramienta poderosa para la mejora genética, incrementando la eficiencia, productividad y sostenibilidad de los hatos bovinos (Bó & Baruselli, 2014).

5.2.2. SELECCIÓN DE CARACTERÍSTICAS PARA PRODUCCIÓN DE TERNEROS DE ENGORDE

La selección de características para la producción de bovinos para engorde es un proceso crítico que determina la dirección y el éxito del programa de mejoramiento genético. Las características consideradas son el peso al nacimiento, el peso al destete, la ganancia diaria posterior al destete, el peso final o peso al sacrificio, el área del ojo del lomo (indicador de la musculatura), el espesor de grasa dorsal y la eficiencia de conversión alimenticia. También se presta atención a rasgos relacionados con la calidad de la carne, como la terneza, el marmoleado (distribución de grasa intramuscular) y el color. Además, se consideran características funcionales como la facilidad de parto, la longevidad y la fertilidad, que son cruciales para la eficiencia reproductiva y la sostenibilidad del hato (Bernal & Vasquez, 2006). La selección debe equilibrar múltiples objetivos, considerando no solo el rendimiento productivo, sino también la adaptabilidad al ambiente y la salud animal. Es fundamental establecer índices de selección que ponderen adecuadamente estas características según su importancia económica y las correlaciones genéticas entre ellas, para lograr un progreso genético óptimo y sostenible. La selección también debe tener en cuenta las demandas del mercado y las preferencias del consumidor, que pueden variar según la región y el segmento de mercado objetivo (Baruselli, Souza, et al., 2018).

La conformación corporal se relaciona con la distribución muscular y la proporción de cortes valiosos, y una buena conformación puede aumentar el valor de la canal. La resistencia a enfermedades es crucial para reducir costos veterinarios y pérdidas. La adaptabilidad es la capacidad de los animales para prosperar en las condiciones ambientales específicas de la región. La fertilidad, aunque más crítica en sistemas de cría, también es importante en la producción de carne para mantener un suministro constante de animales para engorde (Jiménez et al., 2008).

5.2.3. IMPACTO ECONÓMICO DEL MEJORAMIENTO

El impacto económico del mejoramiento genético en la ganadería bovina es significativo y multifacético, afectando diversos aspectos de la producción y la rentabilidad. La implementación exitosa de programas de mejora genética puede resultar en aumentos sustanciales en la productividad, eficiencia y calidad del producto final (Baruselli et al., 2018). Esto se traduce en mayores ingresos para los productores a través de un incremento en el peso de los animales al mercado, mejor conversión alimenticia y potencialmente precios más altos por calidad superior de la carne. Por ejemplo, la mejora en la tasa de crecimiento puede reducir el tiempo necesario para alcanzar el peso de mercado, disminuyendo los costos de alimentación y manejo. La mejora en la eficiencia alimenticia significa que se requiere menos alimento por kilogramo de ganancia de peso, lo que reduce directamente los costos de producción. Además, el mejoramiento genético puede contribuir a la reducción de costos operativos al mejorar características como la resistencia a enfermedades y la eficiencia reproductiva. La selección para características de calidad de carne puede permitir el acceso a mercados premium, aumentando el valor del producto final. Sin embargo, es importante considerar que los beneficios económicos del mejoramiento genético suelen materializarse a mediano y largo plazo, lo que requiere

una planificación cuidadosa y una inversión sostenida en el tiempo. El análisis costo-beneficio debe tener en cuenta, no solo los costos directos de implementación del programa de mejoramiento, sino también los beneficios acumulativos a lo largo de múltiples generaciones (Baruselli et al., 2018; Bravo Parra, 2022; Carmona, 2010).

La mejora de la calidad del producto permite que la carne de mejor calidad, más tierna, con mejor marmoleo y color más atractivo, pueda venderse a precios más altos, aumentando los ingresos. Esto es importante en mercados que pagan primas por calidad. La reducción de costos se logra cuando animales más eficientes requieren menos alimento y recursos para alcanzar el peso de mercado. Una mejora en la conversión alimenticia puede resultar en ahorros significativos en costos de alimentación, que suelen ser el mayor gasto en la producción de carne. La mayor resistencia a enfermedades reduce los costos veterinarios y las pérdidas por mortalidad, además de que animales más saludables requieren menos mano de obra para su cuidado (Bernal & Vasquez, 2006).

5.3. INSEMINACIÓN ARTIFICIAL

La inseminación artificial (IA) es una técnica de reproducción asistida ampliamente utilizada en la producción ganadera, especialmente en el ganado bovino. Esta técnica implica la introducción de semen recolectado de un toro en el tracto reproductivo de una vaca en celo, con el objetivo de lograr la fertilización sin necesidad de apareamiento natural (Pagnaco, 2016). La IA ha revolucionado la industria ganadera desde su introducción a mediados del siglo XX, permitiendo una difusión más rápida y amplia de genética superior (Baruselli et al., 2018). Este método ofrece ventajas, como el uso de semen de toros de calidad genética que pueden estar geográficamente distantes o incluso fallecidos, la reducción de la transmisión de enfermedades venéreas y un mayor control del proceso de mejora genética.

La IA también permite a los ganaderos acceder a una amplia variedad de razas y líneas genéticas, facilitando la implementación de programas de cruzamiento y la introducción de características deseables en sus rebaños. Además, esta técnica ha demostrado ser económicamente beneficiosa a largo plazo, ya que elimina la necesidad de mantener toros reproductores en la finca y reduce los riesgos asociados con el apareamiento natural (Alragubi SM, 2020). La IA también ha permitido el desarrollo de otras tecnologías reproductivas avanzadas, como la transferencia de embriones y la fertilización in vitro. Sin embargo, la implementación exitosa de la IA requiere un manejo cuidadoso, incluyendo la detección precisa del celo, el mantenimiento de registros detallados, y la capacitación del personal en las técnicas de inseminación. A pesar de estos desafíos, la inseminación artificial sigue siendo una herramienta fundamental en el mejoramiento genético y la gestión reproductiva del ganado bovino, contribuyendo significativamente a la eficiencia y productividad de la industria cárnica (Riveros-Pinilla et al., 2018).

5.3.1. INSEMINACIÓN ARTIFICIAL COMO ESTRATEGIA PARA MEJORAR LA RENTABILIDAD

El impacto de la inseminación artificial en la producción de carne bovina es sustancial y multifacético, afectando diversos aspectos de la cadena productiva. Esta técnica permite una mejora genética más rápida y dirigida, lo que se traduce en un aumento de la productividad y la calidad de la carne (Bernal & Vasquez, 2006). Al utilizar semen de toros probados para características como tasa de crecimiento, eficiencia alimenticia y calidad de canal, se pueden obtener progresivamente terneros con mayor potencial de producción. Esto resulta en animales que alcanzan el peso de mercado más rápidamente, con mejor conformación y calidad de carne, lo que puede aumentar significativamente los ingresos de los productores (Ettema et al., 2017).

La IA facilita la implementación de programas de cruzamiento más precisos, permitiendo aprovechar la heterosis (vigor híbrido del genoma) y combinar las mejores características de diferentes razas para adaptarse a condiciones específicas de producción o demandas del mercado (De Sá Filho & Vasconcelos, 2011; Voght & Swartz, 2021). Además, el uso de semen sexado puede optimizar la producción de machos para engorde, mejorando la eficiencia del sistema (Ettema et al., 2017). La IA también contribuye a la uniformidad del hato, lo que facilita el manejo y la comercialización. Desde una perspectiva de calidad, permite introducir genes para características como la terneza y el marmoleado, mejorando el valor del producto final. A largo plazo, la IA puede contribuir a la sostenibilidad de la producción de carne, al mejorar la eficiencia en el uso de recursos, reduciendo la huella ambiental por unidad de producto. Sin embargo, es importante considerar que el éxito de la IA en la producción de carne depende de una implementación adecuada y de su integración en un programa de mejoramiento genético bien diseñado, que tenga en cuenta las condiciones específicas de producción y los objetivos del mercado (Baruselli et al., 2018; González-Quintero et al., 2020).

La inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) ha demostrado ser el proceso más eficiente y efectivo, logrando un mayor rendimiento en la detección de celos en los hatos de carne y leche, y aumentando la tasa de preñez en los hatos (Bó & Baruselli, 2014). La inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) elimina los costos laborales asociados a la detección de celos, facilitando el manejo de hatos en sectores alejados y proporcionando un mayor control sobre el ciclo estral de las vacas. La IATF también permite la inseminación de vacas, independientemente de su estado cíclico, lo que es especialmente beneficioso en la ganadería de carne, donde la detección de estos puede ser complicada (García Florez, 2019).

6. DISEÑO METODOLÓGICO

6.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN:

El enfoque será mixto (cuantitativo y cualitativo), dado que se necesitará recopilar y analizar, tanto datos numéricos (para aspectos financieros y de mercado), como información descriptiva (para aspectos técnicos, administrativos y legales).

6.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN:

Se propone un diseño no experimental, transeccional y explicativo.

- No experimental: porque no se manipularán variables, sino que se observarán y analizarán en su contexto natural.
- Transeccional: la recolección de datos se realizará en un único momento temporal.
- Explicativo: porque se busca establecer relaciones causales entre la implementación de la inseminación artificial y la rentabilidad/eficiencia de la finca ganadera.

7. ESTRATEGIA DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN PARA CADA OBJETIVO ESPECÍFICO

7.1. Estrategia objetivo 1

Para abordar el primer objetivo específico, que busca desarrollar un estudio sectorial identificando factores que influyen en la implementación de inseminación artificial, se propone utilizar la Matriz de Análisis PESTEL. Esta herramienta permite una evaluación sistemática y exhaustiva del entorno macro en seis dimensiones clave: Política, Económica, Social, Tecnológica, Ecológica y Legal. La estrategia consiste en evaluar factores encontrados, considerados clave para cada dimensión, describirlos detalladamente y asignarles un nivel de impacto en escala de 1 a 5 (siendo 5 el valor de impacto mayor) clasificando así cada factor como oportunidad o amenaza, de acuerdo con el valor asignado en dicha escala. Este enfoque estructurado facilita la identificación y priorización de los factores más relevantes para el proyecto, permitiendo una comprensión profunda del contexto sectorial. La matriz también sirve como base para desarrollar estrategias que aprovechen las oportunidades identificadas y mitiguen las posibles amenazas.

Para este estudio sectorial, se considera consultar fuentes oficiales como FEDEGÁN, el Ministerio de Agricultura y el ICA para datos regulatorios y estadísticos. AGROSAVIA y universidades con facultades de veterinaria que puedan aportar respaldo científico. Complementariamente, se considera útil consultar organismos internacionales como la FAO, que proporcionarán perspectivas de mercado y tendencias globales.

7.2. Estrategia objetivo 2

Para definir el mercado potencial de terneros genéticamente mejorados en Colombia, se investigará en fuentes de datos secundarios, incluyendo informes del Ministerio de Agricultura de Colombia, FEDEGAN (Federación Colombiana de Ganaderos), y el DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística). Se analizarán datos de producción, consumo, exportaciones e importaciones de carne bovina de los últimos 3 años. Adicionalmente, se realizarán encuestas estructuradas a ganaderos productores de ganado de ceba del país. Las encuestas tienen como finalidad recopilar información sobre el interés de los ganaderos en la compra crías con potencial de engorde para su ganadería, que luego de ser cebadas puedan ser comercializadas en el mercado. Para el diseño de estas encuestas se utilizará la metodología Van Westendorp (o Price Sensitivity Meter), que es una técnica efectiva para determinar la sensibilidad al precio de los consumidores (Kloss & Kunter, 2016). Desarrollada en 1976, utiliza cuatro preguntas clave para identificar el rango de precios aceptable y el precio óptimo para un producto. Su importancia radica en su capacidad para comprender la elasticidad de la demanda, maximizar la aceptación del mercado y los ingresos potenciales. En el contexto de este estudio sobre carne bovina de alta calidad genética, esta metodología permitirá determinar el rango de precios aceptable, identificar el precio óptimo y comprender la sensibilidad al precio de los consumidores colombianos, información crucial para evaluar la viabilidad económica de implementar la inseminación artificial en la producción ganadera.

A través de un muestreo aleatorio por conveniencia, se busca identificar patrones de gasto, factores decisivos en la compra de terneros, disposición a pagar por animales de mejor calidad genética y la percepción general sobre la calidad del mercado actual. El muestreo por conveniencia es una técnica de muestreo no probabilístico, donde los sujetos son seleccionados por la accesibilidad y proximidad de los sujetos para el investigador. En el contexto de esta investigación sobre inseminación artificial en ganado, este método podría ser apropiado para encuestar a ganaderos, veterinarios y otros actores del sector que estén fácilmente accesibles en el área de influencia. Aunque los resultados no serán estadísticamente representativos, proporcionarán indicadores valiosos para comprender las tendencias del mercado y las actitudes de los consumidores, informando así las decisiones relacionadas con la implementación de inseminación artificial en la producción ganadera.

Para darle validez a esta metodología, se decidió realizar 20 entrevistas semiestructuradas a los ganaderos que se dedican al proceso de ceba o engorde de ganado en Colombia, específicamente aquellos que compran regularmente terneros o crías de levante para su posterior engorde y comercialización. Esta población debería incluir, tanto pequeños como medianos productores ganaderos, preferiblemente ubicados en las principales regiones ganaderas del país, como los departamentos de Antioquia, Córdoba, Meta, Casanare y Cesar, ya que estas zonas concentran gran parte de la actividad ganadera de ceba.

Es importante incluir ganaderos que tengan experiencia mínima de 5 años en el sector, que manejen un hato ganadero de al menos 50 cabezas, y que regularmente participan en la compra de ganado para engorde a través de diferentes canales como subastas ganaderas, compra directa en finca o a través de intermediarios. Adicionalmente, sería valioso incluir en la muestra algunos compradores mayoristas o comercializadores de ganado que tengan

experiencia en la compra y venta de ganado de ceba, pues estos actores pueden proporcionar información valiosa sobre las tendencias del mercado y las preferencias de los consumidores finales en términos de calidad y características del ganado.

7.2.1. Ficha técnica de la encuesta a realizar

Estudio: Desarrollo de estudio de prefactibilidad para la implementación de inseminación artificial con el fin de aumentar la rentabilidad en finca ganadera productora de carne.

Técnica de Muestreo: Muestreo no probabilístico por conveniencia Instrumento de Recolección: Cuestionario estructurado con preguntas abiertas y cerradas

Población Objetivo: Ganaderos dedicados al proceso de ceba o engorde de ganado en Colombia, con experiencia mínima de 5 años en el sector y que manejen hatos ganaderos de mínimo 50 cabezas.

Cobertura Geográfica: Principales regiones ganaderas de Colombia (Antioquia, Córdoba, Meta, Casanare y Cesar).

Tamaño de la Muestra: 25 entrevistas.

Método de Recolección: Entrevistas presenciales y/o virtuales, según disponibilidad del entrevistado.

Perfil del Entrevistador: Profesional con conocimiento en el sector ganadero.

Margen de Error: No aplica por ser muestreo no probabilístico.

Nivel de Confianza: No aplica por ser muestreo no probabilístico.

Fecha de Realización del Estudio:

Responsable del Estudio: Santiago Franco Ramírez.

Institución: Universidad EAFIT.

Programa: Maestría en Gerencia de Proyectos.

7.2.2. Contenido de la encuesta.

Entrevista: Definir el mercado potencial de la ganadería genéticamente mejorada en Colombia.

1. ¿Cuántas cabezas de ganado compra usted anualmente para engorde en su finca?

Opciones: Menos de 50 / 51-100 / 101-200 / Más de 200

2. ¿En qué rango de peso (kg) prefiere comprar los bovinos de levante para su proceso de ceba? Seleccione el rango que más utiliza:

- 150-180 kg
- 181-210 kg
- 211-240 kg
- Más de 240 Kg

3. **¿Cuál es el precio promedio que paga actualmente por un ternero de levante (8-12 meses) de raza comercial? Respuesta abierta en pesos colombianos**

(_____)

4. **Teniendo en cuenta la pregunta anterior: Considerando un ternero de levante (8-12 meses) mejorado genéticamente mediante inseminación artificial:**

a) *¿A qué precio consideraría que el ternero es tan barato que dudaría de su calidad genética? (Demasiado barato) Respuesta abierta en pesos colombianos (\$_____)*

b) *¿A qué precio consideraría que el ternero es barato y representa una buena compra? (Barato) Respuesta abierta en pesos colombianos (\$_____)*

c) *¿A qué precio consideraría que el ternero empieza a ser caro, pero aun así lo compraría? (Caro) Respuesta abierta en pesos colombianos (\$_____)*

d) *¿A qué precio consideraría que el ternero es tan caro que no lo compraría? (Demasiado caro) Respuesta abierta en pesos colombianos (\$_____)*

5. **¿Cuáles son los principales factores que considera al momento de comprar terneros para engorde? Opciones:**

- Raza
- Precio
- Peso
- Conformación física
- Procedencia
- Genética
- Edad
- Sanidad

5. **¿A través de qué canales suele adquirir el ganado para su finca? Opciones:**

- Subastas ganaderas
- Compra directa en fincas
- Intermediarios/comisionistas

- Ferias ganaderas
 - Otros (especifique)
- 6. ¿Conoce proveedores de terneros producto de inseminación artificial en su región? Sí/No Si su respuesta es afirmativa, ¿podría mencionar algunos?**
- 7. En su experiencia, ¿qué ventajas principales ha observado en el ganado mejorado genéticamente mediante inseminación artificial? Opciones (puede seleccionar varios):**
- Mayor ganancia de peso
 - Mejor conformación física
 - Mejor precio de venta
 - Mayor rendimiento en canal
 - Mejor adaptación al medio
 - Ninguna
 - Otra (especifique)
- 8. ¿Con qué frecuencia compra ganado para su finca? Opciones:**
- Mensualmente
 - Trimestralmente
 - Semestralmente
 - Anualmente
 - Otra (especifique)
- 9. ¿Qué características específicas busca en los terneros que compra para engorde? Pregunta abierta**
- 10. Si tuviera acceso a un proveedor constante de terneros mejorados genéticamente mediante inseminación artificial, ¿cuántas cabezas de ganado estaría dispuesto a comprar anualmente? Respuesta numérica abierta**

¡Gracias por su participación!

7.3. Estrategia objetivo 3

Para determinar las condiciones de operación de una finca ganadera con inseminación artificial, se decidió consultar manuales técnicos, guías operativas del ICA e investigaciones de universidades sobre protocolos de inseminación. Se considera también la revisión de documentos académicos de universidades con programas de veterinaria y zootecnia que ofrecen tesis y estudios de caso relevantes. Se consultará información disponible de empresas de genética bovina que puedan proporcionar especificaciones de equipos y requerimientos de almacenamiento de semen. Se espera obtener información detallada sobre infraestructura necesaria, equipamiento específico, protocolos sanitarios, requerimientos de personal capacitado, cronogramas de implementación y estimaciones de costos operativos. Adicionalmente, revistas especializadas en veterinaria pueden aportar datos sobre tasas de éxito, mejores prácticas y avances tecnológicos en inseminación artificial aplicables al contexto colombiano.

7.4. Estrategia objetivo 4

Evaluar la localización óptima para la implementación de una finca ganadera con tecnología de inseminación artificial, considerando factores geográficos, socioeconómicos, ambientales y operativos en Colombia: Se ejecutará la evaluación a través de una matriz de evaluación de factores de localización.

Para este objetivo se ejecutará la evaluación a través de una matriz de evaluación de factores de localización, siguiendo la metodología de (Esparza, 2022). Este instrumento permitirá evaluar y comparar diferentes ubicaciones potenciales, basándose en criterios específicos, otorgando una calificación de 1 (peor) a 5 (mejor) por cada criterio evaluado, multiplicándolo por un peso ponderado que al final de totalizarse arroja el resultado de la que sería la mejor ubicación posible para la finca.

Tabla 1. Matriz de evaluación de factores de localización

Factor	Peso	Ubicación A	Ubicación B	Ubicación C	Ubicación D
Accesibilidad (vías de comunicación)	0,15				
Disponibilidad de mano de obra calificada	0,10				
Cercanía a mercados	0,15				
Condiciones climáticas favorables	0,10				
Disponibilidad de agua todo el año	0,15				
Calidad del suelo	0,10				
Costo del terreno en alquiler	0,10				
Seguridad en la zona	0,10				
Acceso a servicios veterinarios	0,05				
Total	1,00				

7.5. Estrategia objetivo 5

Conocer el impacto ambiental y social que tendría el montaje de una finca ganadera bovina que realiza inseminación artificial: Se utilizará una matriz de Leopold modificada para identificar y valorar los potenciales impactos.

Se realizará una matriz de Leopold modificada para identificar y valorar los potenciales impactos siguiendo la metodología explicada por (Amilcar, 2004). Esta matriz proporcionará una visión clara de los potenciales impactos ambientales y sociales del proyecto de finca ganadera con inseminación artificial, identificando áreas de preocupación y oportunidades de mejora y permitiendo desarrollar un proyecto más sostenible y responsable. En cada celda de la matriz, se evalúa la Magnitud (M) del impacto considerando si es de impacto bajo, medio o alto. Cada celda con valoración alta será luego tenida en cuenta como un factor importante para el medio en el que se está evaluando.

Tabla 2. Matriz Leopold modificada propuesta para identificación de potenciales impactos ambientales del proyecto

Factores Ambientales y sociales (M)	Preparación del terreno	Construcción de instalaciones	Manejo del ganado	Proceso de inseminación artificial	Manejo de residuos	Transporte y logística
Medio Físico (I)						
Calidad aire						
Calidad agua superficial						
Calidad agua subterránea						
Erosión del suelo						
Compactación del suelo						
Medio biótico						
Cobertura vegetal						
Biodiversidad local						
Hábitats naturales						
Medio socioeconómico						
Empleo local						
Economía local						
Calidad de vida de la comunidad						
Salud pública						
Medio cultural						
Paisaje						
Prácticas culturales locales						

7.6. Estrategia objetivo 6

Definir el marco legal: Se realizará una revisión de la legislación colombiana relacionada con la ganadería bovina y la inseminación artificial, incluyendo leyes, decretos y resoluciones. Se elaborará una matriz de requisitos legales que incluya permisos, licencias y certificaciones

necesarias para el proyecto. Se revisarán también las normas técnicas colombianas (NTC) aplicables a la producción ganadera y la inseminación artificial. Se estima que la matriz de requisitos legales incluya permisos, licencias y certificaciones necesarias para el proyecto, los cuales serán verificados a medida que se profundice en la investigación.

7.7. Estrategia objetivo 7

Elaborar el flujo de caja proyectado: se realizará un análisis financiero del proyecto de implementación de inseminación artificial en la finca ganadera. Se elaborará un flujo de caja proyectado a 2 años, utilizando datos de referencia de fincas similares y estimaciones de costos de inversión obtenidas de proveedores de equipos y servicios de inseminación artificial. Este flujo de caja incluirá ingresos proyectados, costos operativos, inversión inicial y capital de trabajo necesario, permitiendo identificar el punto de equilibrio y prever los flujos de caja acumulados para asegurar la liquidez del proyecto.

Para evaluar la rentabilidad y viabilidad financiera, se analizarán los siguientes indicadores clave:

- Valor Actual Neto (VAN): Mide el valor presente de los flujos futuros descontados a una tasa de interés específica, menos la inversión inicial. Un VAN positivo indica que el proyecto es financieramente viable.
- Tasa Interna de Retorno (TIR): Representa la tasa de descuento que hace que el VAN del proyecto sea igual a cero. Una TIR superior al costo de capital indica que el proyecto es rentable.
- Período de Recuperación de la Inversión Descontado (PRID): Calcula el tiempo necesario para recuperar la inversión inicial, considerando el valor del dinero en el tiempo.
- Relación Beneficio-Costo (RBC): Compara el valor presente de los beneficios con el valor presente de los costos. Un RBC mayor a 1 sugiere que el proyecto es económicamente viable.
- Análisis del Valor Residual Ajustado (IRVA): Evalúa el desempeño financiero del proyecto en cada período, considerando el costo de oportunidad del capital invertido.

Adicionalmente, se realizará un análisis de sensibilidad y escenarios para evaluar el impacto de variables críticas como el precio de venta del ganado, costos de insumos y tasas de éxito de la inseminación artificial. Esto proporcionará una visión más completa de los posibles resultados financieros bajo diferentes condiciones de mercado y operativas.

Este análisis financiero integral permitirá tomar decisiones informadas sobre la viabilidad y rentabilidad del proyecto de implementación de inseminación artificial en la finca ganadera, identificando potenciales riesgos y oportunidades financieras.

7.8. Estrategia objetivo 8

Para realizar el análisis de riesgos, se planea recurrir a publicaciones científicas y estudios especializados en inseminación artificial en bovinos. El proceso comenzaría con una revisión exhaustiva de la literatura académica, utilizando bases de datos como PubMed, Google Scholar o Scopus; enfocándose en artículos que analicen la eficiencia de la técnica, factores

que influyen en el éxito (como manejo del semen, técnicas de inseminación, y bienestar animal) y los riesgos potenciales (infecciones, errores técnicos, baja tasa de fertilización).

A partir de la información obtenida, se puede construir una matriz de riesgos modificada donde se clasifiquen los riesgos en función de su probabilidad (alta, media, baja) y grado de impacto (crítico, moderado, bajo) sobre el proyecto. La matriz de riesgos es una herramienta visual que permite clasificar los riesgos según su probabilidad e impacto. En el caso de la implementación de la inseminación artificial en una finca ganadera, la matriz podría tener los siguientes elementos:

- Riesgo identificado: Descripción del riesgo (técnico, biológico, económico).
- Probabilidad: Clasificación de la probabilidad de ocurrencia (Alta, Media, Baja).
- Impacto: Clasificación del impacto en el proyecto (Crítico, Moderado, Bajo).
- Nivel de riesgo: Combinación de la probabilidad e impacto, asignando un nivel (Alto, Medio, Bajo).
- Estrategia de mitigación: Acciones propuestas para reducir la probabilidad o el impacto.

Tabla 3. Matriz de riesgos identificada para el proyecto

Riesgo identificado	Probabilidad	Impacto	Nivel de riesgo	Estrategia mitigación
Error técnico en la inseminación	Alta	Crítico	Alto	Capacitación continua y supervisión técnica
Infecciones post inseminación	Media	Moderado	Medio	Mejora de higiene y manejo sanitario
Baja tasa de fertilización	Media	Crítico	Alto	Evaluación de la calidad del semen y manejo
Condiciones climáticas adversas	Media	Moderado	Bajo	Monitoreo y planificación por temporadas

8. Desarrollo del trabajo

Con base en lo planteado en la metodología y marco teórico, la presente investigación desarrolla en 8 objetivos específicos un estudio de prefactibilidad para implementar la inseminación artificial como método de mejoramiento genético en una finca ganadera productora de carne en Colombia. El análisis abarca múltiples dimensiones, incluyendo un estudio sectorial que identifica oportunidades y amenazas del entorno, seguido por una evaluación de mercado que determina la viabilidad comercial del proyecto. Se complementa con estudios técnicos que definen las condiciones operativas, análisis legal y administrativo para establecer el marco regulatorio y organizacional, evaluación de impactos ambientales y

sociales, y finalmente, un análisis financiero y de riesgos que determina la rentabilidad y sostenibilidad del proyecto. Esta investigación integral busca proporcionar las bases para una toma de decisiones informada sobre la implementación de esta tecnología reproductiva, con la finalidad de aumentar la rentabilidad en una finca productora de terneros para ceba.

8.1. Estudio sectorial

El sector ganadero en Colombia desempeña un papel fundamental en la economía del país, con una población total de 29,2 millones de cabezas de ganado bovino según el último Censo Pecuario Nacional (ICA, 2023). Esta cifra ha venido creciendo a una tasa promedio anual del 2,5% en los últimos 5 años, evidenciando el dinamismo del sector. En 2023, se sacrificaron 4,2 millones de animales en plantas de beneficio registradas, lo que representa una tasa de extracción del 15,1% de la población total (DANE, 2023).

A nivel mundial, Colombia se ubica como el 4to productor de carne bovina en América Latina, detrás de potencias regionales como Brasil, Argentina y México. A escala global, el país ocupa el décimo tercer lugar entre los mayores productores mundiales de este tipo de carne, lo que evidencia su relevancia en el mercado internacional (USDA, 2024). En 2023, Colombia exportó 120 mil toneladas de carne bovina por valor de USD \$450 millones, mientras que las importaciones alcanzaron las 35 mil toneladas por valor de USD \$120 millones, provenientes principalmente de Estados Unidos y Canadá (Fedegan, 2022).

El aporte de la ganadería bovina al Producto Interno Bruto (PIB) del sector agropecuario colombiano se aproxima al 28%, lo que demuestra la importancia estratégica de este subsector. El PIB de la ganadería registró una disminución del 1,9% en el acumulado al segundo trimestre de 2023, es decir \$136 mil millones de pesos menos, comparado con el mismo periodo de 2022. En contraste estuvo el desempeño del inventario bovino, que en 2023 aumentó un 1,16%, ubicándose en 29.642.539 reses en el país. Este desempeño se dio por el descenso de las exportaciones de carne en un 4,9% y de bovinos en pie en un 57% durante el primer trimestre, debido a las políticas implementadas por el nuevo gobierno que comenzó el 2022; a lo que se suma el hecho de que el descenso de estas exportaciones se dio en el momento de mayor valor de la TRM, cuando se ubicó en promedio trimestral sobre los 4.700 pesos por dólar. En compensación estuvo el comportamiento del mercado interno, cuyo consumo aumentó en un 6,2% (Sectorial Informes, 2023).

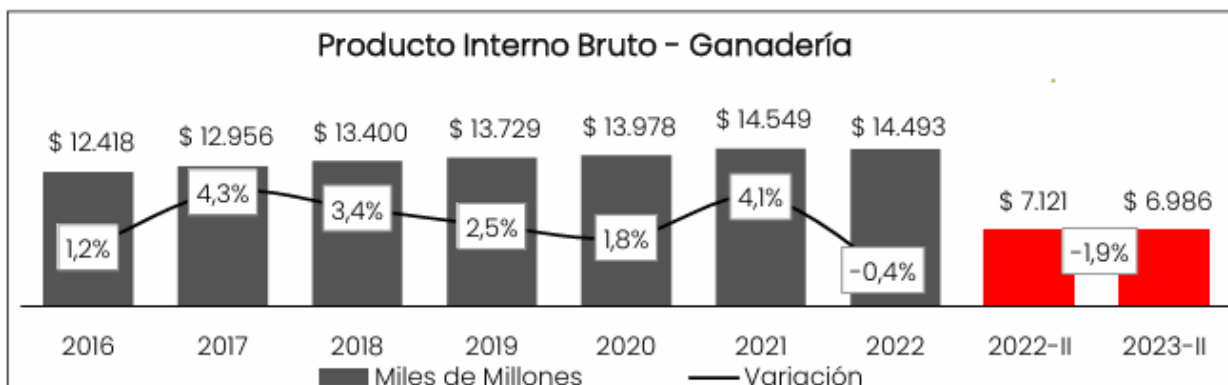


Figura 1. Variación del producto interno bruto en ganadería desde el año 2016 al 2023. Fuente: Cámara de comercio de Bogotá con datos del DANE

En cuanto a los sistemas de producción, si bien predomina la ganadería extensiva con sistemas de pastoreo tradicional, también existen modelos más intensivos, especialmente en las regiones de Córdoba, Antioquia y el Eje Cafetero. Adicionalmente, los departamentos con mayor población ganadera son Antioquia, Córdoba, Casanare, Cesar y Santander, los cuales concentran cerca del 70% del inventario bovino nacional (BBVA research, 2024). Esta concentración geográfica de la actividad ganadera brinda oportunidades para el desarrollo de proyectos innovadores, como la implementación de la inseminación artificial, que pueden mejorar la productividad y competitividad del sector a nivel regional y nacional.

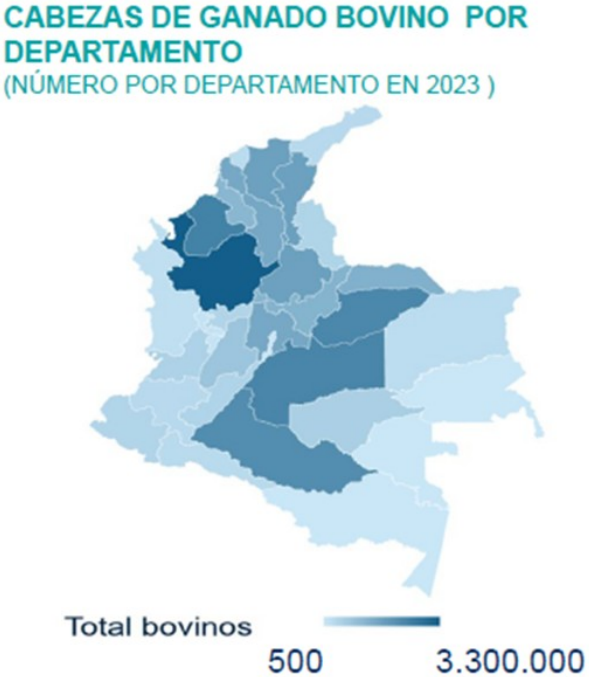


Figura 2. Distribución del inventario ganadero en Colombia para el año 2023. Tomado de BBVA research con datos del DANE

Como veremos a continuación, el sector ganadero en Colombia enfrenta desafíos que demandan una transformación significativa en sus prácticas tradicionales. En este contexto, la adopción de tecnologías avanzadas, como la inseminación artificial, emerge como un factor potencial de cambio que podría redefinir la productividad y sostenibilidad de la industria cárnica en el país.

Este apartado se embarca en un estudio sectorial, con el objetivo primordial de identificar y analizar los múltiples factores que podrían influir en la implementación de la inseminación artificial en una finca ganadera productora de terneros de ceba para carne en Colombia. La relevancia de este análisis radica en su capacidad para proporcionar una base sólida sobre la cual se puedan tomar decisiones informadas y estratégicas en el ámbito de la reproducción bovina.

La ganadería, siendo un pilar fundamental de la economía rural colombiana, se enfrenta a presiones crecientes para mejorar su eficiencia, calidad y sostenibilidad ambiental. La inseminación artificial se presenta como una herramienta prometedora para abordar estos desafíos, ofreciendo la posibilidad de mejorar genéticamente el ganado, aumentar las tasas de preñez y, en última instancia, elevar la calidad de la carne producida. Sin embargo, la adopción de esta tecnología no está exenta de complejidades y requiere una comprensión profunda del entorno en el que se pretende implementar. Para lograr una evaluación sistemática y comprehensiva del macroentorno, se empleará la Matriz de Análisis PESTEL, una herramienta estratégica que permite examinar seis dimensiones críticas: Política, Económica, Social, Tecnológica, Ecológica y Legal.

Este enfoque multidimensional facilitará la identificación de oportunidades latentes y amenazas potenciales que podrían impactar significativamente en el éxito de la implementación de la inseminación artificial en el contexto específico de la ganadería colombiana. A través de este análisis, se busca no solo enumerar los factores relevantes, sino también cuantificar su impacto y clasificarlos estratégicamente, proporcionando así una visión holística del panorama sectorial.

La metodología empleada en este estudio se basa en la recopilación rigurosa de datos provenientes de fuentes autorizadas y confiables, incluyendo entidades gubernamentales como Fedegan (Fedegan, 2019), el Ministerio de Agricultura (Parra Gil, 2023) y el ICA (ICA, 2024); así como instituciones de investigación como AGROSAVIA (AGROSAVIA, 2023) y el IDEAM (IDEAM, 2023) y ProColombia (Proexport, 2024). Adicionalmente, se incorporarán perspectivas globales a través de informes de organismos internacionales como la FAO (FAO et al., 2024), enriqueciendo el análisis con tendencias y comparativas a nivel mundial.

Tabla 4. Matriz de análisis sectorial

Sector/ Factor	Descripción	Impacto (1-5)	Consideración	Oportunidad/ Amenaza
Político				
Políticas de fomento ganadero	El gobierno colombiano ha implementado programas como el "Plan Estratégico de la Ganadería Colombiana 2020-2024" que busca mejorar la productividad y competitividad del sector.	4	Apoyo gubernamental para la modernización del sector ganadero.	Oportunidad
Conflicto armado y seguridad rural	A pesar del acuerdo de paz, persisten desafíos de seguridad en algunas zonas rurales que afectan la ganadería.	3	Riesgo de robo de ganado y dificultades operativas en ciertas regiones.	Amenaza
Acuerdos comerciales internacionales	Colombia ha firmado varios TLC que abren oportunidades para la exportación de carne, pero también aumentan la competencia.	3	Potencial para expandir mercados, necesidad de mejorar calidad.	Oportunidad
Económico				
Fluctuaciones en precios de insumos	Los costos de producción, incluyendo alimentos y medicamentos veterinarios, están sujetos a variaciones.	4	Impacto directo en la rentabilidad del negocio.	Amenaza

Demanda creciente de carne de calidad	Aumento en la demanda de carne de alta calidad, tanto en el mercado interno como para exportación.	5	Oportunidad para mejorar genética y calidad del ganado.	Oportunidad
Volatilidad del tipo de cambio	Las fluctuaciones en la tasa de cambio afectan los costos de importación de semen y equipos.	3	Puede impactar la viabilidad financiera del proyecto.	Amenaza
Social				
Cambios en patrones de consumo	Tendencia creciente hacia el consumo de carne de mejor calidad y con trazabilidad.	4	Alineación con los objetivos de mejora genética.	Oportunidad
Escasez de mano de obra calificada	Dificultad para encontrar personal capacitado en técnicas de inseminación artificial en zonas rurales.	3	Necesidad de programas de capacitación.	Amenaza
Percepción pública de la ganadería	Creciente preocupación por el impacto ambiental y el bienestar animal en la producción ganadera.	3	Presión para adoptar prácticas más sostenibles.	Amenaza/ Oportunidad
Tecnológico				
Avances en biotecnología reproductiva	Mejoras continuas en las técnicas de inseminación artificial y selección genética.	5	Potencial para aumentar significativamente la productividad	Oportunidad
Digitalización del sector agropecuario	Incremento en el uso de tecnologías digitales para gestión y trazabilidad ganadera.	4	Mejora en la eficiencia operativa y calidad del producto	Oportunidad
Acceso limitado a internet en zonas rurales	Infraestructura de comunicaciones deficiente en algunas áreas ganaderas.	3	Puede dificultar la implementación de sistemas de gestión avanzados	Amenaza
Avances recientes en la creación de carne in vitro	Recientemente, en Reino Unido han avanzado en la creación de carne desde células madre en laboratorio, esto aún requiere mucha inversión y tiempo de desarrollo, además, requiere aceptación social para el consumo de este producto.	2	Aún no se contempla que este producto se comercialice fuera de Reino Unido.	Amenaza
Ecológico				
Cambio climático	Aumento de temperaturas y cambios en los patrones de lluvia afectan la producción ganadera.	4	Necesidad de adaptación y resistencia genética.	Amenaza/ Oportunidad
Presión por reducción de emisiones	La ganadería es vista como fuente significativa de emisiones de gases de efecto invernadero.	4	Impulso para adoptar prácticas más eficientes y sostenibles.	Amenaza/ Oportunidad
Degradación de suelos	La ganadería extensiva tradicional ha contribuido a la degradación de suelos en algunas regiones.	3	Oportunidad para implementar sistemas más intensivos y sostenibles.	Oportunidad
Dificultad de encontrar fuentes hídricas	Sin acceso a aguas de forma natural es difícil garantizar una ganadería productiva.	4	De absoluta consideración al momento de buscar un predio para operar.	Amenaza
Legal				

Regulaciones sanitarias	Normativas estrictas del ICA para el manejo de material genético y sanidad animal.	4	Cumplimiento necesario para operación, garantiza calidad	Amenaza/ Oportunidad
Legislación ambiental	Leyes que regulan el uso del suelo y la protección de recursos naturales en la ganadería.	3	Necesidad de adaptar prácticas a normativas ambientales	Amenaza
Normativas de bienestar animal	Tendencia hacia regulaciones más estrictas en el manejo y cuidado del ganado.	3	Puede requerir inversiones adicionales en infraestructura	Amenaza

El análisis PESTEL revela un panorama complejo, pero prometedor para la implementación de inseminación artificial en la ganadería colombiana. En el ámbito político, destaca el apoyo gubernamental a través de programas de fomento, que constituye una oportunidad significativa para la modernización del sector. Sin embargo, la persistencia del conflicto armado en ciertas zonas rurales sigue siendo una amenaza para la seguridad operativa. Económicamente, la creciente demanda de carne de alta calidad, tanto en el mercado interno como para exportación, representa una oportunidad clave que se alinea perfectamente con los beneficios de la inseminación artificial. No obstante, la volatilidad en los precios de insumos y el tipo de cambio plantean desafíos para la rentabilidad.

En el aspecto social, se observa una tendencia favorable hacia el consumo de carne de mejor calidad, aunque la escasez de mano de obra calificada en zonas rurales podría obstaculizar la implementación de nuevas tecnologías. Tecnológicamente, los avances en biotecnología reproductiva ofrecen un potencial significativo para aumentar la productividad, a pesar de las limitaciones en infraestructura digital en algunas áreas.

El factor ecológico presenta tanto retos como oportunidades. El cambio climático y la presión por reducir emisiones impulsan la necesidad de prácticas más eficientes y sostenibles, donde la inseminación artificial puede jugar un papel crucial. Legalmente, si bien las regulaciones sanitarias y ambientales son estrictas, también promueven la calidad y sostenibilidad del sector.

El análisis sectorial realizado revela un panorama complejo pero prometedor para la implementación de inseminación artificial en la ganadería colombiana. El entorno se caracteriza por una combinación de oportunidades significativas y desafíos importantes que requieren una consideración cuidadosa. Las políticas de fomento gubernamental y la creciente demanda de carne de alta calidad crean un marco propicio para la innovación tecnológica en el sector, posicionando la inseminación artificial como una herramienta estratégica para mejorar la competitividad y la calidad genética del ganado.

Esta tecnología no solo ofrece la posibilidad de satisfacer las exigencias del mercado interno y de exportación, sino que también se presenta como una solución potencial para abordar los desafíos relacionados con el cambio climático y la sostenibilidad ambiental, contribuyendo a la adaptación del ganado a condiciones climáticas cambiantes y a la reducción de la huella ambiental de la ganadería. Sin embargo, la implementación exitosa de esta tecnología

enfrentará obstáculos operativos, como la escasez de mano de obra calificada en zonas rurales y las limitaciones en infraestructura digital, lo que subraya la importancia de invertir en programas de capacitación y mejora de la conectividad rural.

Desde una perspectiva económica, la volatilidad en los precios de insumos y las tasas de cambio representan riesgos financieros que deberán ser gestionados cuidadosamente, requiriendo una planificación financiera robusta y estrategias de mitigación de riesgos. Por otro lado, aunque las regulaciones sanitarias y ambientales son estrictas, su cumplimiento puede convertirse en una ventaja competitiva, mejorando la calidad y trazabilidad del producto final. Debe considerarse que, la implementación de la inseminación artificial tiene el potencial de catalizar una transformación más amplia en el sector ganadero colombiano, promoviendo prácticas más eficientes, sostenibles y alineadas con las demandas del mercado global.

8.2. Estudio de mercado

La viabilidad de cualquier emprendimiento, y particularmente en el sector agropecuario, depende en gran medida de una comprensión profunda del mercado al que se dirige. En el presente apartado, se aborda el estudio de mercado para la propuesta de negocio centrada en la producción y comercialización de terneros con genética mejorada, obtenidos mediante la implementación estratégica de inseminación artificial. El objetivo principal de este análisis es definir las características del producto a ofrecer, estimar la demanda potencial en el mercado colombiano, establecer rangos de precios competitivos y justificados por el valor genético superior de los terneros, identificar los canales de comercialización más eficientes para llegar al público objetivo, y analizar el panorama competitivo existente en la producción y venta de ganado joven con genética diferenciada. La información recopilada y analizada en este apartado será fundamental para la posterior evaluación económica y financiera del proyecto, así como para la formulación de estrategias de comercialización efectivas.

8.2.1. Definición del producto

El producto principal de este proyecto son terneros de levante para carne con mejoramiento genético, obtenidos mediante la implementación de un programa de inseminación artificial planificado en un hato de vientres bovinos. Adicionalmente, el portafolio de productos de este proyecto comprende hembras bovinas descartadas, que no lograron preñez tras los intentos de inseminación artificial y son comercializadas para consumo humano con un incremento de peso durante su permanencia en la finca; terneros de levante con mejoramiento genético, que son las crías nacidas de las hembras inseminadas artificialmente, destinadas a la venta y al destete con un valor añadido por su genética superior; y vacas de descarte al final del ciclo productivo, que son las hembras que completaron su segundo ciclo de gestación y lactancia dentro del proyecto, comercializadas al cierre del mismo. Si bien se generan ingresos por la venta de las hembras descartadas y las vacas al final del ciclo, el núcleo del negocio radica en la producción y comercialización de los terneros con genética mejorada.

8.2.2. Demanda de la implementación de inseminación artificial en Colombia

La inseminación artificial (IA) en bovinos en Colombia podría interpretarse como una tecnología de producción aún en desarrollo y penetración en el mercado, de hecho, en Colombia, 20 de cada 100 fincas ganaderas implementan la inseminación artificial para mejorar sus especies genéticamente (MinAgricultura, 2022). Aunque aún no es el estándar para la fecundación de hembras en el territorio nacional, en el cual predomina la obtención de terneros nuevos por monta natural, para esta técnica durante los últimos años se ha estudiado desde la academia en qué condiciones se puede aplicar de la mejor manera en las fincas colombianas. Al realizar una búsqueda en las bases de datos Google Scholar y Scopus, se encuentra que en los últimos años se han realizado numerosas investigaciones que buscan comprobar la factibilidad de realizar inseminación artificial en bovinos en Colombia y de igual forma estimar los beneficios que se obtienen de la misma, tanto en aumento de productividad como en rendimiento del animal al sacrificio (Cadavid Ramírez, 2023) (Silva Quiroz, 2014) (Villarreal & Arbeláez, 2023).

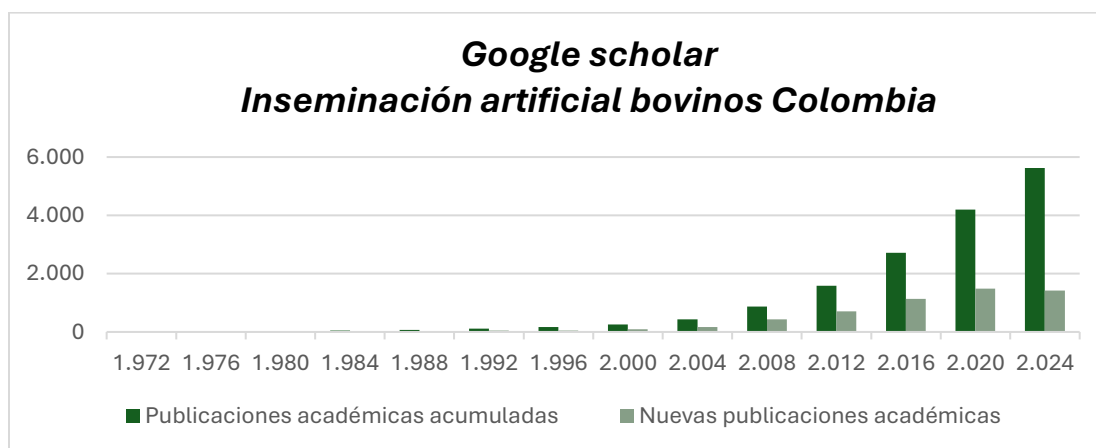


Figura 3. Revisión a publicaciones académicas de Google Scholar sobre inseminación artificial en Colombia. Resultados para "inseminación artificial bovinos Colombia. Fuente: Elaboración propia.

Como se evidencia en la gráfica anterior, hay una creciente publicación de nuevas investigaciones sobre la aplicación de la inseminación artificial en Colombia, podría concluirse incluso que está aún en aumento y que la curva de resultados de investigación seguiría en aumento para años próximos. La metodología de inseminación artificial más investigada e implementada en las publicaciones es la Inseminación artificial a tiempo fijo (IATF), dada su facilidad de aplicación y precisión en resultados obtenidos. En la base de datos Scopus se encontraron 16 publicaciones a nivel internacional relacionadas con la inseminación artificial en Colombia, las cuales a pesar de ser pocas en número, presentan también una tendencia alcista con años anteriores.

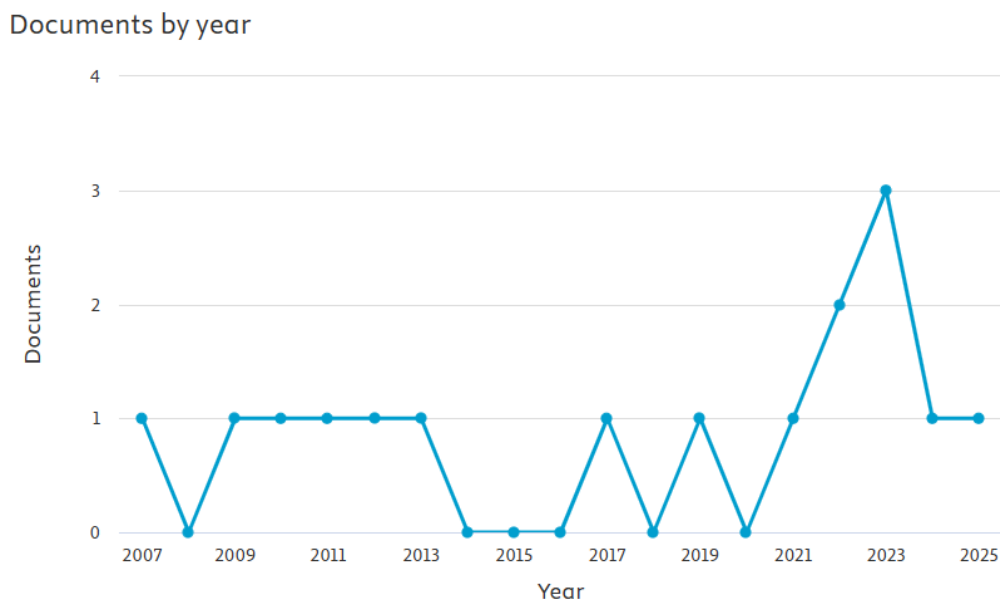


Figura 4. Publicaciones académicas encontradas en Scopus. Resultados para la búsqueda (TITLE-ABS-KEY (artificial AND insemination) AND TITLE-ABS-KEY (cattle) AND TITLE-ABS-KEY (colombia))

Fuente: Elaboración propia.

De los gráficos anteriores, puede concluirse que en años recientes ha aumentado el interés por investigar en Colombia cómo implementar técnicas de inseminación artificial de manera adecuada para las condiciones que se presentan en el país. Esto es clave para realizar un estudio de mercado, ya que se entiende que los avances académicos van de la mano con aquellos productivos en las empresas del país. Al no encontrar datos sobre la implementación directa en campo de técnicas de inseminación artificial, puede estimarse desde lo mencionado anteriormente que existe interés real de los productores pecuarios en aplicar técnicas de mejoramiento genético, que posteriormente se verán reflejados en aumento de la productividad y rentabilidad de un hato bovino.

8.2.3. Datos de consumo de carne bovina en Colombia

Para conocer el estado de la demanda de terneros con potencial genético en Colombia, es importante conocer los datos de consumo interno y externo del país en cuanto a producción de carne bovina, puesto que es fundamental para determinar si es rentable proponer un negocio de bovinos que suplirán esta demanda de carne. Aunque el centro del negocio que se plantea en esta tesis no es aquel de vender ganado gordo para consumo inmediato, sino la venta de ganado flaco con peso promedio de 180 Kg en pie que posteriormente será engordado y vendido por sus compradores en un kilaje y precio diferentes, puede inferirse que, el aumento en la demanda de carne bovina a precio gordo traería como consecuencia un aumento en la demanda de terneros para engorde en las fincas del país.

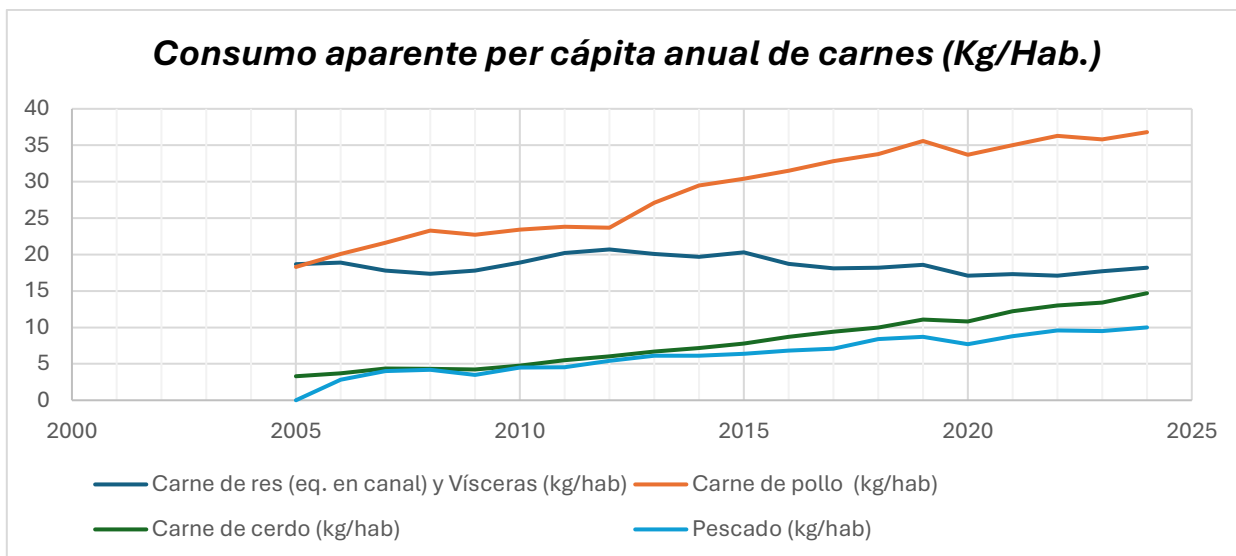


Figura 5. Consumo aparente per cápita anual de carnes en Colombia (Kg/hab.).

Fuente: Tomado de Fedegan con datos del DANE (Fedegan, 2025a).

Puede apreciarse en el gráfico anterior que la proteína de origen animal más consumida en Colombia es el pollo, seguida de la carne de res que presenta un leve decrecimiento en los últimos años. La tercera proteína de origen animal más consumida es el cerdo que, por el contrario, viene presentando un fuerte aumento en su consumo anual. Al comparar los precios de estas tres proteínas, encontramos que aquella de menor precio y variación de este en los últimos años ha sido el pollo y aunque la carne de cerdo ha presentado volatilidad en su precio, sigue siendo una opción más económica con respecto al cerne de res, la cual a pesar de ser históricamente la segunda proteína más consumida en Colombia, ha presentado fuertes alzas en su precio en años anteriores. Este aumento en su precio, acompañado de dinámicas económicas no favorables para los consumidores (afectaciones por pandemia, aumento en desempleo, aumento en índices de precios al consumidor) han hecho que los colombianos opten por consumir más la carne de cerdo y pollo al ser más accesibles.

Como se puede apreciar en la siguiente gráfica, el precio promedio del ganado gordo en pie ha presentado un aumento de casi el doble de su precio en tan solo 5 años, pasando de \$4,000 en 2019 a \$8,000 en 2025. Se concluye que este aumento en el precio hace no accesible la carne de res para las personas y, por lo tanto, es el principal motivo por el cual los consumidores desisten de consumir esta proteína.

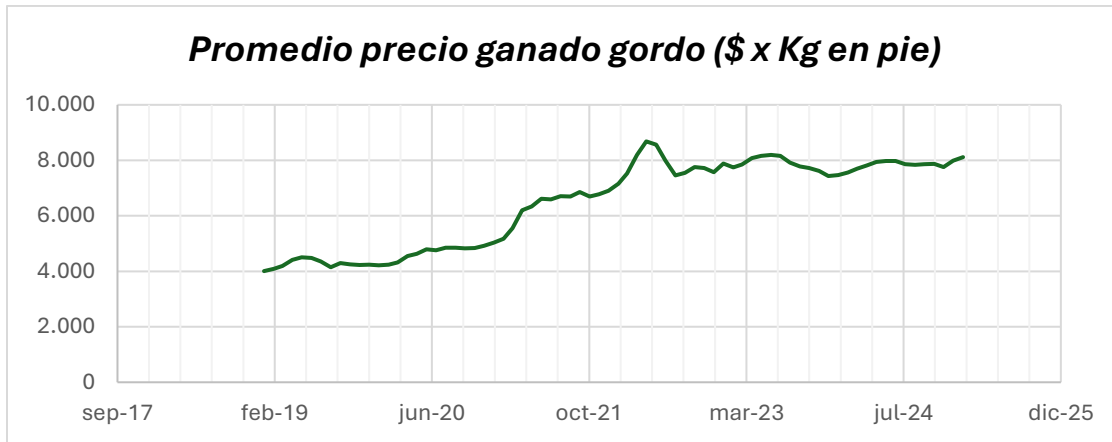


Figura 6. Promedio precio ganado gordo.

Fuente: Fedegan con datos del DANE (Fedegan, 2025)

Al analizar las exportaciones de animales en pío y carne desde Colombia, se obtienen datos no uniformes que no ayudan a estimar si este es un mercado en crecimiento o decrecimiento. Aunque en 2020 y 2022 se obtuvieron cifras históricas en la exportación de ganado a países como Rusia, Chile, Egipto, Emiratos Árabes y el Líbano; en el 2022, debido a políticas del gobierno entrante de Gustavo Petro, disminuyeron las exportaciones de animales en pie y dieron paso a un estancamiento de esta economía pecuaria. A pesar de no lograr estimar si el mercado de exportación de carne bovino va en aumento dados los datos tan fluctuantes encontrados, se destaca que durante 2023 Colombia exportó 300.266 y en 2024 153.632 cabezas de ganado en pie, lo cual representó una disminución de las exportaciones del 42,6% (Contexto ganadero, 2024). La cantidad de animales exportados en 2023 representó el 1% del inventario ganadero del mismo año, que fue de 29.000.000 animales, lo cual se considera un muy bajo margen exportado.

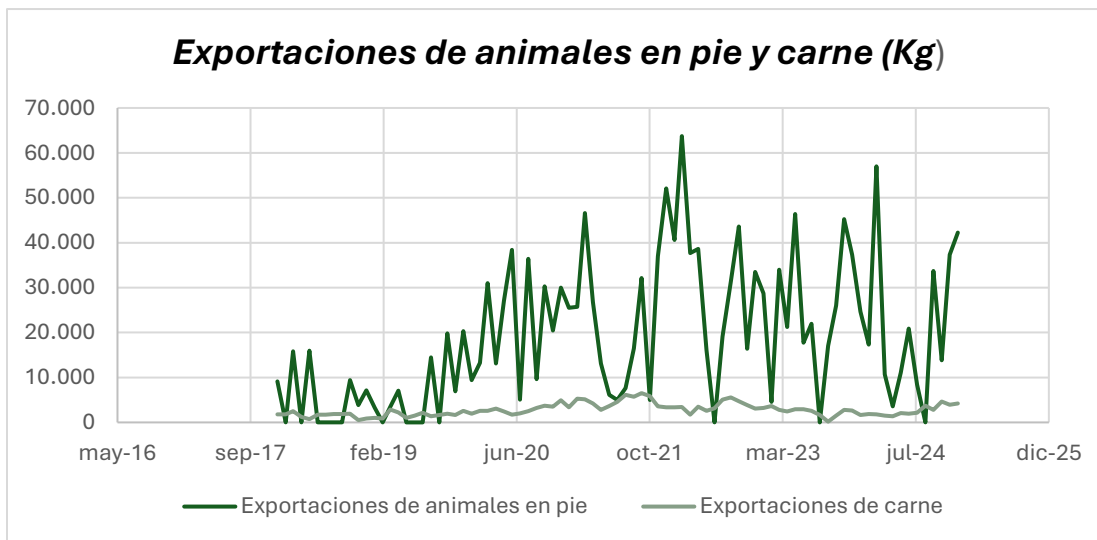


Figura 7. Volumen histórico de exportaciones de ganado en pie y carne de 2016 a 2025.

Fuente: Fedegan con datos del DANE. (Fedegan, 2025b)

8.2.4. Datos de precios en ganado flaco

Como ya se mencionó anteriormente, el negocio planteado consistirá en la venta de terneros de 180 Kg recién destetados y vacas horas vacías, estos animales son caracterizados como ganado flaco de no más de 300 Kg y su precio histórico se ha recopilado por Fedegan en los últimos años como se presenta en la siguiente gráfica.

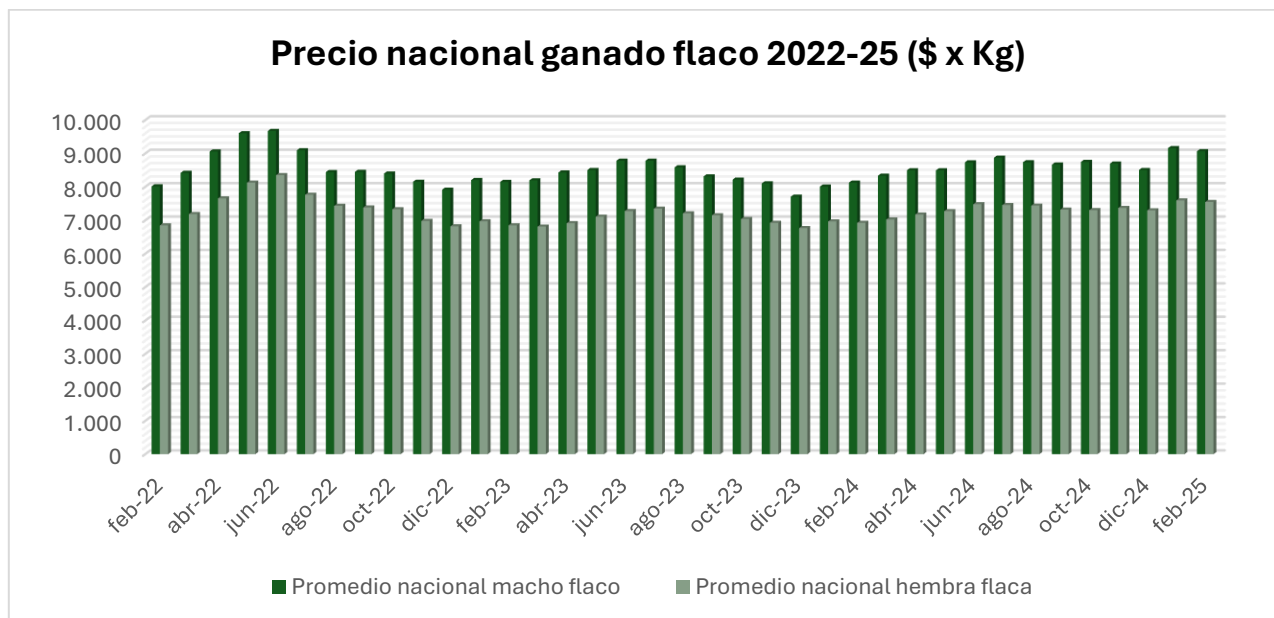


Figura 8. Precio nacional del ganado flaco machos y hembras desde 2022 hasta 2025.

Fuente: Fedegan con datos de DANE (Fedegan, 2024).

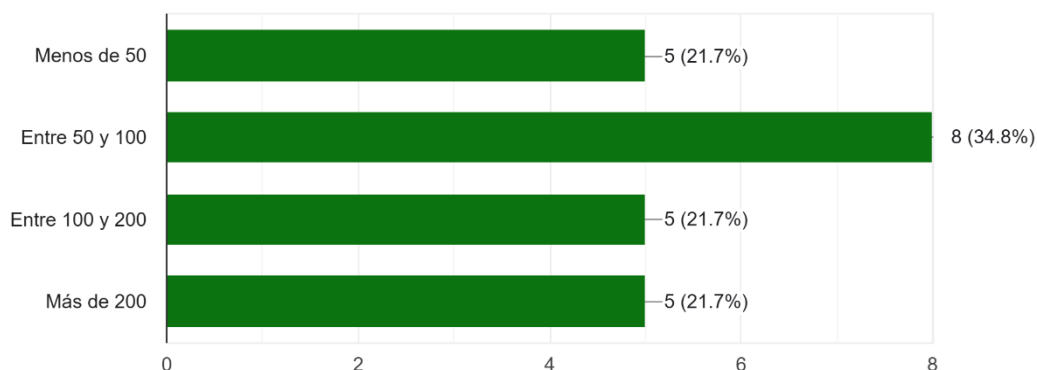
Los precios mostrados en la anterior gráfica son el promedio de las tres regiones ganaderas en Colombia: Caribe, Magdalena medio, Santanderes y Llanos orientales. El precio mínimo de venta por Kg en pie para el macho flaco fue de \$7,705 y su máximo \$9,670, dejando un precio promedio de los últimos tres años de \$8,534; por otro lado, para la hembra flaca su precio mínimo por Kg en pie fue de \$6,764 y su máximo \$8,350, dejando un precio promedio de \$7,253. Debe aclararse que, debido a su menor rendimiento al sacrificio y su capacidad reproductiva, el precio de la hembra difícilmente superará al del macho al momento de su venta. Gracias a estos últimos datos podemos estimar el precio que se puede esperar al momento de vender el ganado flaco en el proyecto, estos datos a continuación serán comparados con los precios obtenidos en las encuestas realizadas para estimar si el precio del ganado obtenido por mejoramiento genético tendrá un precio mayor al promedio vendido en los últimos años en Colombia.

8.2.5. Resultados de las encuestas realizadas

8.2.5.1. Pregunta 1

¿Cuántas cabezas de ganado compra usted anualmente para engorde en su finca?

23 respuestas



La distribución de las respuestas obtenidas revela una notable diversidad en el tamaño de las operaciones de engorde, evidenciando un mercado heterogéneo. Se observa un equilibrio entre aquellos ganaderos con operaciones de escala reducida, que manejan menos de 50 cabezas de ganado, y aquellos con operaciones más extensas, que superan las 100 cabezas. Un segmento significativo, compuesto por 10 de los 23 encuestados, se sitúa en un punto intermedio, adquiriendo entre 50 y 200 cabezas anualmente, lo que señala la existencia de un mercado potencial intermedio de considerable relevancia. Asimismo, la presencia de 5 ganaderos que compran más de 200 cabezas al año, indica la participación de grandes productores con un interés potencial en la genética mejorada.

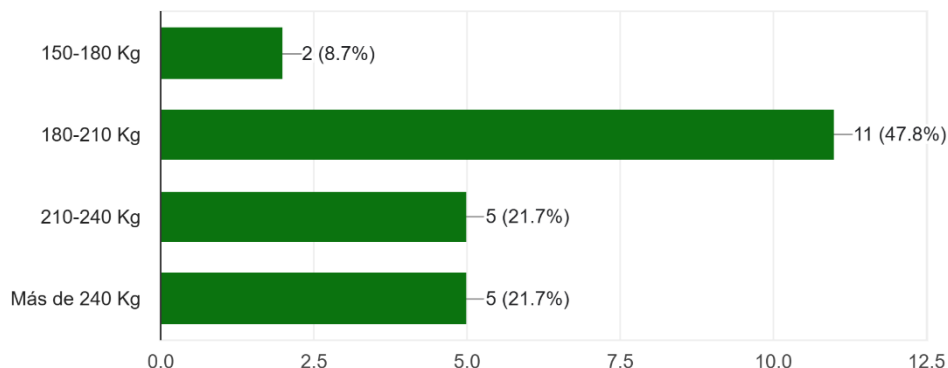
Esta distribución tiene implicaciones directas para la implementación de la inseminación artificial (IA). Los ganaderos con operaciones de mayor envergadura podrían poseer una mayor capacidad de inversión en IA y mostrar un interés más pronunciado en la mejora genética de sus rebaños. Por otro lado, los ganaderos con operaciones más pequeñas podrían beneficiarse de la IA al optimizar la eficiencia y productividad de sus hatos, aunque podrían enfrentar limitaciones presupuestarias. La presencia de ganaderos que adquieren más de 200 cabezas al año sugiere un importante potencial de crecimiento para el mercado de ganado genéticamente mejorado. La compra de terneros obtenidos por IA podría potenciar aún más la productividad y rentabilidad de estos ganaderos. Sin embargo, algunos ganaderos podrían priorizar el aumento de la producción de carne, mientras que otros podrían enfocarse en la producción de leche o la resistencia a enfermedades.

8.2.5.2. Pregunta 2

¿En qué rango de peso (kg) prefiere comprar los bovinos de levante para su proceso de ceba?

Seleccione el rango que más utiliza:

23 respuestas

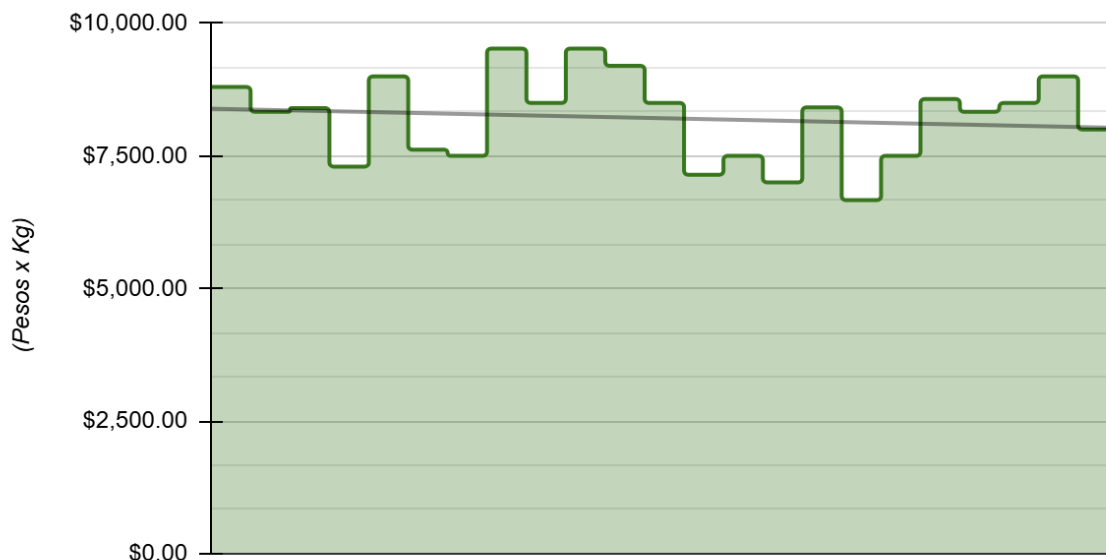


Las respuestas revelan una clara preferencia entre los ganaderos encuestados por la compra de bovinos de levante en el rango de peso de 180 a 210 kg, siendo este el rango más popular y, por ende, un punto de enfoque primordial para los proveedores de ganado de levante. No obstante, se evidencia una diversidad significativa en las preferencias de peso, con ganaderos que optan por rangos que oscilan entre los 150 a 180 kg, 210 a 240 kg y más de 240 kg, lo que sugiere la existencia de un mercado para bovinos de levante en una variedad de pesos y la oportunidad para los proveedores de ofrecer una gama de opciones.

El peso de compra de los bovinos de levante puede estar intrínsecamente ligado a los objetivos de producción de los ganaderos, donde aquellos que prefieren bovinos de mayor peso podrían buscar animales con un potencial de crecimiento y rendimiento de carne superior. La genética juega un papel fundamental en el crecimiento y desarrollo de los bovinos, y la implementación de la inseminación artificial (IA) puede facilitar el acceso a genética de alta calidad que optimice la ganancia de peso y el rendimiento de la carne, influyendo así en las preferencias de peso de compra. Las preferencias de peso de compra también pueden variar según las razas de ganado, las condiciones del mercado y las estrategias de manejo de cada ganadero. En resumen, los datos indican que el rango de peso de 180 a 210 kg es el más popular, pero también existe una demanda considerable en otros rangos de peso, y la IA y la genética pueden contribuir a satisfacer estas preferencias y mejorar la productividad de la ganadería de carne.

8.2.5.3. Pregunta 3

Precio deseable a pagar por un ternero comercial de levante al momento de ingresarlo a finca (\$ x Kg)



El análisis de los datos de precios revela información crucial para la evaluación de la viabilidad económica de la inseminación artificial (IA). El precio promedio reportado de \$8,210 pesos colombianos por ternero de levante (8-12 meses) de raza comercial establece una referencia sólida. La variación en los precios, con un máximo de \$9,523 y un mínimo de \$6,666, indica una diversidad en el mercado, influenciada por factores como la calidad genética, la ubicación geográfica y la oferta y demanda.

Este rango es fundamental para calcular el retorno de la inversión (ROI) de la IA, al comparar el costo de la tecnología con el potencial aumento en el precio de venta de los terneros mejorados genéticamente. Los precios máximos y mínimos ayudan a identificar oportunidades de mercado, donde ganaderos que buscan maximizar ganancias pueden invertir en genética de alta calidad, mientras que aquellos con presupuestos ajustados pueden optar por opciones más accesibles.

Es importante considerar las fluctuaciones del mercado y realizar un seguimiento continuo de los precios. La comparación entre los precios de venta de ganado flaco y los precios de compra de terneros de levante es crucial para evaluar la rentabilidad del mejoramiento genético. Los precios promedio de los últimos tres años para el macho flaco (\$8,534/kg) y la hembra flaca (\$7,253/kg) establecen una línea base. La diferencia de precios entre sexos subraya la importancia de considerar este factor en las proyecciones. El precio promedio de compra de terneros de levante (\$8,210) se sitúa dentro del rango de precios de venta de ganado flaco. Esto indica que el mercado actual valora los terneros de levante a un precio similar al del ganado flaco. El objetivo del mejoramiento genético es aumentar el valor de los animales, lo que se traduciría en precios de venta superiores a los promedios actuales. La IA tiene el potencial de generar animales con mayor rendimiento de carne, mejor conformación y mayor eficiencia de conversión alimenticia, justificando precios de venta superiores. Es fundamental calcular el

ROI de la IA, considerando el costo del semen, los honorarios del técnico, la tasa de concepción y el tiempo necesario para alcanzar el peso de venta.

La demanda de ganado de alta calidad está influenciada por factores como los precios de la carne, las preferencias de los consumidores y las condiciones económicas. Los datos de precios presentados proporcionan una base sólida para evaluar la viabilidad económica del mejoramiento genético mediante IA. La IA tiene el potencial de generar valor agregado al producir animales de mayor calidad, lo que puede traducirse en precios de venta superiores y una mayor rentabilidad para los ganaderos.

8.2.5.4. Pregunta 4

Análisis de sensibilidad al precio Van Westendorp

La pregunta #4 fue realizada en cuatro segmentos, con la intención de realizar un análisis de los datos recopilados sobre la sensibilidad y preferencias a los precios por parte de los compradores de terneros de levante. Se revela una dinámica de mercado caracterizada por una notable sensibilidad al precio, donde los compradores establecen límites claros para sus decisiones de compra. La percepción de valor juega un papel fundamental, ya que los precios influyen directamente en la confianza y la disposición a comprar. Un precio demasiado bajo genera sospechas sobre la calidad genética, mientras que un precio justo o ligeramente inferior al promedio se percibe como una oportunidad favorable.

Teniendo en cuenta la pregunta anterior: Considerando un ternero de levante (8-12 meses) mejorado genéticamente mediante inseminación artificial: ¿A qué precio consideraría que el ternero es tan barato que dudaría de su calidad genética? (Demasiado barato) Respuesta abierta en pesos colombianos

El precio promedio que genera desconfianza en la calidad genética de un ternero de levante mejorado mediante inseminación artificial (IA) es de \$7,152 pesos colombianos. Este precio promedio, inferior al precio promedio de compra de terneros de levante sin mejora genética (\$8,210), indica que los compradores asocian precios por debajo de este umbral con una menor calidad genética. El rango de precios, que oscila entre \$4,166 y \$8,571, muestra una variabilidad significativa en la percepción de los compradores. El precio mínimo de \$4,166 indica una alta sensibilidad al precio por parte de algunos compradores, mientras que el precio máximo de \$8,571 sugiere que incluso precios cercanos al promedio de compra pueden generar dudas.

La confianza en el proveedor y la transparencia en la información sobre el origen y la calidad genética de los terneros son esenciales para generar confianza en los compradores. En resumen, los datos indican que los compradores son sensibles al precio y que un precio demasiado bajo puede generar dudas sobre la calidad genética de los terneros mejorados mediante IA. Los ganaderos deben adoptar estrategias de precios y comunicación que generen confianza y justifiquen el valor de sus animales, sin olvidar que el precio promedio de venta de ganado flaco macho es de \$8,534 pesos por kilo, y que, si se vende un ternero mejorado genéticamente, muy por debajo de este precio, puede generar desconfianza.

¿A qué precio consideraría que el ternero es barato y representa una buena compra? (Barato) Respuesta abierta en pesos colombianos

Los compradores consideran que un precio promedio de \$8,025 pesos colombianos representan una "buena compra" para un ternero de levante. Este precio promedio se sitúa muy cerca del precio promedio que los ganaderos pagan por un ternero de levante, que es de \$8,210 pesos, lo cual es lógico ya que un precio ligeramente inferior representa una oportunidad atractiva. El rango de precios, que oscila entre \$7,000 y \$10,000, muestra una variabilidad en la percepción de los compradores. El precio mínimo de \$7,000 indica que algunos compradores consideran este precio como una ganga, mientras que el precio máximo de \$10,000 sugiere que algunos compradores que buscan genética mejorada, consideran que pagar hasta este precio es una buena inversión.

El precio promedio de "buena compra" proporciona una referencia valiosa para los ganaderos que buscan vender terneros mejorados genéticamente a precios competitivos. Los ganaderos pueden utilizar esta información para establecer precios que atraigan a los compradores sin comprometer su rentabilidad. Los compradores están dispuestos a pagar un precio justo por terneros de calidad, y el mejoramiento genético puede aumentar el valor percibido de los terneros, permitiendo a los ganaderos obtener precios más altos. Los ganaderos pueden destacar los beneficios del mejoramiento genético al promocionar sus terneros y ofrecer información detallada sobre su genética y potencial de rendimiento para justificar el precio de venta. Es importante considerar las fluctuaciones del mercado y la calidad del ganado, ya que ambos factores influyen en el precio de venta. Los ganaderos que producen terneros de alta calidad pueden obtener precios más altos.

¿A qué precio consideraría que el ternero empieza a ser caro, pero aun así lo compraría? (Caro) Respuesta abierta en pesos colombianos

Para esta pregunta, los compradores consideran que un precio promedio de \$9,813 pesos colombianos marcan el límite superior de lo que están dispuestos a pagar por un ternero de levante, considerándolo "caro", pero aún aceptable. Este precio promedio supera el precio promedio de "buena compra" (\$8,025) y el precio promedio de compra de terneros de levante sin mejora genética (\$8,210), lo que indica que los compradores están dispuestos a pagar una prima por terneros que consideran de alta calidad, aunque reconozcan que el precio es elevado. El rango de precios, que oscila entre \$7,500 y \$12,500, muestra una variabilidad en la percepción de los compradores.

El precio mínimo de \$7,500 indica que algunos compradores aún considerarían este precio como aceptable, aunque lo perciban como caro. El precio máximo de \$12,500 sugiere que algunos compradores que buscan genética excepcional están dispuestos a pagar precios significativamente más altos. Este precio promedio de "caro" pero aceptable proporciona un punto de referencia crucial para los ganaderos que buscan maximizar sus ganancias sin alienar a los compradores. Es importante considerar que los compradores pueden estar dispuestos a pagar precios más altos por terneros con características genéticas excepcionales, como mayor rendimiento de carne, mejor conformación o mayor eficiencia de conversión alimenticia. Al momento de ofrecer terneros para la venta se pueden destacar estas

características al promocionar y ofrecer información detallada sobre su genética y potencial de rendimiento para justificar el precio de venta.

¿A qué precio consideraría que el ternero es tan caro que no lo compraría? (Demasiado caro) Respuesta abierta en pesos colombianos

El precio promedio de \$11,151 pesos colombianos marcan el límite superior absoluto de lo que están dispuestos a pagar por un ternero de levante, considerándolo "demasiado caro" y, por lo tanto, fuera de su alcance. Este precio promedio supera significativamente el precio promedio de "caro" pero aceptable (\$9,813), el precio promedio de "buena compra" (\$8,025) y el precio promedio de compra de terneros de levante sin mejora genética (\$8,210), lo que indica que los compradores establecen un umbral claro más allá del cual consideran que el precio es prohibitivo.

El rango de precios, que oscila entre \$8,000 y \$20,833, muestra una variabilidad considerable en la percepción de los compradores. El precio mínimo de \$8,000 indica que algunos compradores son extremadamente sensibles al precio y consideran que cualquier precio por encima de este umbral es excesivo. El precio máximo de \$20,833 sugiere que algunos compradores, incluso aquellos que buscan genética excepcional, tienen un límite máximo de gasto. Este precio promedio de "demasiado caro" proporciona un punto de referencia crucial para los ganaderos que buscan maximizar sus ganancias sin alienar a los compradores. Para la venta de terneros se debe evitar establecer precios por encima de este umbral, ya que corren el riesgo de perder ventas potenciales.

Es importante considerar que los compradores pueden estar dispuestos a pagar precios más altos por terneros con características genéticas excepcionales, pero incluso en estos casos, existe un límite superior que los compradores no están dispuestos a superar.

Aunque los compradores están dispuestos a pagar una prima por terneros mejorados genéticamente, esta prima tiene límites definidos. Se ha identificado un rango de precios aceptable, con un promedio de "buena compra" de \$8,025 pesos colombianos y un promedio de "caro" pero aún aceptable de \$9,813 pesos colombianos. Los precios que superan los \$11,151 pesos colombianos se consideran prohibitivos.

Realizando un análisis con la metodología gráfica Van Westendorp para los precios de terneros destetos, se revela información clave sobre la percepción del valor por parte de los entrevistados. El Precio Óptimo se encuentra alrededor de \$ 8,814, ya que en este punto se cruzan las curvas de "Caro pero aceptable" y la inversa de "Buena compra", lo que indica el equilibrio entre asequibilidad y percepción de calidad. Al comparar este precio óptimo con el valor medio de \$8,200 obtenido en la pregunta #3, se descubre que los clientes estarían dispuestos a pagar un valor extra de \$600 por terneros que considerarían de calidad genética, resultado del proceso de inseminación artificial.

Se establece también que el rango aceptable de precios se sitúa entre \$8,000 y \$12,000. Dentro de este intervalo, los compradores consideran que el precio es razonable, sin generar dudas sobre la calidad ni parecer excesivo. Si el precio baja de \$8,000, existe el riesgo de que

los compradores perciban una menor calidad en los terneros, lo que podría afectar la demanda. Por otro lado, precios superiores a \$12,000 son considerados demasiado altos y podrían reducir significativamente el interés de los compradores, salvo en mercados de nicho con genética superior o certificaciones especiales.

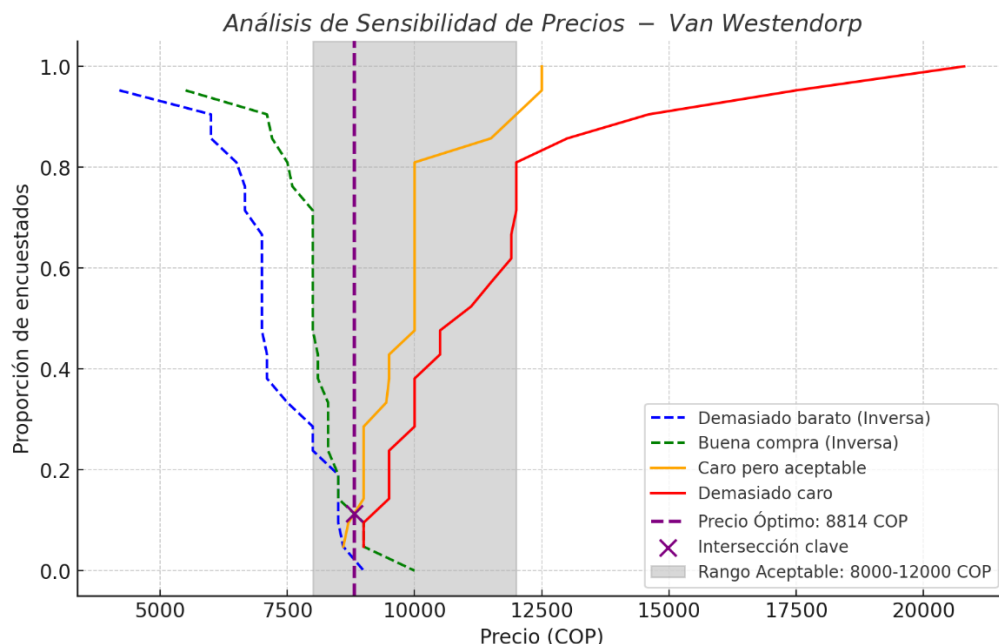


Figura 9. Gráfico Van Westendorp de sensibilidad de precios.

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con lo anterior, para la fijación de precios se buscaría establecer un valor base cercano a los \$9,000 y ajustarlo según las condiciones del mercado y la calidad de los animales. Un precio menor de \$9,000 puede usarse como estrategia de negociación o liquidación de inventario, mientras que precios superiores a \$10,000 pueden justificarse con valores agregados como certificaciones sanitarias o mejoramiento genético.

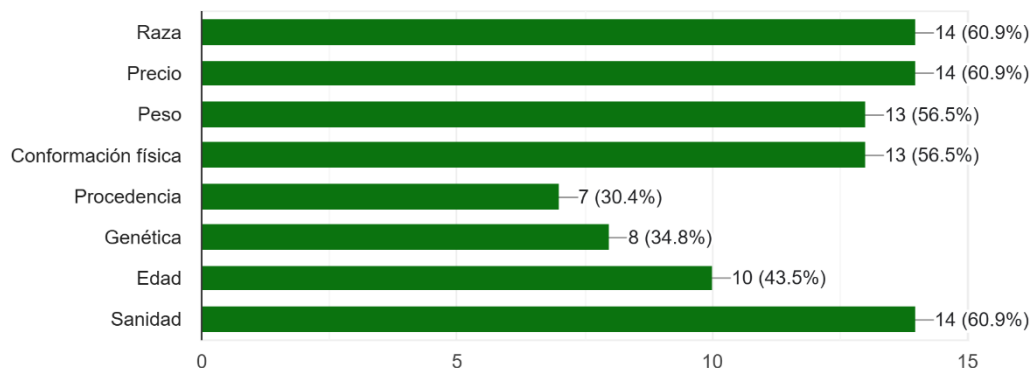
La comunicación efectiva de los beneficios del mejoramiento genético es esencial para justificar precios más altos. Los ganaderos deben destacar las características genéticas superiores de sus terneros y su potencial de rendimiento. Además, es crucial considerar las fluctuaciones del mercado y la calidad del ganado, ya que ambos factores influyen en el precio de venta. La confianza en el proveedor y la transparencia en la información sobre el origen y la calidad genética de los terneros son elementos clave para generar confianza en los compradores.

8.2.5.5. Pregunta 5.

¿Cuáles son los principales factores que considera al momento de comprar terneros para engorde?

Opciones:

23 respuestas



El análisis revela que los ganaderos consideran una variedad de factores al comprar terneros para engorde, siendo la raza, el precio y la sanidad los más importantes, todos con un 60.9% de menciones. Esto indica que la calidad genética, la viabilidad económica y la salud del animal son cruciales.

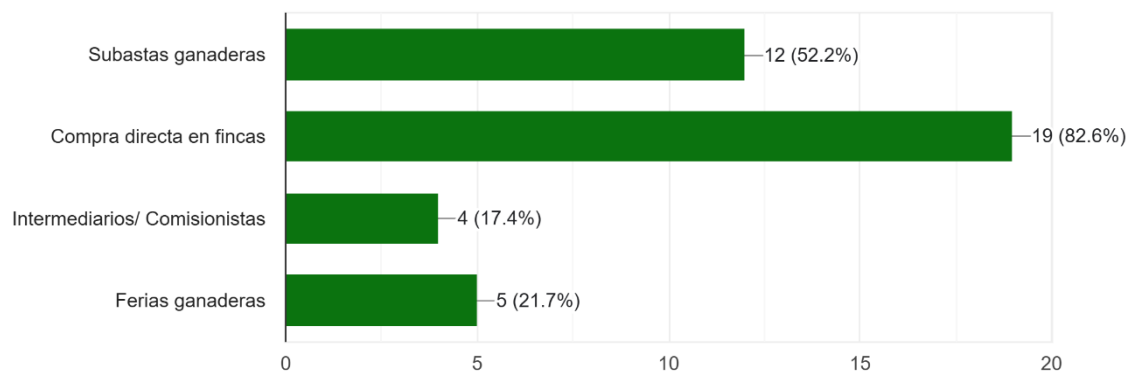
La conformación física y el peso también son altamente relevantes, con un 56.5% de menciones, lo que refleja la importancia de las características físicas para el rendimiento del engorde. La edad del ternero es un factor considerado por el 43.5% de los ganaderos, lo que sugiere que el rango de edad óptimo para el engorde es un factor importante. La genética del animal, con un 34.8% de menciones, es un factor relevante, pero no tan determinante como la raza. Esto puede indicar que, aunque la genética es importante, la raza proporciona una indicación más general de las características deseadas. La procedencia del ganado es el factor menos relevante, con un 30.4% de menciones.

La alta importancia de la raza, la conformación física y el peso subraya el potencial del mejoramiento genético para aumentar el valor de los terneros. La sanidad es un factor clave, lo que indica que los programas de mejoramiento genético que también se centran en la resistencia a enfermedades pueden ser particularmente valiosos. El precio es un factor totalmente decisivo, por lo cual todo ganadero, mirará muy bien el precio de los terneros, y si estos se ajustan a su presupuesto. Es importante tener en cuenta que estos factores están interrelacionados. Por ejemplo, la raza y la genética influyen en la conformación física y el peso. La sanidad influye directamente en el peso y en las ganancias del ganadero. Las preferencias de los ganaderos pueden variar según la región y las condiciones locales.

8.2.5.6. Pregunta 6.

¿A través de qué canales suele adquirir el ganado para su finca? Opciones:

23 respuestas



La compra directa en fincas es el canal de adquisición de ganado más utilizado por los ganaderos encuestados, con un 82.6% de menciones, lo que indica una preferencia marcada por la interacción directa con otros productores. Las subastas ganaderas también son un canal relevante, utilizado por el 52.2% de los ganaderos, ofreciendo la ventaja de la concentración de oferta y la posibilidad de comparar precios y calidades de manera eficiente. Las ferias ganaderas, con un 21.7% de menciones, representan un canal menos utilizado, pero aún significativo, importante para establecer contactos, conocer nuevas genéticas y evaluar tendencias del mercado.

Los intermediarios o comisionistas son el canal menos utilizado, con solo un 17.4% de menciones, lo que sugiere que los ganaderos prefieren evitar la intermediación, posiblemente debido a los costos adicionales y la menor transparencia en la información sobre el ganado. La compra directa en fincas ofrece una oportunidad para que los ganaderos que implementan IA vendan sus terneros mejorados genéticamente directamente a otros productores, permitiendo destacar los beneficios de la genética mejorada y establecer relaciones de confianza.

Los terneros mejorados genéticamente pueden obtener precios más altos en las subastas si se destacan sus características superiores, y la certificación de la calidad genética puede ser un factor diferenciador importante. Las ferias son una plataforma ideal para promocionar los beneficios de la IA y exhibir terneros mejorados genéticamente, aumentando la visibilidad de los ganaderos que implementan IA y generando contactos con potenciales compradores. La preferencia por los canales de adquisición puede variar según la región y las condiciones locales, el tamaño de la finca y las relaciones personales.

8.2.5.7. Pregunta 7.

¿Conoce proveedores de terneros producto de inseminación artificial en su región? Si/No, ¿podría mencionar algunos?

23 respuestas

No
Si
Si, San Juan de Bedouth
Noooo
Ganadería la vitoriana, Jaime maroso.
si, jesus maria gomez, sociedad cafetera
Si
Sugaberrio

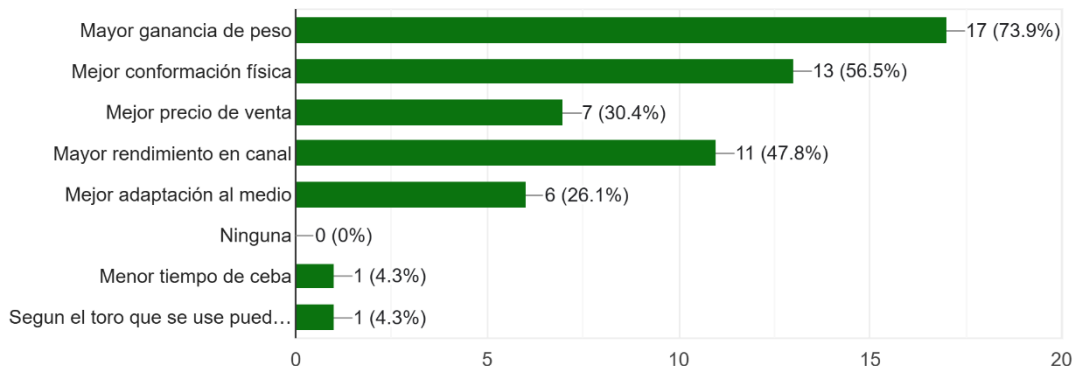
Una parte significativa de los encuestados indica no conocer proveedores de terneros producto de IA en su región, lo que sugiere que la tecnología de IA aún no está ampliamente difundida o que los proveedores no son suficientemente visibles. Sin embargo, algunos ganaderos mencionan proveedores específicos, como "San Juan de Bedouth", "Ganadería la vitoriana, Jaime Maroso.", "Jesús María Gómez, sociedad cafetera" y "Sugaberrio", lo que indica que existen proveedores de terneros producto de IA en la región, aunque su reconocimiento no sea generalizado. La presencia de respuestas como "Noooo" y "Si", sin especificación de proveedores, sugieren una variabilidad en el conocimiento y la familiaridad con la IA entre los ganaderos. La falta de conocimiento generalizado sobre los proveedores de terneros producto de IA destaca la necesidad de una mayor difusión de esta tecnología entre los ganaderos.

Se podrían implementar estrategias de marketing y comunicación para aumentar la visibilidad de los proveedores y educar a los ganaderos sobre los beneficios de la IA. La identificación de proveedores específicos indica que existe un mercado para los terneros producto de IA en la región, lo que representa una oportunidad para que nuevos proveedores ingresen al mercado y satisfagan la demanda de genética mejorada. La mención de proveedores específicos sugiere que la confianza y la reputación son factores importantes en la elección de proveedores de terneros producto de IA. El conocimiento de los proveedores de terneros producto de IA puede variar según la región y las condiciones locales, el tamaño de la finca y las relaciones personales.

8.2.5.8. Pregunta 8.

En su experiencia, ¿qué ventajas principales ha observado en el ganado mejorado genéticamente mediante inseminación artificial? Opciones (puede seleccionar varios):

23 respuestas



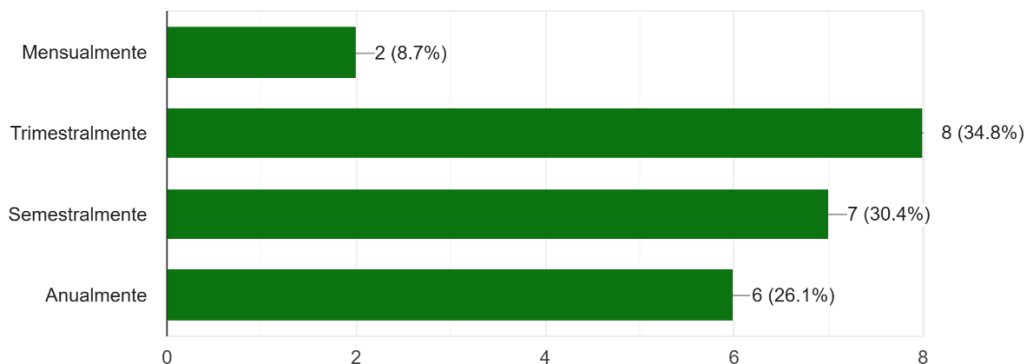
La ventaja más destacada es la mayor ganancia de peso, con un 73.9% de menciones, lo que indica que los ganaderos valoran el potencial de crecimiento mejorado de los animales. La mejor conformación física también es una ventaja importante, con un 56.5% de menciones, lo que refleja la importancia de las características físicas para el rendimiento del engorde y la calidad de la carne. El mayor rendimiento en canal, con un 47.8% de menciones, también es una ventaja relevante, lo que indica que los ganaderos valoran el mayor porcentaje de carne aprovechable en el animal. El mejor precio de venta, con un 30.4% de menciones, es una ventaja reconocida, aunque no tan destacada como las anteriores. La mejor adaptación al medio, con un 26.1% de menciones, es una ventaja menos relevante, pero aún considerada por algunos ganaderos.

Las ventajas menos mencionadas son el menor tiempo de ceba y la variabilidad según el toro utilizado, ambas con un 4.3% de menciones. Es importante destacar que ningún ganadero mencionó no haber observado ninguna ventaja en el ganado mejorado genéticamente mediante IA. La mayor ganancia de peso, la mejor conformación física y el mayor rendimiento en canal son las ventajas más destacadas, lo que indica que los ganaderos valoran el potencial de crecimiento mejorado, las características físicas superiores y el mayor porcentaje de carne aprovechable en los animales mejorados genéticamente mediante IA.

8.2.5.9. Pregunta 9.

¿Con qué frecuencia compra ganado para su finca? Opciones:

23 respuestas



El análisis de la frecuencia de compra de ganado revela una distribución variada entre los ganaderos encuestados. La frecuencia trimestral es la más común, con un 34.8% de menciones, lo que indica que una proporción significativa de ganaderos realiza compras de ganado cada tres meses. Le sigue la frecuencia semestral, con un 30.4% de menciones, lo que sugiere que otra parte importante de los ganaderos realiza compras de ganado cada seis meses. La frecuencia anual es la tercera más común, con un 26.1% de menciones, lo que indica que algunos ganaderos realizan compras de ganado una vez al año. La frecuencia mensual es la menos común, con solo un 8.7% de menciones, lo que sugiere que solo una pequeña proporción de ganaderos realiza compras de ganado todos los meses.

La predominancia de las compras trimestrales y semestrales sugiere que los ganaderos tienden a realizar compras de ganado de manera planificada, posiblemente en función de las necesidades de reposición de sus hatos y las condiciones del mercado. La menor frecuencia de compras mensuales puede indicar que la compra de ganado es una inversión importante que se realiza de manera menos frecuente. La variabilidad en la frecuencia de compra puede estar influenciada por factores como el tamaño de la finca, el tipo de producción ganadera y las condiciones del mercado.

8.2.5.10. Pregunta 10.

¿Qué características específicas busca en los terneros que compra para engorde?

Esta pregunta se dejó abierta para que el entrevistado respondiera según sus preferencias y sin buscar ofrecerle opciones que alteraran su juicio. La buena conformación física en general es una característica muy valorada, lo que indica que los ganaderos buscan animales con una estructura ósea y muscular adecuada para el engorde. Características específicas como "ancas", "fenotipo largo amplio en costilla y pata gruesa" y "buena confirmación" también son mencionadas, lo que sugiere que los ganaderos prestan atención a detalles específicos de la conformación. La sanidad es un factor crucial, lo que indica que los ganaderos buscan animales sanos y libres de enfermedades.

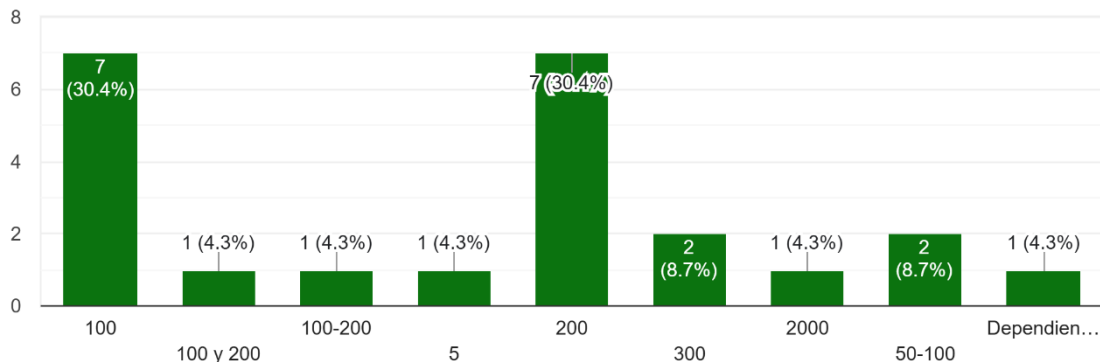
La mención de "que estén jóvenes" indica que los ganaderos prefieren terneros en un rango de edad óptimo para el engorde. La "ganancia diaria de gr" y el "rendimiento" son características importantes, lo que indica que los ganaderos buscan animales con un buen potencial de crecimiento y conversión alimenticia. La "masa muscular" es una característica valorada, lo que refleja la importancia de la calidad de la carne. La "precocidad" y el "crecimiento rápido" son características deseables, lo que indica que los ganaderos buscan animales que alcancen el peso de venta en el menor tiempo posible.

La "raza acorde a la región" es un factor importante, lo que indica que los ganaderos adaptan sus preferencias a las condiciones locales. La "genética" y la "conformidad" son características mencionadas, lo que refleja la importancia de la calidad genética del animal. La "relación calidad precio" y la "calidad y precio" son factores determinantes, lo que indica que los ganaderos buscan animales que ofrezcan un buen equilibrio entre calidad y precio. La "mansedumbre", la "procedencia", la "homogeneidad del lote" y el color ("blancos") son características adicionales que algunos ganaderos consideran importantes.

8.2.5.11. Pregunta 11.

Si tuviera acceso a un proveedor constante de terneros mejorados genéticamente mediante inseminación artificial, ¿cuántas cabezas de gana... comprar anualmente? por favor indique un número

23 respuestas



El análisis de las respuestas revela una clara disposición por parte de los ganaderos a adquirir terneros mejorados genéticamente mediante inseminación artificial (IA), siempre y cuando tengan acceso a un proveedor constante. La distribución de las respuestas muestra una preferencia marcada por la compra de 100 y 200 cabezas de ganado anualmente, con un 30.4% de menciones cada una. Esto indica que existe un mercado potencial significativo para proveedores de terneros mejorados genéticamente que puedan ofrecer un suministro constante y confiable.

La variabilidad en las respuestas, que incluyen opciones como 5, 50-100, 300, 2,000 y "Dependiendo...", sugiere que la cantidad de terneros que los ganaderos están dispuestos a comprar, depende de diversos factores, tales como el tamaño de la finca, la capacidad de producción, las condiciones del mercado y la confianza en el proveedor. Sin embargo, la

concentración de respuestas en 100 y 200 cabezas indica que existe un segmento de mercado importante que busca adquirir cantidades significativas de terneros mejorados genéticamente.

8.2.6. Canal de comercialización de los bovinos

A partir de las respuestas a las preguntas anteriores, se establece que la mejor estrategia de comercialización para los terneros con genética mejorada y de las vacas de descarte producidos en este proyecto, se centrará en las subastas ganaderas. Si bien la venta directa en finca representa una alternativa que elimina los costos asociados al transporte y las comisiones de los intermediarios, y teóricamente podría ofrecer una negociación más directa, se considera que las subastas constituyen el canal más favorable para maximizar el retorno económico de los terneros con valor genético diferenciado. Las subastas ganaderas, por su naturaleza competitiva y la concurrencia de múltiples compradores interesados en adquirir animales con características genéticas superiores, tienen el potencial de alcanzar precios significativamente más altos en comparación con las transacciones directas en finca, donde el poder de negociación puede ser más limitado. Aunque la participación en subastas implica incurrir en gastos de transporte del ganado hasta el recinto y el pago de una comisión sobre la venta, la transparencia del proceso y la garantía de pago que suelen ofrecer estas plataformas mitigan los riesgos asociados a la incertidumbre del pago en ventas directas. Por lo tanto, se priorizará la comercialización a través de subastas para capitalizar el valor genético de los terneros producidos, asumiendo los costos inherentes a este canal como una inversión necesaria para lograr una mayor rentabilidad.

8.2.7. Competencia en el mercado

Tomando como referencia las respuestas obtenidas anteriormente, la competencia para este proyecto presenta un panorama particular. Si bien la bibliografía consultada no arroja datos específicos sobre la comercialización de terneros con mejoramiento genético como producto diferenciado, es fundamental reconocer la dinámica del mercado de ganado bovino en Colombia, donde la carne se considera un “*commodity*” susceptible a las fluctuaciones de oferta y demanda. A pesar de estas variaciones inherentes al mercado, como se presentó anteriormente, los datos históricos recientes señalan una estabilidad en la demanda de carne bovina a nivel nacional y una tendencia de precios relativamente constante para machos y hembras flacos, lo que sugiere un mercado consumidor robusto y continuo.

En este contexto, la estrategia competitiva de este proyecto no se centrará en competir directamente con productores masivos de ganado comercial de menor calidad, sino en establecer una diferenciación basada en el valor genético superior de los terneros producidos mediante la inseminación artificial. La ausencia de información bibliográfica específica sobre la comercialización de terneros genéticamente mejorados podría interpretarse como una oportunidad para posicionarse como pioneros en un nicho de mercado con potencial de crecimiento.

La competencia, por lo tanto, se manifestará en la capacidad de implementar la inseminación artificial de manera óptima, seleccionando semen de la más alta calidad genética disponible en el mercado. El objetivo primordial será obtener terneros que exhiban características

productivas superiores, justificando así precios de venta más elevados en las subastas ganaderas. Estos terneros, al poseer un valor genético intrínseco, competirán indirectamente con la oferta general de terneros de menor calidad, atrayendo a compradores que buscan animales con mayor potencial de desarrollo y rendimiento futuro. La clave del éxito competitivo residirá en la demostración tangible de la superioridad genética de los terneros producidos, lo que permitirá alcanzar precios premium en el mercado y establecer una ventaja sostenible a lo largo del horizonte del proyecto.

8.2.8. Proyección de precios del estudio de mercado.

El análisis de precios realizado en este estudio de mercado revela que el precio es un factor crucial en la comercialización de terneros de levante con mejoramiento genético. Como resultado del análisis del precio con la metodología Van Westendorp, se obtiene que el precio óptimo para los terneros se sitúa alrededor de \$8,814 COP. Este valor representa el punto de equilibrio donde los compradores perciben una buena relación entre calidad y precio, considerándolo una "buena compra", sin que parezca "demasiado caro". Al comparar este precio óptimo con el precio promedio de \$8,200 obtenido de los datos de mercado para ganado flaco, se evidencia que los clientes están dispuestos a pagar un valor adicional de aproximadamente \$600 por terneros que perciben como genéticamente superiores, debido al proceso de inseminación artificial.

Como conclusión a estos resultados se propone establecer un precio base para la proyección de ventas de los terneros de \$9,000 COP, sin establecer una diferenciación de precios entre terneros machos y hembras. Esta decisión se fundamenta en la adopción de un precio promedio de venta, que refleja las preferencias generales del mercado. Se asume que la alta calidad genética de los terneros, resultado del programa de inseminación artificial, los convertirá en animales altamente deseables para los compradores, independientemente de su género. Por lo tanto, se espera que el mercado reconozca y valore esta calidad genética superior. Es importante destacar que el precio base de \$9,000 COP se considera un punto de partida, y se contempla la posibilidad de ajustar este precio al alza si, al momento de la venta, los terneros exhiben una calidad genética excepcional y son particularmente apreciados por los compradores, lo que permitiría capturar un mayor valor en el mercado. Este precio base se ajustaría también según las condiciones del mercado, como las fluctuaciones en la oferta y la demanda, y las características específicas de cada lote de animales.

Precios menores a \$9,000 COP podrían utilizarse como estrategia de negociación o para liquidar inventario, mientras que precios superiores a \$10,000 COP se justificarían al ofrecer valores agregados, como certificaciones sanitarias o un mejoramiento genético sobresaliente. Para respaldar estos precios más altos, será fundamental comunicar eficazmente a los compradores los beneficios del mejoramiento genético, destacando las características genéticas superiores de los terneros y su potencial de rendimiento. La transparencia en la información sobre el origen y la calidad genética de los animales, así como la generación de confianza en el proveedor, serán elementos clave para el éxito de la estrategia de precios.

Con respecto a las hembras bovinas que no logran la preñez y son descartadas del sistema, estas se comercializarán como ganado flaco. El precio base de venta para estas hembras que

se descartarán del proyecto se establece en \$7,200 COP por kilogramo en pie, de acuerdo con el precio promedio de los últimos 3 años reportado por Fedegan.

8.3. Estudio técnico.

El estudio técnico, según lo plantea Córdoba Padilla (2011), es la columna vertebral de la planificación productiva de cualquier empresa. Su función primordial radica en definir con precisión los parámetros operativos: ¿cuánto se producirá?, ¿dónde se llevará a cabo la producción?, ¿cómo se ejecutará el proceso productivo? y ¿con qué recursos se materializará la producción? En esencia, este estudio se enfoca en diseñar una función de producción óptima, que maximice la eficiencia en el uso de los recursos disponibles, ya sea para la creación de bienes tangibles o la prestación de servicios (Córdoba Padilla, 2011).

Este apartado abordará aspectos fundamentales como la infraestructura requerida, el equipamiento específico, los protocolos sanitarios, los profesionales requeridos, el cronograma de implementación y la estimación de costos operativos.

8.3.1. Planteamiento del ciclo productivo del proyecto.

Como se ha mencionado en los apartados anteriores, el presente proyecto tiene como objetivo evaluar la viabilidad de la implementación de la inseminación artificial como estrategia reproductiva en una finca ganadera dedicada a la producción de crías de levante para carne. El proyecto consistirá en la adquisición inicial de 100 hembras bovinas con un peso promedio de 300 kg y un precio aproximado de \$7,253 por Kg según el histórico establecido anteriormente, esto comprende una inversión inicial de \$217,590,000 aproximadamente. Estas hembras serán manejadas bajo un esquema de rotación de potreros y alimentación basada en forrajes con el fin de optimizar su condición corporal y garantizar el éxito del protocolo de inseminación. La finca en la que se desarrollará el proyecto será arrendada y deberá contar con una extensión de 65 hectáreas sembradas en pastos mejorados para alimentar una carga animal de 1,5 a 3 animales por hectárea, lo que se traduciría en un margen de manejo entre 100 y 200 animales para garantizar una ganancia de peso de 400 gramos por día en cada animal en un modelo de alimentación por rotación (Castillo et al., 2010). Se debe asegurar que la hacienda cuente con las instalaciones necesarias para el manejo eficiente del ganado, incluyendo corrales adecuados, un brete para la sujeción de los animales y una vivienda para un trabajador permanente que se encargará de las labores diarias de supervisión y manejo del hato.

El desarrollo del proyecto se estructurará en diferentes fases a lo largo de un horizonte de 27 meses. En la primera fase, que comprende los primeros tres meses, se realizará la adquisición y adaptación de los animales a las condiciones de la finca, asegurando que alcancen una condición corporal de al menos 3 en una escala de 1 a 5, antes del inicio del protocolo de inseminación. En el tercer mes se contratará un veterinario especializado para la ejecución del procedimiento de IATF, utilizando un protocolo sin dispositivos intravaginales, cuya elección quedará a criterio del especialista. Se espera que en un plazo de 20 días se haya inseminado la totalidad de las hembras y, posteriormente, en el mes seis, se realice la palpación para determinar la tasa de preñez obtenida. Basado en la literatura técnica disponible (García Florez, 2019), se estima que al menos el 70% de las hembras resultarán preñadas, mientras

que el 30% restante será descartado del sistema y comercializado para consumo humano, proyectando un peso aproximado de 380 kg al momento de su venta.

Las hembras preñadas continuarán su ciclo en la finca, bajo un manejo nutricional y sanitario adecuado, hasta el mes 12 del proyecto, cuando ocurrirá la primera parición. Las crías permanecerán junto a sus madres en el sistema productivo, permitiendo la continuidad del ciclo ganadero. En el mes 15, se llevará a cabo una segunda inseminación en las hembras, con la expectativa de mantener la misma tasa de éxito del 70% en la preñez. Posteriormente, en el mes 18, se realizará una nueva evaluación reproductiva mediante palpación, lo que permitirá identificar el 30% de vacas que no lograron preñarse en este segundo ciclo. Sin embargo, a diferencia de la primera fase, estas hembras no serán vendidas inmediatamente, sino que permanecerán en la finca hasta el mes 24, cuando se producirá el destete de sus crías y serán comercializadas junto con ellas en el mercado ganadero.

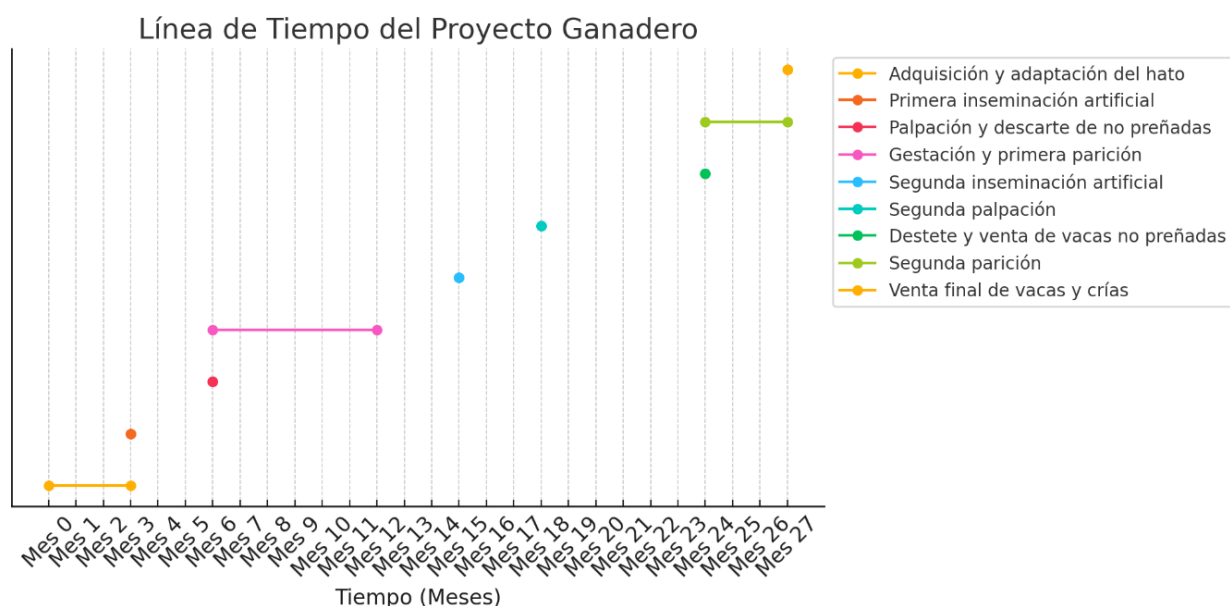


Figura 10. Línea de tiempo del proyecto planteado.

Fuente: Elaboración propia.

El proyecto alcanzará su fase final en el mes 27, cuando las vacas que lograron preñarse en la segunda inseminación parirán sus crías, completando así el ciclo productivo. En este punto, se procederá con la venta de estas vacas junto con sus crías en ferias ganaderas, dando cierre al período de ejecución del proyecto. Con este esquema de manejo, se busca evaluar la rentabilidad y sostenibilidad del uso de la inseminación artificial como herramienta para mejorar la eficiencia reproductiva en sistemas de producción de carne, asegurando un uso óptimo del área disponible, un manejo reproductivo planificado y una estrategia de comercialización que permita maximizar los ingresos a lo largo del período de ejecución.

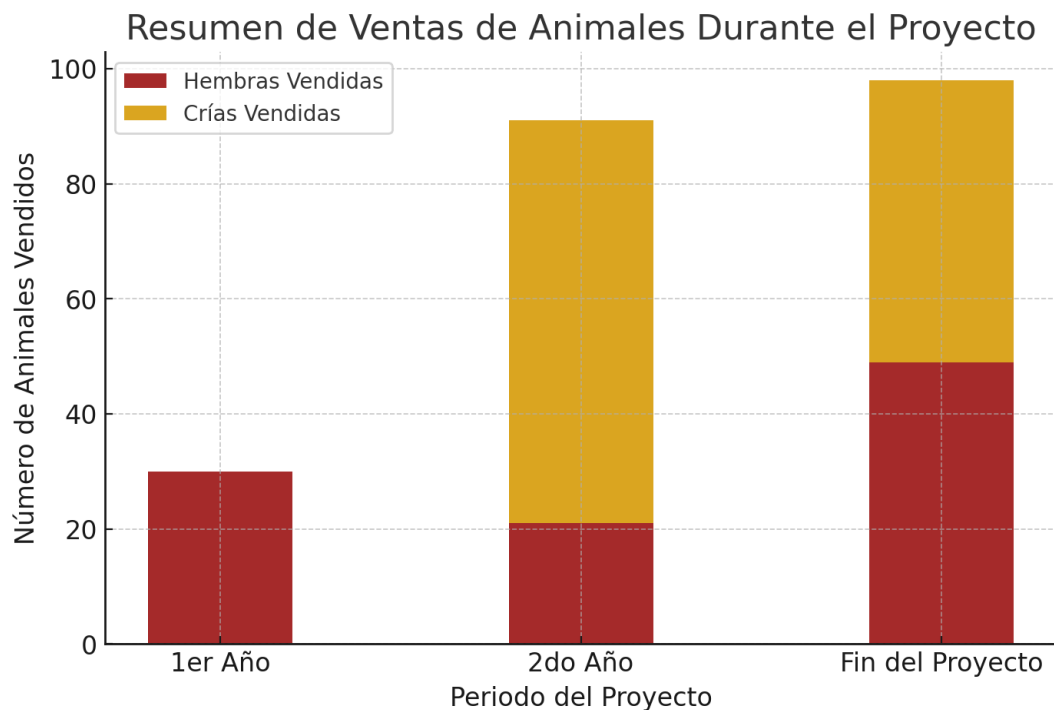


Figura 11. Estimación de ventas de hembras y crías durante la duración del proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

Al finalizar el proyecto se habrá vendido un total de 219 animales, partiendo de 100 comprados inicialmente, distribuidos en diferentes etapas. En el primer año se comercializan 30 hembras que no lograron preñarse tras el primer proceso de inseminación artificial. Durante el segundo año, se venden 91 animales, compuestos por 70 crías destetadas y 21 vacas vacías que no lograron preñarse en la segunda inseminación. Finalmente, al cierre del proyecto, se comercializan 98 animales, de los cuales 49 son vacas preñadas que completaron su ciclo productivo y 49 son sus crías. En total, se habrán inseminado 170 hembras a lo largo del proyecto, con 100 en el primer año y 70 en el segundo.

8.3.2. Infraestructura y Condiciones Operativas.

La implementación de un programa de Inseminación Artificial en una finca ganadera requiere contar con instalaciones adecuadas y en buen estado, así como con personal capacitado para ejecutar correctamente el protocolo. Luego de investigar con médicos veterinarios de experiencia en el sector, se estimó que para realizar el protocolo de inseminación de manera exitosa en 100 animales se requiere de un médico veterinario capacitado y con experiencia, así como de mínimo 2 vaqueros o auxiliares agropecuarios que ayuden con el manejo del ganado. La infraestructura juega un papel fundamental en el éxito del proceso, ya que influye directamente en la eficiencia del manejo reproductivo y en la reducción del estrés de los animales, un factor clave para optimizar las tasas de preñez.

Entre los elementos esenciales se encuentran corrales con dimensiones adecuadas y en óptimas condiciones, que permitan un manejo seguro y eficiente del ganado. Es

imprescindible contar con un brete en buen estado para la sujeción y manipulación de los animales durante la aplicación de hormonas y el procedimiento de inseminación. Además, la disponibilidad de potreros cercanos con una oferta forrajera de calidad es crucial para garantizar la correcta nutrición y minimizar factores de estrés que puedan afectar la respuesta fisiológica de las vacas al protocolo. Garantizar condiciones óptimas en las instalaciones y en el manejo del ganado no solo mejora la efectividad del programa de inseminación, sino que también contribuye al bienestar animal y a la sostenibilidad del sistema productivo (Solano & Ramirez, 2013).

8.3.3. Implementación de la Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF)

La Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF) se fundamenta en la manipulación farmacológica del ciclo estral bovino para sincronizar la ovulación en un grupo de hembras, permitiendo su inseminación en un período predeterminado sin la necesidad de detección individual de celos. Esta característica inherente a la IATF incrementa significativamente la eficiencia reproductiva, al optimizar la utilización del tiempo y la mano de obra, además de facilitar la implementación de programas de mejora genética mediante el uso estratégico de semen de toros con características superiores. La sincronización programada de las ovulaciones también posibilita una planificación más precisa de los partos, lo que a su vez puede optimizar la gestión de los recursos de la finca, como la disponibilidad de pasturas y la programación de la atención de los recién nacidos. En el contexto de este proyecto, la adopción de la IATF responde directamente a la necesidad de elevar la rentabilidad de la finca ganadera mediante la implementación de un programa de reproducción tecnificado y eficiente. La viabilidad técnica de este procedimiento está intrínsecamente ligada a la disponibilidad de una infraestructura básica adecuada para el manejo y sujeción de los animales, así como al acceso a equipos especializados para la correcta aplicación del protocolo de inseminación y la conservación del semen.

La implementación exitosa del protocolo de IATF será supervisada y ejecutada por un médico veterinario contratado, cuyos servicios incluirán el desplazamiento a la finca, la evaluación y selección de las hembras aptas para el programa, la administración de los fármacos en los animales para la sincronización ovárica y la posterior inseminación artificial.

El protocolo **Gestavec D 0,6** se ha referenciado para su implementación en este proyecto, consiste en la inserción intravaginal de un dispositivo hormonal en el día cero, acompañada de la administración de 2 mg de benzoato de estradiol. Al octavo día se retirará el dispositivo y se aplicarán 150 µg de D+cloprostenol, cipionato de estradiol y SG coreónica equina. Culminando con la inseminación artificial a las 54 horas posteriores al retiro del dispositivo. La contratación de los servicios veterinarios se estima alrededor de los 2 salarios mínimos y abarcan el transporte, la sincronización y la inseminación, se justifica por la expectativa de alcanzar una tasa de preñez de aproximadamente el 70% del lote tratado, cifra que se alinea con los resultados reportados en la literatura científica y la experiencia de otros productores que han implementado la IATF en condiciones similares. Debe aclararse que todos los

medicamentos requeridos por el veterinario deben ser comprados e incluidos en los gastos del proyecto y que no están incluidos en la prestación de sus servicios.

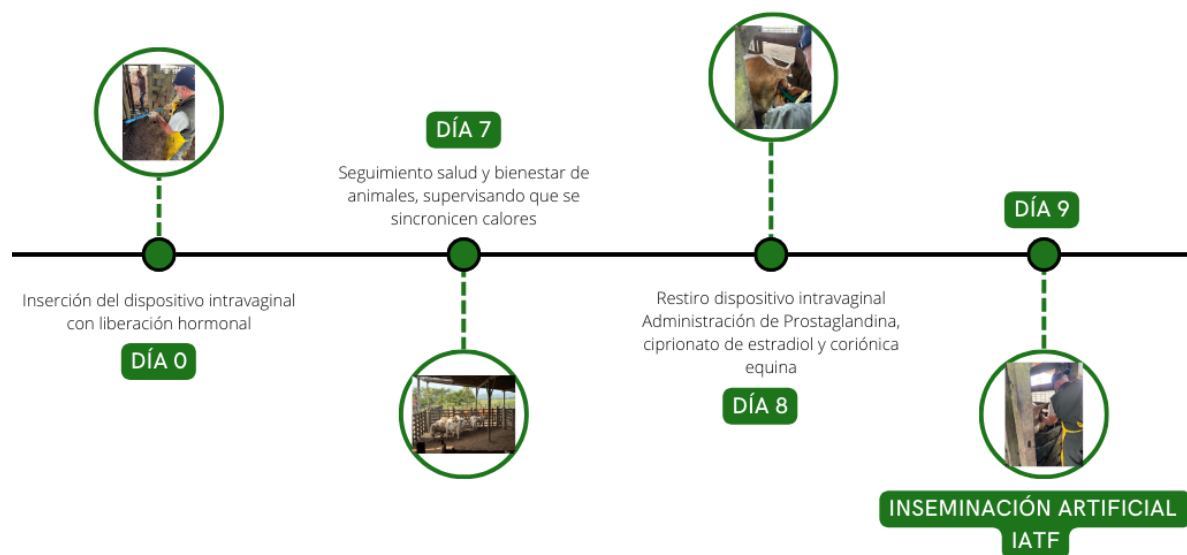


Figura 12. Presentación gráfica del protocolo de inseminación IATF Gestavec 0,6 realizable en 9 días.

Fuente: Elaboración propia.

8.3.4. Costos de mano de obra y equipos para la implementación de inseminación artificial a tiempo fijo

Para garantizar el adecuado mantenimiento y manejo de los animales durante el periodo de permanencia en la finca, es fundamental contar con una serie de equipos y herramientas esenciales. Como el proyecto se plantea para ser realizado en una hacienda tomada en arriendo, será una condición importante que esta ya cuente entonces con las instalaciones básicas para el manejo del ganado, tales como un corral con brete sujetador y cercas para los potreros para no considerar estos gastos en la inversión inicial del proyecto. Este debe ser un punto importante al momento de seleccionar el lugar a arrendar para la realización del proyecto, ya que no tendría sentido incurrir en estos gastos de obra física si el proyecto solo tiene una proyección de dos años y se dará abandono a la locación luego de finalizado.

Luego de investigar fincas en alquiler en Colombia se establece que por el alquiler de una hectárea productiva para ganadería puede pagarse un valor mensual desde \$10,000 hasta \$30,000 en el mercado (UPRA, 2021), este valor máximo puede considerarse como referencia en los costos anuales del proyecto. En los costos anuales se deben tener también en cuenta los salarios de dos trabajadores para el cuidado y manejo del ganado en la hacienda, estableciendo que ganarían el salario mínimo para el año 2025 sin auxilio de transporte y con todas las cargas prestacionales. También se tiene en cuenta el precio de vacunas, vitaminas y desparasitantes para cada uno de los 170 animales que se proyecta tener en el primer año en el proyecto. Otros gastos como dotaciones trimestrales para los trabajadores, caballos para

operaciones ganaderas, monturas y suplementos alimentarios para los animales son considerados también en los costos proyectados para el primer año del proyecto. En la siguiente tabla se presentan los costos proyectados por trimestre que tendría el proyecto, considerando los elementos anteriormente mencionados:

Tabla 5. Costos trimestrales estimados para operación del proyecto ganadero

Costo trimestral operación finca ganadera 2025					
Ítem	Descripción	Valor	Unidades	trimestre 1	Trimestres siguientes
Trabajador 1	Salario mínimo + carga prestacional incluida	\$ 2.217.405	3	\$ 6.652.215	\$ 6.652.215
Trabajador 2	Salario mínimo + carga prestacional incluida	\$ 2.217.405	3	\$ 6.652.215	\$ 6.652.215
Arriendo	Se estima valor de \$30.000 por Ha	\$ 1.950.000	3	\$ 5.850.000	\$ 5.850.000
Dotación del año	Ropa trabajo y botas	\$ 150.000	6	\$ 900.000	0
Purgante x 500 ml	20 cm para desparasitar cada animal	\$ 120.000	4	\$ 480.000	0
Vitamina x 500 ml	Dosis de 30 cm por animal al año	\$ 70.000	10	\$ 700.000	0
Desparasitante externo x 1 L	Filopril 60 cm por animal al año	\$ 200.600	6	\$ 1.203.600	0
Monturas	Silla para caballería	\$ 600.000	2	\$ 1.200.000	0
Caballos de trabajo	Recolección de bovinos	\$ 4.000.000	5	\$ 20.000.000	0
Machetes	Para corte de malezas	\$ 16.000	6	\$ 96.000	0
Vacuna aftosa dosis	Requerimiento sanitario ICA	\$ 1.200	150	\$ 180.000	0
Vacuna carbunco dosis	Requerimiento sanitario ICA	\$ 860	150	\$ 129.000	0
Sal mineralizada x 50 Kg	Complemento dietario 50 Kg x animal año	\$ 73.300	100	\$ 7.330.000	0
Melaza x 30 Kg	Complemento dietario 30 Kg por caballo mes	\$ 37.000	60	\$ 2.220.000	0
Energía eléctrica	Consumo medio de 160 kWh por mes a un promedio de \$600 kWh	\$ 96.000	3	\$ 288.000	\$ 288.000
Resmas de papel	Para contratos, notas y otros	\$ 24.000	1	\$ 24.000	0
Inseminación artificial				\$ 10.451.500	0
Total costo trimestral de operación				\$ 64.356.530	\$ 19.442.430

Debe mencionarse también que es indispensable que la finca a arrendar cuente con un suministro de agua y buenos pastos, además de bebederos adecuados ya instalados en la finca que eviten desperdicios y contaminación. Dado que el transporte de insumos y animales es un aspecto clave del manejo ganadero, se requiere un vehículo o remolque adecuado para facilitar la movilización dentro de la finca y el traslado de los animales cuando sea necesario, este vehículo no tiene que ser propio de la finca, pero si es fundamental que se puedan contratar los servicios de algún transportista y garantizar que haya vías de acceso en la misma. Aparte de elementos básicos de ganadería, también consideran otros costos para el funcionamiento del proyecto, como resmas de papel, energía eléctrica tomando un costo

promedio para Colombia de 600\$ kWh y elementos de dotación para protección y uso del personal.

Como ya se explicó anteriormente, se proyecta realizar dos IATF en total para todo el ciclo del proyecto. A continuación, se definen cuáles serían los costos proyectados para inseminar 100 bovinas en una finca para el año 2025, incluyendo todos los fármacos y utensilios que deben ser comprados para garantizar el éxito del protocolo. Luego de cotizar con varios veterinarios de la ciudad de Medellín, se definió que la contratación de los servicios de este tipo de profesional ronda entre los 2 y 3 salarios mínimos mensuales vigentes, este concepto es un pago único e incluye el transporte y alimentación del veterinario hacia la hacienda por su cuenta y la realización y supervisión de todo el proceso.

Tabla 6. Costos estimados para implementación de protocolo de inseminación artificial en el proyecto

Costo protocolo de inseminación finca ganadera para 100 animales				
Ítem	Descripción	Valor referencia	Unidades	Total
Guantes palpación caja x 100 u	Guante de uso veterinario para exploración del cuello uterino bovino	\$ 39.000	1	\$ 39.000
Agujas desechables caja x 100 u	Agujas para disposición de medicamentos	\$ 15.000	1	\$ 15.000
Lazo ganadero x 25 m	Lazo para amarre de animales	\$ 77.000	1	\$ 77.000
Jeringa desechable caja x 100 u	Para disposición de medicamentos	\$ 27.000	1	\$ 27.000
Benzoato de estradiol x 100 ml	Favorece la sincronización de la ovulación 2 ml x animal	\$ 86.000	2	\$ 172.000
Cloprostenol x 100 ml	2 ml x animal	\$ 130.000	2	\$ 260.000
Ciprionato estradiol x 50 ml	1 ml x animal luego de sincronizar	\$ 61.500	2	\$ 123.000
SG coriónica equina x 5000 ui	300 UI x animal para superovulación	\$ 183.000	6	\$ 1.098.000
Gestavec D 0,6	Dispositivo intrauterino de sincronización de celo	\$ 16.700	100	\$ 1.670.000
Pajilla semen	Contiene semen para introducir al óvulo	\$ 25.000	100	\$ 2.500.000
Alquiler termo criogénico	Necesario para conservar semen comprado a -20°C	\$ 100.000	2	\$ 200.000
Veterinario	Contrato por prestación de servicios para operar 100 animales	\$ 1.423.500	3	\$ 4.270.500
Total realización protocolo inseminación				\$ 10.451.500

8.3.5. Balance del estudio técnico.

Como resultado del estudio técnico, se obtiene que la inversión inicial se centra en la adquisición de 100 hembras bovinas, con un costo aproximado de \$217,590,000. Estas hembras, manejadas bajo un sistema de rotación de potreros en una finca arrendada de 65 hectáreas, serán la base del sistema productivo. Los costos operativos del primer año, que incluyen mano de obra, insumos agropecuarios, medicinas, servicios públicos y el arriendo de la finca, se estiman en \$122,683,820. A estos costos se suma la inversión en la

implementación de la inseminación artificial durante el primer año, estimada en \$10,451,500. Para el segundo año del proyecto se estima que estos costos crezcan a una tasa equivalente a la inflación actual en Colombia, que para abril de 2025 fue del 5,16% E.A (DANE, 2025), la cual, convertida para cada trimestre, equivaldría a un 1.26 % E.T.

Para calcular los ingresos del proyecto se tiene en cuenta el precio objetivo establecido en el estudio de mercado para la venta de terneros con genética mejorada, así como aquel establecido para la comercialización de las hembras descartadas. Se estima que se venderán un total de 219 animales en diferentes etapas del proyecto. En el primer año, se comercializan 30 hembras que no lograron preñarse tras el primer proceso de inseminación artificial. Durante el segundo año se venden 91 animales, compuestos por 70 crías destetadas y 21 vacas vacías que no lograron preñarse en la segunda inseminación. Al cierre del proyecto se comercializan 98 animales, de los cuales 49 son vacas preñadas que completaron su ciclo productivo y 49 son sus crías. Las crías tendrán un precio de venta de \$9,000 por kg y se espera que se vendan a 180 kg. Las hembras no inseminadas y vendidas por descarte tendrán un precio de venta de \$7,200 por kg y un peso estimado de 380 kg. En la siguiente tabla se presentan los ingresos estimados para el proyecto, teniendo en cuenta el precio y peso objetivo planteado para los animales en cada etapa productiva durante cada año del proyecto.

Tabla 7. Volumen de ventas estimado para el proyecto ganadero

Ítem	Cantidad	Peso (Kg)	Valor COP	Total	
Crías	0	0	0	\$ -	Ventas año 1 del proyecto
Vacas descarte	30	380	\$ 7.200	\$ 82.080.000	
Crías	70	180	\$ 9.000	\$ 113.400.000	Ventas año 2 del proyecto
Vacas descarte	21	380	\$ 7.200	\$ 57.456.000	
Crías	49	120	\$ 9.000	\$ 52.920.000	Ventas liquidación del proyecto
Vacas descarte	49	380	\$ 7.200	\$ 134.064.000	
Total animales vendidos	219	Recaudación estimada por ventas de animales		\$ 439.920.000	

8.4. Localización del proyecto

La selección del lugar donde se desarrollará el proyecto es un factor determinante para su éxito, ya que influye en la productividad, rentabilidad y sostenibilidad del sistema ganadero. Para implementar un programa de (IATF) con alta eficiencia, es fundamental considerar aspectos clave como la disponibilidad de tierras aptas para la ganadería, infraestructura existente, calidad de suelos y acceso a fuentes de agua. Como ya se indicó en el apartado 7.4. se analizarán diferentes ubicaciones potenciales para la ejecución del proyecto, evaluando criterios técnicos, económicos y logísticos que permitan determinar el mejor sitio para su desarrollo. Se considerará la proximidad a servicios veterinarios especializados, la oferta de mano de obra calificada, la accesibilidad a mercados de comercialización y las condiciones climáticas que puedan afectar el desempeño reproductivo del hato.

Debe mencionarse que, al encontrar una locación que pueda ser considerada idónea para realizar el proyecto, deberán también examinarse las características de la finca que se desee

arrendar, verificando si cumple con los requisitos mínimos para la implementación del programa reproductivo realizando un análisis detallado de la infraestructura disponible, incluyendo corrales, mangas, bretes y potreros, con el fin de garantizar un adecuado manejo del ganado y optimizar las condiciones para la inseminación artificial. A continuación, se presenta la matriz de locación que califica cada lugar considerado, según factores clave para la realización del proyecto.

Tabla 8. Matriz de localización obtenida

Factor	valor factor	Montería, Córdoba	Agua chica, César	Puerto López, Meta	San Alberto, Santander	Cauca, Antioquia	La dorada, Caldas	Planeta Rica, Córdoba	Chigorodó, Antioquia	Espinal, Tolima
vías de comunicación	15 %	5	4	3	4	4	5	4	3	5
Disponibilidad de mano de obra calificada	10 %	5	3	3	3	4	4	4	3	4
Cercanía a mercados	15 %	5	4	3	4	5	5	4	4	5
Condiciones climáticas favorables	10 %	4	4	4	4	3	4	4	4	4
Disponibilidad de agua todo el año	15 %	4	3	3	4	4	5	4	5	4
Calidad del suelo	10 %	5	4	3	4	4	4	5	5	5
Costo del terreno en alquiler	10 %	3	4	5	4	3	3	4	4	3
Seguridad en la zona	10 %	4	3	3	3	3	4	4	2	4
Acceso a servicios veterinarios	5%	5	3	3	3	4	4	4	3	4
Total	100 %	4,45	3,6	3,3	3,75	3,85	4,35	4,1	3,75	4,3

Al evaluar las ubicaciones potenciales para implementar un proyecto de inseminación artificial en una finca ganadera productora de carne en Colombia, se han analizado nueve localizaciones específicas utilizando la matriz de factores ponderados. A continuación, se presenta la justificación de cada localización seleccionada y los fundamentos de sus calificaciones.

- **Montería (Córdoba) - Puntuación: 4.45**

Montería se consideraría dentro de la evaluación como la ubicación más favorable para el proyecto. Es una de las zonas del país donde se produce más ganado bovino y de mejor calidad, además, ofrece una combinación óptima de factores clave para la implementación de un programa de inseminación artificial. Su excelente infraestructura vial facilita el transporte

de ganado e insumos, mientras que la presencia de la Universidad de Córdoba con su facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia garantiza disponibilidad de personal calificado. Las ferias y subastas ganaderas permanentes en la ciudad facilitan la comercialización de los animales mejorados genéticamente. Los suelos de alta calidad para el establecimiento de pastos y la buena disponibilidad de agua favorecen el mantenimiento adecuado del ganado durante todo el año. La tradición ganadera de la región asegura el acceso a servicios veterinarios especializados y proveedores de insumos específicos para inseminación artificial.

- **La Dorada (Caldas) - Puntuación: 4.35**

La Dorada ocupa el segundo lugar gracias a su ubicación estratégica entre el centro y norte del país. Su principal fortaleza es la conectividad vial excepcional, gracias a la Ruta del Sol y la cercanía a la Troncal del Magdalena, facilitando el acceso a mercados centrales y costeros. La proximidad al río Magdalena proporciona abundante disponibilidad de agua, factor crucial para la ganadería. Su tradición como centro ganadero se refleja en la presencia de entidades como el ICA y FEDEGAN, lo que facilita trámites y servicios relacionados con la actividad pecuaria. El clima cálido favorece el desarrollo de razas bovinas de carne, mientras que su infraestructura de servicios de apoyo es adecuada para implementar tecnologías como la inseminación artificial.

- **El Espinal (Tolima) - Puntuación: 4.30**

El Espinal se destaca por su ubicación privilegiada en el centro del país, con excelente conectividad hacia Bogotá (principal mercado) e Ibagué. El municipio se beneficia de una infraestructura vial bien desarrollada y cercanía al SENA Agropecuario y la Universidad del Tolima, que ofrecen programas especializados en ganadería. La disponibilidad de agua está garantizada gracias al distrito de riego del río Coello, mientras que sus suelos planos de alta calidad son ideales para el establecimiento de pasturas mejoradas. La seguridad en la zona es comparativamente buena, facilitando las operaciones diarias. La principal limitante es el costo relativamente alto del terreno debido a la competencia con otros usos agrícolas como arroz y algodón, pero esta desventaja se compensa con la facilidad de acceso a insumos, equipos y personal técnico capacitado para la implementación de inseminación artificial.

- **Planeta Rica (Córdoba) - Puntuación: 4.10**

Planeta Rica obtiene una alta calificación por formar parte del corredor ganadero de Córdoba, beneficiándose de la tradición ganadera de la región, pero con precios de tierra más accesibles que Montería. La calidad del suelo es excelente para el establecimiento de pasturas, y la presencia de subastas ganaderas facilita la comercialización. El municipio presenta buenos índices de seguridad comparado con otras zonas ganaderas tradicionales, lo que favorece el desarrollo de proyectos de inversión a largo plazo. La disponibilidad de mano de obra con experiencia en ganadería es notable, aunque el acceso a técnicos especializados en inseminación artificial puede requerir capacitación adicional.

- **Caucasia (Antioquia) - Puntuación: 3.85**

Caucasia se posiciona como el principal centro ganadero del Bajo Cauca antioqueño y representa un punto estratégico entre la Costa Atlántica y el interior del país. Su acceso a la

Troncal de Occidente le otorga buena conectividad vial, mientras que la presencia de plaza de ferias facilita la comercialización del ganado. La cercanía a Medellín como mercado importante y la presencia de instituciones de apoyo al sector ganadero son ventajas significativas. Sin embargo, presenta desafíos en las condiciones climáticas con temporadas de intensas lluvias que pueden afectar la movilidad y el manejo del ganado.

- **San Alberto (Santander) y Urabá/Apartadó (Antioquia) - Puntuación: 3.75**

San Alberto destaca por su ubicación estratégica en el Magdalena Medio, zona con fuerte tradición ganadera. Su proximidad a la Ruta del Sol le proporciona buena conectividad, mientras que las tierras son aptas para ganadería con pastos de calidad. La cercanía a Bucaramanga facilita el acceso a servicios especializados, aunque con menor disponibilidad que en centros ganaderos principales.

Por su parte, el Urabá antioqueño (Apartadó) presenta un gran potencial debido a la extraordinaria disponibilidad de agua durante todo el año y suelos de alta fertilidad. La región ofrece tierras a precios competitivos y está estratégicamente ubicada cerca del puerto de Turbo, lo que podría facilitar futuras exportaciones. Sin embargo, enfrenta importantes desafíos en infraestructura vial y seguridad, factores que afectan significativamente su calificación global. El potencial de integración con sistemas silvopastoriles y la disponibilidad de subproductos agrícolas como complemento alimenticio representan oportunidades únicas de esta zona.

- **Aguachica (Cesar) - Puntuación: 3.60**

Aguachica presenta una ubicación estratégica en el sur del Cesar, con buena conectividad gracias a la Ruta del Sol. La tradición ganadera de la región y el acceso a mercados de la Costa Atlántica son ventajas importantes. Los costos de la tierra son razonables, comparados con otras zonas evaluadas, pero la disponibilidad de agua puede ser limitada en temporadas secas. La infraestructura ganadera está en desarrollo, pero aún no alcanza el nivel de las zonas tradicionales como Córdoba, lo que explica su calificación intermedia.

- **Puerto López (Meta) - Puntuación: 3.30**

Puerto López, como puerta de entrada a los Llanos Orientales, ofrece grandes extensiones de tierra a costos accesibles, representando una oportunidad para proyectos ganaderos de mayor escala. El clima es favorable para razas cebuinas de carne y existe una tradición en ganadería extensiva que podría tecnificarse con la implementación de inseminación artificial. Sin embargo, presenta limitaciones significativas en infraestructura vial, acceso a mercados y disponibilidad de servicios veterinarios especializados. La distancia a los principales centros de consumo incrementa los costos de comercialización, factor que afecta su competitividad global.

La evaluación revela que las zonas con tradición ganadera consolidada como Montería, La Dorada y El Espinal ofrecen las mejores condiciones para implementar un proyecto de inseminación artificial en ganadería de carne, principalmente por la combinación de buena

infraestructura, acceso a mercados y disponibilidad de servicios especializados. No obstante, si por un alto coste del terreno a arrendar no se consigue arrendar una finca en estas zonas de mejor puntuación, otras zonas emergentes como el Urabá antioqueño presentan oportunidades interesantes a mediano plazo, especialmente si mejoran sus condiciones de infraestructura y seguridad. Debe mencionarse que los valores comerciales para los terrenos con los que se completó la matriz de locación fueron tomados de (UPRA, 2021), en donde se revelan estimados del valor comercial de las tierras según los impuestos prediales allí cobrados y los subsidios entregados en cada región de Colombia, sin embargo, al negociar el arrendamiento de una finca, pueden existir factores banales que hagan que el propietario considere un valor de arrendamiento superior a aquel que se podría considerar comercialmente. Otros factores como la seguridad, mano de obra calificada en la zona y calidad del terreno serían también reconocibles solamente al momento de negociar un predio para tomar en arrendamiento.

8.5. Marco legal del proyecto

El presente estudio legal se enfoca en analizar el marco jurídico que regula la implementación de la inseminación artificial en una finca ganadera bovina productora de carne en Colombia. Este análisis es fundamental para asegurar que el proyecto se desarrolle en cumplimiento con la normativa vigente, evitando posibles contingencias legales y garantizando el correcto cierre al momento de finalizarlo en el segundo año. A continuación, se identifican y describen las leyes, decretos, resoluciones, normas técnicas y demás regulaciones aplicables a la ganadería bovina y la inseminación artificial. Se detallan los permisos, licencias, certificaciones y registros requeridos para la operación de la finca, así como las obligaciones tributarias correspondientes.

En la siguiente matriz se presentan entonces los requisitos legales que deben considerarse para la iniciación del proyecto ganadero. Las entidades reguladoras más importantes para considerar en este proyecto son el ICA y la CAR correspondiente, ya que gracias a estas dos se consiguen los permisos de movilización para la comercialización del ganado y las concesiones requeridas para manejo de aguas y desechos.

Tabla 9. Requisitos legales para cumplir en el proyecto

Requisito legal	Entidad reguladora	Norma aplicable	Periodicidad
Registro finca ganadera	ICA	Resolución 090464 de 2021	Única vez
Concesión de aguas	Corporación Autónoma Regional (CAR) correspondiente	Decreto 1076 de 2015	Según lo estipulado en el permiso (usualmente 5 años)
Permiso de vertimientos	Corporación Autónoma Regional (CAR) correspondiente	Decreto 1076 de 2015	Según lo estipulado en el permiso (usualmente 5 años)
Certificado de vacunación	ICA	Resolución 090464 de 2021	Una vez, actualización cuando haya cambios

Licencias de transporte de ganado GSMI	ICA	Resolución 090464 de 2021	Por cada movilización
Registro único tributario	DIAN	Decreto 1625 de 2016	Una vez, actualizar cuando haya cambios
Registro en Cámara de Comercio	Cámara de Comercio local	Código de Comercio	Renovación anual
Inscripción planilla parafiscales trabajadores	UGPP, Unidad de Gestión Pensional y Contribuciones Parafiscales de la Protección Social	Decreto 3667 de 08/11/2004	Mensual
Elaboración de contrato con trabajadores	Min Trabajo	Ley 50 de 1990	Según condiciones es mensual, trimestral, semestral, anual.

En el contexto del desarrollo de un emprendimiento en el sector ganadero en Colombia, que duraría solamente dos años, se considera lo mejor declarar fiscalmente bajo la figura de persona natural y acogiéndose al régimen simple de tributación, puesto que esto traería mayores y más sencillas ventajas de una constitución y disolución, en comparación con estructuras jurídicas complejas, lo que agiliza los trámites iniciales y finales. Asimismo, se podría experimentar una menor carga de obligaciones formales continuas, al evitar las exigencias de gobierno societario propias de las empresas. La flexibilidad en la toma de decisiones es otro beneficio, ya que como único propietario se tendrá control total sin necesidad de consultas externas. Durante los dos años de duración del proyecto se estima un movimiento económico aproximado de 300 millones de pesos en compras y ventas, por lo cual resulta imperativo considerar una serie de aspectos legales y tributarios fundamentales para asegurar la viabilidad y el cumplimiento normativo de la iniciativa.

En primera instancia, la formalización del emprendimiento exige la inscripción como persona natural comerciante ante la Cámara de Comercio de Medellín, así como la obtención y debida actualización del Registro Único Tributario (RUT) ante la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN), consignando de manera precisa la actividad económica principal correspondiente a la ganadería. Adicionalmente, y según la naturaleza específica de las actividades a desarrollar en el ámbito pecuario, se deberá gestionar el registro ante el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), en cumplimiento de las normativas sanitarias y de control vigentes.

Desde la perspectiva tributaria, es fundamental considerar los beneficios fiscales y las deducciones que pueden aplicarse dentro del marco legal vigente. El Régimen SIMPLE fue diseñado para simplificar las obligaciones tributarias y fomentar la formalización de pequeños y medianos empresarios, y resulta especialmente útil en actividades agropecuarias como la ganadería.

En este régimen, el contribuyente paga un solo impuesto integrado que reemplaza el impuesto de renta, el IVA (en caso de ser responsable), el impuesto de industria y comercio (ICA) y el impuesto al consumo, según aplique. En el caso de la ganadería, un aspecto clave es que la venta de ganado en pie está exenta de IVA, de conformidad con el artículo 424 del Estatuto Tributario, lo que simplifica aún más las obligaciones fiscales del emprendedor ganadero bajo esta figura.

En el caso de este proyecto, orientado a la producción y comercialización de terneros con genética mejorada mediante inseminación artificial, se clasifica como una actividad agroindustrial, y dado que los ingresos brutos anuales proyectados no son superiores a los 6.000 (aproximadamente \$220 millones de pesos para cada año del proyecto), se aplica la tarifa más baja establecida para este tipo de actividades en el Régimen simple, correspondiente al 1,6 % sobre los ingresos brutos anuales (DIAN, 2023).

Además, el Régimen simple permite seguir declarando gastos operacionales asociados a la actividad ganadera para efectos contables, lo que ayuda a mantener una estructura financiera organizada. Aunque no se deducen fiscalmente estos gastos para reducir la base gravable como en el régimen ordinario, su registro es útil para evaluación de rentabilidad, acceso a crédito y proyección del negocio.

También es importante considerar que, como persona natural acogida al Régimen SIMPLE, no se estará obligado a llevar contabilidad bajo normas NIIF, pero sí se deberá conservar soportes adecuados de los ingresos y egresos, incluyendo facturas, contratos, planillas de pago y certificaciones de transacciones. Asimismo, se deberá cumplir con las obligaciones no fiscales relacionadas con la actividad ganadera, como el registro ante el ICA, los programas de vacunación obligatoria, y las disposiciones sanitarias y de trazabilidad animal. Como persona natural del sector ganadero acogida al Régimen SIMPLE de tributación en Colombia, la obligación de facturar electrónicamente depende principalmente del nivel de ingresos anuales y del tipo de clientes a los que se les vende. Según la normativa vigente, si el ganadero supera ingresos brutos anuales equivalentes a 3.500 UVT (aproximadamente \$164 millones de pesos para el año 2025), estará obligado a expedir factura electrónica, incluso si sus productos, como el ganado en pie, están exentos de IVA, esto significa que, para este proyecto, como se plantea inicialmente, no habrá necesidad de facturar electrónicamente. El proyecto deberá pagar principalmente el Impuesto unificado SIMPLE del 1,6% sobre ingresos brutos; asumir el IVA en la compra de insumos (sin derecho a descontarlo); y posiblemente cumplir con el ICA municipal, dependiendo del lugar donde se decida implementarlo finalmente. No se generará IVA en la venta de ganado ni impuesto al consumo. Adicionalmente, deben tenerse en cuenta posibles retenciones en la fuente que le practiquen los compradores, las cuales podrán compensarse en la declaración del SIMPLE.

En relación con la vinculación de personal, la contratación de trabajadores bajo la figura de persona natural implica la asunción directa de todas las obligaciones laborales, incluyendo la formalización de contratos, el pago de salarios y prestaciones sociales, la afiliación y el pago de aportes a la seguridad social (salud, pensión y riesgos laborales), así como el cumplimiento de la normativa en materia de seguridad y salud en el trabajo.

Dada la temporalidad del proyecto, se considera enfocar esfuerzos en una planificación fiscal a corto plazo, de manera que permita optimizar la carga tributaria dentro del marco legal vigente. Al finalizar el periodo de operación, se deberán adelantar los trámites pertinentes para la cancelación del registro mercantil y cualquier otra inscripción o permiso asociado a la actividad ganadera, asegurando el cumplimiento de todas las obligaciones tributarias pendientes.

8.6. Impacto ambiental

Con el fin de evaluar de manera integral los impactos ambientales asociados al desarrollo del proyecto ganadero basado en inseminación artificial, se ha elaborado una matriz Leopold modificada de riesgos ambientales que considera las principales etapas del proceso productivo: preparación del terreno, mantenimiento de instalaciones, manejo del ganado, inseminación artificial, manejo de residuos y transporte. Esta herramienta permite identificar, calificar y anticipar los posibles efectos sobre el medio físico, biótico, sociocultural, facilitando así la formulación de medidas de prevención, mitigación y control.

En la elaboración de esta matriz se ha dado especial énfasis al cumplimiento de la normatividad ambiental vigente en Colombia, particularmente en lo relacionado con el uso sostenible de los recursos hídricos, los vertimientos de desechos líquidos y el manejo adecuado de residuos sólidos y orgánicos. Estas consideraciones responden a las disposiciones técnicas y jurídicas establecidas por las Autoridades Ambientales Regionales (CAR), quienes son las encargadas de regular y otorgar los permisos relacionados con captación de aguas superficiales y subterráneas, disposición final de residuos pecuarios, y vertimientos en cuerpos de agua, conforme a lo establecido por el Decreto 1076 de 2015 y la Ley 99 de 1993.

La identificación de estos impactos constituye un insumo fundamental para la estructuración del plan de manejo ambiental del proyecto, así como para la toma de decisiones informadas que garanticen la viabilidad ambiental del emprendimiento ganadero.

Tabla 10. Matriz de impacto ambiental

Factores Ambientales y sociales (M)	Preparación del terreno	Construcción de instalaciones	Manejo del ganado	Proceso de inseminación artificial	Manejo de residuos	Transporte y logística
Medio Físico						
Calidad aire	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Medio	Medio
Calidad agua superficial	Medio	Medio	Medio	Bajo	Alto	Medio
Calidad agua subterránea	Bajo	Bajo	Medio	Bajo	Medio	Bajo
Erosión del suelo	Bajo	Medio	Medio	Bajo	Bajo	Bajo
Compactación del suelo	Medio	Bajo	Alto	Bajo	Bajo	Bajo
Medio biótico						

Cobertura vegetal	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Biodiversidad local	Medio	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Bajo
Hábitats naturales	Medio	Medio	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Medio socioeconómico						
Empleo local	Bajo	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio
Economía local	Bajo	Bajo	Medio	Medio	Medio	Alto
Calidad de vida de la comunidad	Bajo	Bajo	Medio	Bajo	Medio	Medio
Salud pública	Bajo	Bajo	Medio	Bajo	Alto	Medio
Medio cultural						
Paisaje	Medio	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Prácticas culturales locales	Bajo	Bajo	Medio	Bajo	Bajo	Bajo

En el componente medio biótico, se evidencian riesgos altos y medios en la cobertura vegetal y la biodiversidad local, especialmente en las fases iniciales del proyecto. Esto implica que la intervención del ecosistema natural, aunque controlada, puede derivar en pérdida de hábitat y fragmentación ecológica, por lo que sería recomendable incluir medidas de restauración ecológica y conservación de franjas vegetales nativas.

Teniendo en cuenta que el proyecto ganadero utilizará instalaciones ya existentes, las cuales serán tomadas en arriendo al momento de seleccionar una finca adecuada, es importante ajustar la evaluación de impactos ambientales inicialmente planteada. Al no requerirse la construcción de nuevas edificaciones, se elimina prácticamente el impacto negativo asociado a la remoción de cobertura vegetal, el movimiento de tierras, la generación de residuos de construcción y la alteración del paisaje.

Un aspecto crítico que surge y debe ser destacado es la utilización de semen importado para la inseminación artificial del ganado. Si bien esta práctica tiene como objetivo mejorar la productividad genética del hato en términos de rendimiento cárnico o lechero, representa un riesgo considerable para la biodiversidad local. La introducción de material genético exógeno puede derivar en una pérdida progresiva de razas bovinas autóctonas o mestizas que han sido seleccionadas naturalmente por su adaptación a las condiciones climáticas, sanitarias y de manejo propias del territorio. Este fenómeno, conocido como erosión genética, pone en peligro no solo la diversidad biológica, sino también la resiliencia del sistema productivo frente a enfermedades emergentes, variabilidad climática y cambios en la oferta de recursos. Además, la dependencia de insumos genéticos externos puede comprometer la soberanía genética del proyecto a largo plazo y reducir la flexibilidad para adaptarse a nuevas condiciones. Por esta razón, el impacto sobre la biodiversidad local debe ser considerado como alto y gestionado

con responsabilidad. Se debe considerar establecer una estrategia de manejo genético sostenible que contemple la preservación de la diversidad del hato, posiblemente implementando cruzamientos dirigidos con razas criollas.

El manejo del ganado dentro del proyecto ganadero representa un factor significativo en la generación de impactos sobre el recurso suelo, particularmente en lo relacionado con los procesos de erosión y compactación. Aunque estas afectaciones suelen ser menos intensas que las causadas por actividades de construcción o remoción masiva del terreno, su efecto acumulativo en sistemas de producción extensivos o sin manejo adecuado puede comprometer gravemente la productividad del predio y la sostenibilidad ambiental del proyecto.

La erosión del suelo asociada al manejo del ganado se presenta especialmente cuando existe un sobrepastoreo continuo en áreas sin rotación, lo cual elimina la cobertura vegetal protectora y expone el suelo a la acción directa del agua y del viento. Esta pérdida de capa superficial no solo disminuye la fertilidad natural del terreno, sino que también incrementa el riesgo de escorrentía, sedimentación en fuentes hídricas cercanas y degradación de la estructura del ecosistema. A su vez, esta situación puede agravarse en terrenos con pendientes pronunciadas, suelos frágiles o en épocas de alta pluviosidad.

Por su parte, la compactación del suelo se genera principalmente por el pisoteo repetido del ganado en las zonas de pastoreo, descanso, bebedero y alimentación. Esta compactación reduce la porosidad del suelo, impidiendo la adecuada infiltración del agua, limitando el desarrollo radicular de las plantas y dificultando el intercambio gaseoso esencial para la actividad biológica del suelo. A largo plazo, esto puede llevar a una menor productividad forrajera, encharcamiento y disminución de la resiliencia del sistema productivo ante condiciones climáticas extremas.

Desde el punto de vista socioeconómico y cultural, los impactos son en su mayoría de nivel medio, lo cual indica una influencia potencialmente positiva pero moderada sobre el empleo local, la economía rural y la calidad de vida comunitaria. Cabe destacar que el componente de economía local muestra un impacto alto en la fase de transporte y logística, lo cual sugiere que el proyecto puede dinamizar las cadenas productivas y los servicios asociados en la región. Por su parte, los efectos sobre el paisaje y las prácticas culturales locales se consideran bajos, lo que indica una escasa alteración de las características culturales y estéticas del entorno, al menos en la concepción inicial del proyecto.

8.7. Estudio Financiero

El estudio financiero representa una fase fundamental dentro del proceso de evaluación de prefactibilidad de proyectos, ya que permite determinar, con base cuantitativa, si la iniciativa es rentable y viable desde el punto de vista económico. En el caso del presente trabajo, este apartado tiene como propósito central analizar los flujos de ingresos y egresos que se generarían durante los dos años de operación del proyecto, con el fin de establecer su rentabilidad y capacidad de generación de valor.

La estrategia productiva para la generación de flujo de caja se centra en la aplicación de dos ciclos de inseminación artificial, con un protocolo reproductivo planificado, que incluye

descarte y venta de las vacas vacías, así como la comercialización progresiva de crías y animales al final del segundo año. Bajo esta lógica operativa, el análisis financiero se orienta a reflejar fielmente los ingresos proyectados por la venta de ganado, los costos operativos (como mano de obra, insumos veterinarios, implementación de la inseminación, arriendo y servicios), así como la inversión inicial para la compra de las hembras a inseminar.

El enfoque metodológico adoptado para este análisis sigue los lineamientos de la metodología ONUDI para estudios de prefactibilidad, lo cual implica la proyección de un flujo de caja a precios constantes, en el que se identifican claramente los costos y la recuperación del capital invertido. Esta herramienta permitirá anticipar si el proyecto es realmente rentable para el inversionista y ayuda a comenzar a detectar eventuales riesgos que puedan presentarse desde el punto de vista financiero.

8.7.1. Construcción del flujo de caja

De acuerdo con (Baca, 2004), el flujo neto de caja comprende el valor neto (ingresos – egresos) resultante de cada período, es con base en el flujo neto de caja que se evalúan los proyectos. Este flujo constituye la herramienta central para el análisis de viabilidad económica, ya que permite observar el comportamiento de los ingresos, costos, inversiones y rentabilidad del proyecto a lo largo del horizonte de planeación definido, el cual, en este caso, es de dos años. Previo a la evaluación de los resultados financieros del proyecto, es fundamental presentar los elementos clave que fueron tomados de los apartados anteriores en este trabajo para la construcción del flujo de caja proyectado:

- Los costos operativos anuales, que incluyen mano de obra, insumos veterinarios, medicamentos, servicios públicos y el arriendo de la finca, se estimaron en \$122.683.820 para el primer año, con un ajuste inflacionario del 5,16 % efectivo anual (1,26 % trimestral) aplicado al segundo año, según cifras del DANE (2025). Asimismo, se incorporó una inversión complementaria en inseminación artificial durante el primer año del proyecto, por un valor de \$10.451.500, ajustado también con la inflación para el segundo año. En cuanto a los ingresos, se calcularon a partir del peso y precio objetivo de los animales comercializados: las crías se proyectaron con un peso de venta de 180 kg a un precio de \$9.000 por kg, mientras que las vacas descartadas se estimaron con 380 kg a un precio de \$7.200 por kg. En total, se espera la venta de 219 animales a lo largo del proyecto, los cuales se traducen en un total 56.480 Kg.
- La inversión en el que se considera el capital del proyecto, la compra de 100 hembras para someter a protocolo de inseminación. Se estima que cada hembra tenga un costo individual de \$2.175.900
- El flujo de caja fue estructurado por trimestres para permitir un seguimiento más detallado del comportamiento financiero del proyecto. Incluye, además de los ingresos por ventas y egresos operativos, la inversión inicial en vientres considerando la financiación parcial para la compra de estos mediante un préstamo bancario por \$100.000.000 y su respectiva amortización trimestral. También se consideraron los gastos financieros derivados del préstamo, así como los impuestos generados por las utilidades en los trimestres en que se registraron ingresos netos positivos. El cálculo de

costos fijos y gastos financieros se ajustó por inflación, reflejando de manera realista el comportamiento esperado del flujo de caja en un contexto económico actual.

- Para el componente fiscal se consideró un impuesto del 1,6% para cada periodo con utilidades, esto como resultado de tributar en el régimen simple bajo la figura de persona natural comerciante de actividades agrícolas que no supera las 6.000 UVT anuales.
- Al ser un proyecto de dos años de vida útil, en condiciones de arriendo de una finca y en el cual se liquidará todo el inventario de animales en su momento de finalización, no se harán inversiones en maquinarias, estructuras a construir ni patentes que deban ser consideradas para depreciarse, por lo tanto, estos componentes tendrán un valor nulo en el flujo de caja.

Considerando estos elementos, se ha adoptado un enfoque de flujo de caja del inversionista expresado en términos corrientes, ya que los valores del segundo año incluyen el efecto de la inflación, esto se hace también dado que el proyecto contempla el uso de capital propio junto con apalancamiento financiero mediante un préstamo, por lo tanto, se incluyen elementos que permiten medir con mayor precisión el impacto del financiamiento sobre la liquidez y rentabilidad del negocio.

8.7.2. Constitución del capital

Para el presente proyecto se adoptó una Tasa Interna de Oportunidad (TIO) del 6 % efectiva trimestral, derivada de una TIO efectiva anual del 26.25%, como parámetro clave para la evaluación financiera. Esta tasa representa el rendimiento mínimo que espera obtener un inversionista en el sector ganadero colombiano, teniendo en cuenta el nivel de riesgo que caracteriza esta actividad económica. Dicho riesgo se asocia a factores como la variabilidad climática, las enfermedades del hato, la fluctuación en los precios del ganado, las tasas de éxito en la inseminación artificial y las condiciones de mercado para la comercialización de animales. Este enfoque resulta especialmente relevante al considerar la magnitud de la inversión inicial del proyecto, estimada en \$217.590.000 destinados a la adquisición de 100 las hembras bovinas que permitirán el inicio del proyecto. Esta inversión representa un capital considerable para un negocio con una vida útil de solo dos años, lo que incrementa la exposición financiera del inversionista interesado y eleva la necesidad de que los flujos de caja generados en ese período, no solo sean suficientes para cubrir los costos operativos, sino también para recuperar el capital invertido y generar una rentabilidad superior a la TIO adoptada.

Ante este escenario, surge la posibilidad de reducir el riesgo asociado al uso exclusivo de capital propio mediante apalancamiento financiero, es decir, mediante la obtención de un préstamo que cubra parte de la inversión inicial.

Ante esto, la inclusión de apalancamiento financiero en el desarrollo del proyecto mediante un préstamo bancario por valor de \$100.000.000, con una tasa de interés efectiva trimestral del 3,64 % (equivalente a 15,4% efectiva anual tomada como referencia de varios bancos en Colombia para préstamos agropecuarios e hipotecarios), se constituye como una estrategia financieramente ventajosa, tanto para el proyecto como para el inversionista, en la medida en que permite reducir la presión sobre el capital propio necesario para ejecutar la inversión

inicial, al tiempo que mejora la rentabilidad del capital aportado por el inversionista. Este tipo de financiamiento, cuando se gestiona de manera adecuada, puede generar un efecto positivo conocido como apalancamiento positivo (Baca, 2004), siempre que la rentabilidad del proyecto sea superior al costo del financiamiento.

En este caso, el costo de la deuda (3,64 % trimestral) es notablemente inferior a la Tasa Interna de Oportunidad del inversionista (6 % trimestral), lo cual significa que los recursos obtenidos por vía del crédito se utilizan para generar retornos que superan el valor del dinero prestado, generando así valor agregado para el inversionista. Esta diferencia entre la rentabilidad exigida y el costo de la deuda permite mejorar la eficiencia del capital propio y aumentar el Valor Presente Neto (VPN) del proyecto, en comparación con un escenario financiado exclusivamente con recursos propios.

Desde la perspectiva del proyecto, el beneficio del apalancamiento radica en que se asegura la disponibilidad inmediata de liquidez para cubrir la compra de los activos biológicos (vientres bovinos), sin necesidad de inmovilizar la totalidad del capital disponible del inversionista. Esto permite poner en marcha la operación desde el inicio y cubrir los costos iniciales sin retrasos, aprovechando la oportunidad productiva y comercial en el corto plazo. Además, el pago del préstamo está distribuido en cuotas trimestrales con amortización constante a capital, lo que permite planificar adecuadamente el flujo de caja y mantener la estabilidad financiera durante la operación del proyecto.

Desde la perspectiva del inversionista, el uso del apalancamiento contribuye a mejorar los indicadores de rentabilidad del capital propio. Al no tener que financiar el 100 % de la inversión inicial, se reduce la exposición directa de recursos, y al mantenerse un diferencial positivo entre la TIR del proyecto y el costo de la deuda, se maximiza el retorno relativo sobre el capital invertido. Podría considerarse realizar entonces este apalancamiento con un valor superior a los \$100.000.000 planteados, sin embargo, esto podría resultar difícil, dado que es posible que el inversionista no cuente con bienes a hipotecar para validar la realización del crédito, es posible también que el solicitante no cumpla con las condiciones para que el dinero le sea entregado y tenga que financiar el proyecto enteramente de su propio capital.

Se plantea el proyecto con este valor de cien millones, ya que se considera realizable la consecución de este valor vía crédito agrario o hipotecario. En la siguiente tabla se presentan las tasas de referencia encontradas de algunos bancos en Colombia para este tipo de créditos (considerar IBR a abril de 2024 es igual a 8,72% E.A; DTF igual a 8,92% E.A):

Tabla 11. Tasas de interés encontradas para apalancamiento financiero del proyecto

Banco referencia	Tasa	Condición
Banco Agrario Colombiano	IBR+ 6,7% E.A	Pequeñas empresas agro, productores de bajos ingresos
Bancolombia	IBR+ 6,7% E.A	Productores con activos inferiores a 11.250 UVT y ventas totales inferiores a 1.250 UVT

BBVA	DTF+ 7% E.A	Pequeño empresa o persona natural
------	-------------	-----------------------------------

8.7.3. Flujo de caja proyectado

A continuación, se presenta el flujo de caja construido con una periodicidad trimestral y con la finalidad de realizar correctamente el análisis financiero del proyecto:

Tabla 12. Flujo de caja proyectado calculado para el proyecto

Trimestre	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Producción (Kg)		0	11.400	0	0	7.980	12.600	5.880	18.620
Precio de venta		\$ -	\$ 7.200	\$ -	\$ -	\$ 7.200	\$ 9.000	\$ 9.000	\$ 7.200
Total ingresos		\$ -	\$ 82.080.000	\$ -	\$ -	\$ 57.456.000	\$ 113.400.000	\$ 52.920.000	\$ 134.064.000
Costo fijo trimestre	\$ 19.442.430	\$ 64.356.530	\$ 19.442.430	\$ 19.442.430	\$ 19.442.430	\$ 65.167.422	\$ 19.687.405	\$ 19.687.405	\$ 19.687.405
Costo de cada vientre	\$ 2.175.900	\$ -			\$ -				\$ -
Total egresos	\$ -	\$ 64.356.530	\$ 19.442.430	\$ 19.442.430	\$ 19.442.430	\$ 65.167.422	\$ 19.687.405	\$ 19.687.405	\$ 19.687.405
Utilidad bruta	\$ -	-\$ 64.356.530	\$ 62.637.570	-\$ 19.442.430	-\$ 19.442.430	-\$ 7.711.422	\$ 93.712.595	\$ 33.232.595	\$ 114.376.595
UAll		-\$ 64.356.530	\$ 62.637.570	-\$ 19.442.430	-\$ 19.442.430	-\$ 7.711.422	\$ 93.712.595	\$ 33.232.595	\$ 114.376.595
Gastos financieros		\$ 3.640.000	\$ 3.239.863	\$ 2.825.160	\$ 2.395.362	\$ 1.949.920	\$ 1.488.264	\$ 1.009.803	\$ 513.927
UAI		-\$ 67.996.530	\$ 59.397.707	-\$ 22.267.590	-\$ 21.837.792	-\$ 9.661.342	\$ 92.224.332	\$ 32.222.792	\$ 113.862.669
Impuestos (1,6%)		\$ -	\$ 950.363	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 1.475.589	\$ 515.565	\$ 1.821.803
Utilidad neta	\$ -	-\$ 67.996.530	\$ 58.447.344	-\$ 22.267.590	-\$ 21.837.792	-\$ 9.661.342	\$ 90.748.742	\$ 31.707.228	\$ 112.040.866
Ingresos por prestamos	\$ 100.000.000								
Amortización a K		\$ 10.992.787	\$ 11.392.925	\$ 11.807.627	\$ 12.237.425	\$ 12.682.867	\$ 13.144.524	\$ 13.622.984	\$ 14.118.861
Inversión en vientres	\$ 217.590.000								
Flujo de caja neto	-\$ 117.590.000	-\$ 78.989.317	\$ 47.054.419	-\$ 34.075.217	-\$ 34.075.217	-\$ 22.344.210	\$ 77.604.219	\$ 18.084.243	\$ 97.922.005

8.7.4. Análisis financiero de los resultados.

Se construyó el flujo de caja proyectado por trimestres para el horizonte de dos años, considerando todos los supuestos técnicos, económicos y fiscales definidos en apartados anteriores para el proyecto. Este flujo de caja incluyó los ingresos derivados de la comercialización de crías y vacas descartadas, los egresos por costos operativos, amortización del crédito, impuestos bajo el Régimen SIMPLE y gastos financieros asociados al apalancamiento, así como la inversión inicial en vientres y el ingreso correspondiente al préstamo bancario por \$100.000.000.

El flujo de caja muestra que durante los primeros trimestres el proyecto enfrenta una alta presión financiera, generando flujos netos negativos consecutivos hasta el quinto trimestre, lo cual se debe a que los ingresos por ventas no comienzan a registrarse sino hasta el segundo trimestre, mientras que los costos fijos y las obligaciones financieras son constantes desde el

inicio. Sin embargo, a partir del sexto trimestre se observan flujos de caja positivos significativos, alcanzando su punto más alto en el último trimestre, con un valor neto de \$97.922.005, lo cual evidencia una recuperación progresiva de la inversión hacia la etapa final del proyecto.

8.7.4.1. Indicadores financieros del proyecto

Los principales indicadores financieros obtenidos del flujo de caja del proyecto se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 13. principales indicadores financieros obtenidos del flujo de caja

Indicadores financieros del proyecto obtenidos con las condiciones inicialmente planteadas		
INDICADOR	RESULTADO	CONSIDERACIÓN RESULTADO
VPN	-\$94.355.381	NEGATIVO
TIR	-3,73%	NEGATIVO
RCB	0,81	NEGATIVO
IRINI	0,20	NEGATIVO

En cuanto a los indicadores financieros, desde el flujo de caja se estimó un Valor Presente Neto (VPN) de -\$94.355.381, lo cual indica que el proyecto, tal como está planteado, no logra recuperar el valor de la inversión inicial descontada a la tasa de oportunidad del capital (6 % trimestral). Asimismo, la Tasa Interna de Retorno (TIR) fue negativa (-3,73 %), lo que refleja que el proyecto no alcanza el umbral mínimo de rentabilidad exigido por el inversionista. La Relación Beneficio-Costo (RBC) también resultó menor a 1 (0,81), lo que implica que, por cada peso invertido, se obtiene un retorno equivalente a solo \$0,81, reafirmando la inviabilidad financiera del modelo bajo las condiciones actuales.

Adicionalmente, el Índice de Rentabilidad sobre la Inversión Neta (IRINI) fue de 0,20, un valor que indica una eficiencia reducida del capital invertido. Este IRINI estimado en 0,20 significa que por cada peso de inversión neta (capital propio), se obtiene un retorno de tan solo 20 centavos al final del horizonte de evaluación. Este valor es bajo y refleja una rentabilidad deficiente del capital del inversionista, especialmente si se considera que la tasa de oportunidad del dinero para este tipo de negocios se ha fijado en 6 % trimestral. Un IRINI igual o inferior a 1 indica que el proyecto no está generando retornos proporcionales al esfuerzo financiero realizado, lo cual compromete su atractivo como alternativa de inversión.

Estos resultados pueden atribuirse a varios factores: en primer lugar, el alto costo inicial de adquisición de los vientres (más de \$217 millones), el cual representa un desembolso significativo que no es compensado con ingresos proporcionales en los primeros trimestres. En segundo lugar, el proyecto enfrenta costos operativos fijos importantes y márgenes de rentabilidad ajustados, lo que limita el excedente económico disponible para retribuir la inversión propia. Además, aunque se utiliza un apalancamiento financiero moderado con

tasas favorables, este no logra revertir el bajo rendimiento del capital propio debido a la insuficiencia de los flujos generados durante gran parte del ciclo productivo.

El análisis del Valor Residual Ajustado (IRVA) confirma estos hallazgos, mostrando una brecha creciente entre la inversión por recuperar y los flujos de caja generados en los primeros trimestres. Aunque en los últimos trimestres se registran excedentes positivos, estos no logran compensar el rezago financiero acumulado en la etapa inicial, reflejando un desbalance temporal entre ingresos y egresos.

Tabla 14. Análisis IRVA del proyecto

Análisis IRVA							
T	Inversión por recuperar al inicio	Costo del capital invertido	Amortización de la inversión y valor agregado	Flujo de Caja	Inversión por recuperar al final del período	Tasas de descuento	VPN acum. en tiempo
0					- 117.590.000		- 117.590.000
1	- 117.590.000	- 7.055.400	- 86.044.717	- 78.989.317	- 203.634.717	6,00%	- 192.108.224
2	- 203.634.717	- 12.218.083	- 34.836.336	- 47.054.419	- 168.798.381	6,00%	- 150.229.958
3	- 168.798.381	- 10.127.903	- 44.203.120	- 34.075.217	- 213.001.501	6,00%	- 178.840.168
4	- 213.001.501	- 12.780.090	- 46.855.307	- 34.075.217	- 259.856.809	6,00%	- 205.830.931
5	- 259.856.809	- 15.591.409	- 37.935.618	- 22.344.210	- 297.792.427	6,00%	- 222.527.825
6	- 297.792.427	- 17.867.546	- 59.736.673	- 77.604.219	- 238.055.754	6,00%	- 167.819.913

7	- 238.055.75 4	- 14.283.345	3.800.898	18.084.243	- 234.254.856	6,00%	- 155.792.858
8	- 234.254.85 6	- 14.055.291	83.866.714	97.922.005	- 150.388.142	6,00%	- 94.355.381

El resultado de este análisis del flujo de caja proyectado y sus indicadores financieros demuestra que el proyecto, bajo las condiciones evaluadas, no es financieramente viable. La alta inversión inicial, la demora en la generación de ingresos y los costos operativos fijos generan un desajuste que afecta negativamente la rentabilidad del negocio. Estos resultados permiten fundamentar la necesidad de replantear algunas variables estratégicas del modelo, como el monto de inversión, la eficiencia operativa, el precio de venta del ganado o la duración del proyecto, con el fin de optimizar su desempeño económico y convertirlo en una alternativa rentable y sostenible para el inversionista.

8.7.4.2. Análisis de sensibilidad

Se realizó un análisis de sensibilidad para considerar en qué condiciones este proyecto pudiera ser financieramente viable. Para este fin se tomaron en cuenta entonces dos variables importantes: El aumento del precio del Kg en la venta de animales y aumento en la productividad del ganado. Para comenzar se presenta el escenario en el cual se aumenta la producción de animales expresada en %.

Tabla 15. Análisis de sensibilidad

VPN	Incremento en ventas											
		10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	95%	100%
	\$ 50.376.343											
TIO	3,0%	- 16.048.768	894.277	17.837.323	34.780.368	51.723.413	68.666.459	85.609.504	102.552.549	119.495.595	127.967.118	136.438.640
	3,5%	- 22.090.812	- 6.227.476	9.635.861	25.499.198	41.362.534	57.225.871	73.089.208	88.952.544	104.815.881	112.747.549	120.679.218
	4,0%	- 27.882.170	- 13.059.759	1.762.652	16.585.062	31.407.473	46.229.884	61.052.294	75.874.705	90.697.116	98.108.321	105.519.526
	4,5%	- 33.434.167	- 19.615.531	- 5.796.895	8.021.741	21.840.377	35.659.013	49.477.649	63.296.284	77.114.920	84.024.238	90.933.556
	5,0%	- 38.757.567	- 25.907.109	- 13.056.651	- 206.193	12.644.265	25.494.723	38.345.181	51.195.638	64.046.096	70.471.325	76.896.554
	5,5%	- 43.862.605	- 31.946.209	- 20.029.813	- 8.113.417	3.802.980	15.719.376	27.635.772	39.552.168	51.468.565	57.426.763	63.384.961
	6,0%	- 48.759.012	- 37.743.972	- 26.728.933	- 15.713.894	- 4.698.854	6.316.185	17.331.225	28.346.264	39.361.303	44.868.823	50.376.343
	6,5%	- 53.456.042	- 43.311.000	- 33.165.958	- 23.020.916	- 12.875.874	- 2.730.832	7.414.210	17.559.252	27.704.295	32.776.816	37.849.337
	7,0%	- 57.962.503	- 48.657.381	- 39.352.260	- 30.047.138	- 20.742.016	- 11.436.895	- 2.131.773	7.173.349	16.478.470	21.131.031	25.783.592
	7,5%	- 62.286.772	- 53.792.718	- 45.298.663	- 36.804.609	- 28.310.555	- 19.816.500	- 11.322.446	- 2.828.391	5.665.663	9.912.690	14.159.718
	8,0%	- 66.436.826	- 58.726.153	- 51.015.480	- 43.304.806	- 35.594.133	- 27.883.460	- 20.172.786	- 12.462.113	- 4.751.440	- 896.103	2.959.233
	8,5%	- 70.420.258	- 63.466.394	- 56.512.529	- 49.558.665	- 42.604.800	- 35.650.936	- 28.697.071	- 21.743.207	- 14.789.342	- 11.312.410	- 7.835.478
	9,0%	- 74.244.298	- 68.021.733	- 61.799.168	- 55.576.604	- 49.354.039	- 43.131.474	- 36.908.909	- 30.686.345	- 24.463.780	- 21.352.497	- 18.241.215
9,5%	- 77.915.832	- 72.400.073	- 66.884.314	- 61.368.555	- 55.852.796	- 50.337.036	- 44.821.277	- 39.305.518	- 33.789.759	- 31.031.879	- 28.274.000	

El análisis de sensibilidad realizado sobre el aumento de la producción de animales muestra que esta variable tiene un impacto determinante en la viabilidad financiera del proyecto. Al aumentar del 40% al 100% la producción, se logran conseguir VPN positivos para el proyecto, sin embargo, aumentar la producción en un 100% implica los mejores resultados con la TIO deseada del 6%. Esto quiere decir que, al duplicar la cantidad de animales inicialmente proyectados, se logró revertir el Valor Presente Neto (VPN) de negativo a positivo en la mayoría de los escenarios evaluados, incluso manteniendo constantes los precios de venta y las condiciones de operación. En particular, el proyecto alcanzaría un VPN positiva de \$45.341.003 con la TIO deseada del 6 %, y mejora progresivamente a medida que se reduce el costo de capital o se consolidan los ingresos derivados del mayor volumen comercializado.

Este resultado evidencia que el volumen de producción es una variable crítica para la rentabilidad del negocio, ya que permite diluir los costos fijos, aprovechar mejor la infraestructura existente y aumentar los ingresos operativos sin un incremento proporcional en los costos variables. Además, según lo documentado en el estudio técnico (Castillo et al., 2010), esta duplicación del número de animales es técnicamente factible, siempre que se seleccione adecuadamente la finca a arrendar y se mantengan las condiciones de manejo proyectadas. En consecuencia, la ampliación de la escala productiva se presenta como una estrategia realista y eficaz para mejorar la rentabilidad del proyecto, y debe ser considerada como una opción prioritaria en cualquier ajuste o reformulación del modelo de negocio.

Al considerar este aumento, se plantea entonces analizar también la sensibilidad de un aumento en los precios de venta en los Kg de cada animal del proyecto. Los resultados de este análisis se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 16. Análisis de sensibilidad modificado

VPN	PRECIOS											
	\$ 50.376.343	7200	7300	7400	7500	7600	7700	7800	7900	8000	8100	8200
TIO	3,0%	61.400.703	70.780.446	80.160.188	89.539.930	98.919.672	108.299.414	117.679.156	127.058.898	136.438.640	145.818.382	155.198.124
	3,5%	47.669.652	56.795.847	65.922.043	75.048.239	84.174.435	93.300.630	102.426.826	111.553.022	120.679.218	129.805.414	138.931.609
	4,0%	34.465.830	43.347.542	52.229.254	61.110.966	69.992.678	78.874.390	87.756.102	96.637.814	105.519.526	114.401.239	123.282.951
	4,5%	21.766.282	30.412.192	39.058.101	47.704.010	56.349.919	64.995.828	73.641.738	82.287.647	90.933.556	99.579.465	108.225.374
	5,0%	9.549.163	17.967.587	26.386.011	34.804.435	43.222.859	51.641.283	60.059.707	68.478.131	76.896.554	85.314.978	93.733.402
	5,5%	- 2.206.317	5.992.593	14.191.502	22.390.412	30.589.322	38.788.232	46.987.141	55.186.051	63.384.961	71.583.870	79.782.780
	6,0%	- 13.519.952	- 5.532.915	2.454.122	10.441.159	18.428.195	26.415.232	34.402.269	42.389.306	50.376.343	58.363.379	66.350.416
	6,5%	- 24.410.589	- 16.628.098	- 8.845.607	- 1.063.117	6.719.374	14.501.865	22.284.355	30.066.846	37.849.337	45.631.827	53.414.318
	7,0%	- 34.896.179	- 27.311.208	- 19.726.236	- 12.141.265	- 4.556.294	3.028.678	10.613.649	18.198.620	25.783.592	33.368.563	40.953.535
	7,5%	- 44.993.827	- 37.599.634	- 30.205.441	- 22.811.248	- 15.417.055	- 8.022.862	- 628.668	6.765.525	14.159.718	21.553.911	28.948.104
	8,0%	- 54.719.830	- 47.509.947	- 40.300.064	- 33.090.181	- 25.880.298	- 18.670.415	- 11.460.532	- 4.250.649	2.959.233	10.169.116	17.378.999
	8,5%	- 64.089.723	- 57.057.943	- 50.026.162	- 42.994.381	- 35.962.601	- 28.930.820	- 21.899.039	- 14.867.259	- 7.835.478	- 803.697	6.228.083
	9,0%	- 73.118.319	- 66.258.681	- 59.399.043	- 52.539.405	- 45.679.767	- 38.820.129	- 31.960.491	- 25.100.853	- 18.241.215	- 11.381.577	- 4.521.939
	9,5%	- 81.819.742	- 75.126.524	- 68.433.306	- 61.740.088	- 55.046.871	- 48.353.653	- 41.660.435	- 34.967.217	- 28.274.000	- 21.580.782	- 14.887.564

El análisis de sensibilidad enfocado en el aumento del precio de venta de los animales evidenció que el proyecto alcanza viabilidad financiera cuando se comercializan las vacas a un precio base de \$8.000/kg y los terneros a \$10.000/kg, siempre que se mantenga la condición previamente identificada de duplicar la producción inicial. Bajo estos valores, el flujo de caja proyectado mejora significativamente, generando un Valor Presente Neto (VPN) positivo, incluso con una Tasa Interna de Oportunidad del 6 %, lo que indica que el proyecto supera el umbral mínimo de rentabilidad exigido por el inversionista.

Estos precios no son inalcanzables ni teóricos; por el contrario, el estudio de mercado realizado demuestra que es posible alcanzar dichos valores en contextos donde se comercializa ganado con genética mejorada, buen manejo sanitario, trazabilidad y diferenciación en la calidad del producto. Especialmente en nichos de mercado especializados o en ventas directas a compradores que valoran atributos productivos superiores, estos precios son competitivos y realistas.

Gracias a los análisis de sensibilidad realizados, el precio de venta y la cantidad de animales a vender se confirman como variables decisivas en la viabilidad económica del modelo de negocio, y su optimización, puesto que, a través de mejoras genéticas, diferenciación del producto y estrategias de comercialización más efectivas, se puede marcar la diferencia entre un proyecto inviable y uno financieramente atractivo. Este hallazgo valida la importancia de una estrategia comercial robusta como complemento indispensable al diseño técnico y operativo del proyecto ganadero.

8.7.5. Reconstrucción del flujo de caja con las variables corregidas

Tomando en consideración el replanteamiento de las variables de aumento de animales producidos y aumento en precio del Kg vendido, se reconstruyó el flujo de caja planteado considerando el impacto que aumentar estas dos variables tendrían sobre los ingresos y egresos del proyecto. Los resultados se presentan a continuación:

Tabla 17. Flujo de caja corregido para el proyecto

Periodo	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Producción (Kg)		0	22.800	0	0	15.960	25.200	11.760	37.240
Precio de venta		\$ -	\$ 8.000	\$ -	\$ -	\$ 8.000	\$ 10.000	\$ 10.000	\$ 8.000
Total ingresos		\$ -	\$ 182.400.000	\$ -	\$ -	\$ 127.680.000	\$ 252.000.000	\$ 117.600.000	\$ 297.920.000
Costo fijo trimestre	\$ 19.442.430	\$ 74.379.130	\$ 19.442.430	\$ 19.442.430	\$ 19.442.430	\$ 75.316.307	\$ 19.687.405	\$ 19.687.405	\$ 19.687.405
Costo de cada vientre	\$ 2.175.900	\$ -			\$ -				\$ -
Total egresos	\$ -	\$ 74.379.130	\$ 19.442.430	\$ 19.442.430	\$ 19.442.430	\$ 75.316.307	\$ 19.687.405	\$ 19.687.405	\$ 19.687.405
Utilidad bruta	\$ -	-\$ 74.379.130	\$ 162.957.570	-\$ 19.442.430	-\$ 19.442.430	\$ 52.363.693	\$ 232.312.595	\$ 97.912.595	\$ 278.232.595
UAll		-\$ 74.379.130	\$ 162.957.570	-\$ 19.442.430	-\$ 19.442.430	\$ 52.363.693	\$ 232.312.595	\$ 97.912.595	\$ 278.232.595
Gastos financieros		\$ 3.640.000	\$ 3.239.863	\$ 2.825.160	\$ 2.395.362	\$ 1.949.920	\$ 1.488.264	\$ 1.009.803	\$ 513.927
UAI		-\$ 78.019.130	\$ 159.717.707	-\$ 22.267.590	-\$ 21.837.792	\$ 50.413.773	\$ 230.824.332	\$ 96.902.792	\$ 277.718.669
Impuestos		\$ -	\$ 2.555.483	\$ -	\$ -	\$ 806.620	\$ 3.693.189	\$ 1.550.445	\$ 4.443.499
Utilidad neta	\$ -	-\$ 78.019.130	\$ 157.162.224	-\$ 22.267.590	-\$ 21.837.792	\$ 49.607.152	\$ 227.131.142	\$ 95.352.348	\$ 273.275.170
Ingresos por prestamos	\$ 100.000.000								
Amortización a K		\$ 10.992.787	\$ 11.392.925	\$ 11.807.627	\$ 12.237.425	\$ 12.682.867	\$ 13.144.524	\$ 13.622.984	\$ 14.118.861
Inversión en vientres	\$ 435.180.000								
Flujo de caja neto	-\$ 335.180.000	-\$ 89.011.917	\$ 145.769.299	-\$ 34.075.217	-\$ 34.075.217	\$ 36.924.285	\$ 213.986.619	\$ 81.729.363	\$ 259.156.309

Uno de los elementos más destacados es que el flujo de caja neto presenta valores positivos sostenidos a partir del segundo año del proyecto, con un incremento considerable en los ingresos operativos a medida que se estabiliza el ciclo productivo. El valor acumulado del flujo neto muestra una tendencia creciente que culmina en el trimestre 8 con \$259.156.309, lo que refleja una recuperación sólida de la inversión inicial de \$435.180.000. Esta mejora se produce a pesar de que los primeros trimestres siguen registrando flujos negativos, producto de los altos egresos por inversión inicial, costos fijos y obligaciones financieras asociadas al crédito.

La combinación de mayor volumen de producción y precios de venta más competitivos permite alcanzar utilidades netas elevadas en los últimos tres trimestres, con cifras superiores a los \$95 millones por trimestre y un pico de \$273.275.170 en el último periodo. Esta rentabilidad acumulada supera con creces los resultados del escenario inicial, en el cual el proyecto no lograba generar un Valor Presente Neto positivo ni cumplir con los umbrales mínimos de rentabilidad exigidos por la Tasa Interna de Oportunidad (6 % trimestral).

Además, se mantiene el control de los costos fijos y el apalancamiento financiero se sigue gestionando de forma responsable, con pagos de amortización y gastos financieros incorporados adecuadamente en cada periodo. Esto demuestra que el proyecto es capaz de responder a sus compromisos sin comprometer su liquidez, siempre que opere bajo las condiciones mejoradas de escala y precio.

8.7.5.1. Indicadores financieros corregidos para el proyecto

Los indicadores financieros corregidos calculados para el nuevo flujo de caja planteado se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 18. Indicadores financieros corregidos

Indicadores financieros corregidos para el proyecto		
INDICADOR	RESULTADO	CONSIDERACIÓN RESULTADO
VPN	\$50.376.343	POSITIVO
TIRM	7.16%	POSITIVO
RCB	1,07	POSITIVO
IRINI	1,15	POSITIVO
PRI FINANCIERO	En trimestre 7,95	ACEPTABLE

Con base en los nuevos indicadores financieros obtenidos tras el replanteamiento del flujo de caja del proyecto, es posible afirmar que el modelo de negocio adquiere viabilidad financiera bajo las condiciones mejoradas de operación, es decir, duplicando la producción de animales y ajustando el precio de venta a niveles competitivos y realistas según el estudio de mercado. Los resultados de estos indicadores reflejan un comportamiento positivo y coherente con un proyecto rentable y sustentable en el corto plazo.

El Valor Presente Neto (VPN) calculado es de \$50.376.343, lo cual indica que el proyecto no solo logra recuperar el valor de la inversión inicial descontado a la Tasa Interna de Oportunidad (TIO) del 6 % trimestral, sino que también genera valor adicional. Esto representa una diferencia significativa respecto al escenario inicial, donde el VPN era negativo. Se calculó la Tasa Interna de Retorno Modificada (TIRM) debido a que el flujo de caja calculado presenta un comportamiento no convencional, puesto que el movimiento de efectivo producido por los ingresos y egresos no se sigue un patrón lineal o constante a lo largo del tiempo, sino que

presentan variaciones significativas en diferentes periodos, con alternancia entre saldos positivos y negativos. Esta TIRM se incrementó a 7,16 %, superando la TIO, lo que confirma que el proyecto genera una rentabilidad superior al costo de oportunidad del capital y, por tanto, cumple con el criterio mínimo exigido para considerarse financieramente atractivo.

La Relación Beneficio-Costo (RBC) también mejora, alcanzando un valor de 1,07, lo que implica que por cada peso invertido se obtiene un retorno de \$1,07, validando así la eficiencia del uso del capital y reafirmando que los ingresos superan a los costos en valor presente. Por su parte, el Índice de Rentabilidad sobre la Inversión Neta (IRINI) asciende a 1,15, reflejando un adecuado rendimiento del capital propio invertido. Este valor representa una mejora sustancial frente al escenario original y es especialmente relevante desde la perspectiva del inversionista, ya que indica que el proyecto genera beneficios netos superiores al monto del capital aportado.

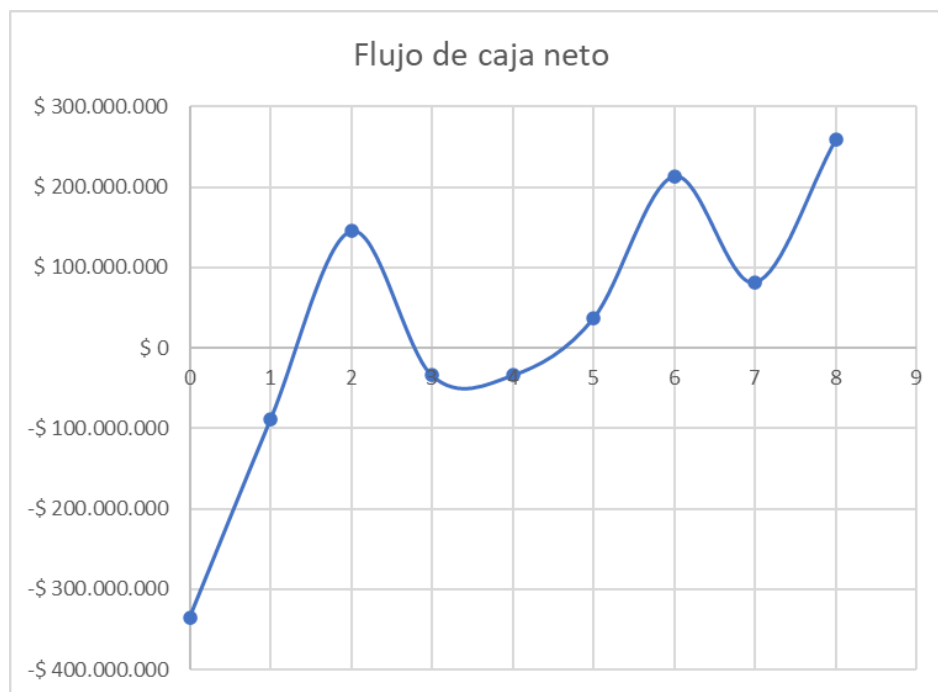


Figura 13. Gráfico del flujo de caja no convencional proyectado para el proyecto luego de estimar nuevamente las variables de cantidad y precio a vender durante el ciclo productivo.

Fuente: Elaboración propia.

El Período de Recuperación de la Inversión (PRI) se sitúa en 7,95 trimestres, es decir, aproximadamente en el segundo año del proyecto, lo cual coincide con el horizonte de operación planteado. Este resultado muestra que el capital inicial se recupera justo antes de finalizar la vida útil del proyecto, con un margen que permite obtener beneficios netos adicionales durante el último trimestre.

Dado que el flujo de caja proyectado para este negocio es de tipo no convencional, se observa que existen periodos en los cuales los egresos superan a los ingresos, especialmente en las primeras etapas del ciclo productivo, lo que genera saldos negativos temporales. Esta condición implica que el proyecto, aunque viable en el largo plazo, puede resultar poco

atractivo para algunos inversionistas, pues requiere necesariamente de apalancamiento financiero o de reservas de capital para poder cubrir las obligaciones en los momentos en que no se cuenta con flujo de caja suficiente. Por tanto, la gestión del financiamiento oportuno es clave para garantizar la sostenibilidad del modelo, ya que los inversionistas se verían obligados a aportar capital adicional de manera temporal o recurrir a fuentes externas de financiación, lo que incrementaría el costo del capital utilizado y afectaría directamente la rentabilidad esperada.

Tabla 19. Análisis IRVA corregido

Análisis IRVA corregido							
T	Inversión por recuperar al inicio	Costo del capital invertido	Amortización de la inversión y valor agregado	Flujo de Caja	Inversión por recuperar al final del período	Tasas de descuento	VPN acum. en tiempo
0					- 335.180.000		- 335.180.000
1	- 335.180.000	- 20.110.800	- 109.122.717	- 89.011.917	- 444.302.717	6,00%	- 419.153.507
2	- 444.302.717	- 26.658.163	119.111.136	145.769.299	- 325.191.581	6,00%	- 289.419.349
3	- 325.191.581	- 19.511.495	- 53.586.712	- 34.075.217	- 378.778.293	6,00%	- 318.029.559
4	- 378.778.293	- 22.726.698	- 56.801.915	- 34.075.217	- 435.580.208	6,00%	- 345.020.323
5	- 435.580.208	- 26.134.812	10.789.473	36.924.285	- 424.790.735	6,00%	- 317.428.349
6	- 424.790.735	- 25.487.444	188.499.175	213.986.619	- 236.291.561	6,00%	- 166.576.226
7	- 236.291.561	- 14.177.494	67.551.870	81.729.363	- 168.739.691	6,00%	- 112.221.532
8	- 168.739.691	- 10.124.381	249.031.928	259.156.309	80.292.237	6,00%	50.376.343

Finalmente, el análisis del Valor Residual Ajustado (IRVA) muestra una disminución progresiva en la inversión por recuperar y un crecimiento acumulado del valor generado, lo que refleja un buen equilibrio entre la recuperación de la inversión y la generación de excedentes. Esto valida la salud financiera del proyecto en cada etapa, especialmente a partir del segundo año, donde los flujos netos positivos son significativamente superiores. Estos indicadores permiten concluir que el proyecto, una vez ajustado en escala productiva y en precios de venta, es

financieramente viable y rentable, cumpliendo con los criterios de evaluación establecidos y generando valor económico para el inversionista.

8.8. Análisis de riesgos

El análisis de riesgos constituye una etapa fundamental dentro de la evaluación integral de proyectos, ya que permite identificar, clasificar y valorar los factores de incertidumbre que podrían afectar el cumplimiento de los objetivos técnicos, financieros y operativos del modelo de negocio propuesto. En el caso del presente proyecto, el análisis de riesgos adquiere especial relevancia debido a la naturaleza biológica de los procesos, la exposición a variables externas del entorno rural y la sensibilidad del modelo frente a condiciones de mercado y productivas.

Este apartado tiene como propósito examinar los principales riesgos asociados a la ejecución del proyecto en su contexto real, considerando tanto riesgos internos como fallas operativas, sanitarias o reproductivas, así como riesgos externos relacionados con factores climáticos, fluctuaciones de precios, disponibilidad de financiamiento o cambios en la normativa sectorial. Para ello, se abordará una clasificación estructurada de los riesgos según su origen, probabilidad de ocurrencia e impacto potencial sobre los resultados del proyecto, con el fin de jerarquizarlos y establecer estrategias de prevención, mitigación o transferencia.

El análisis de riesgos también se fundamentará en la información recolectada en etapas anteriores del estudio de prefactibilidad, incluyendo los hallazgos del estudio de mercado, el análisis técnico y los resultados del flujo de caja proyectado. De esta forma, se busca proporcionar una visión realista y proactiva sobre los desafíos que podría enfrentar el emprendimiento, fortaleciendo la toma de decisiones y reduciendo la vulnerabilidad del negocio ante escenarios adversos.

Además del enfoque tradicional de análisis de riesgos, se incorporará la metodología de análisis de riesgos por choque, propia de la gerencia de proyectos, la cual permite evaluar el efecto de eventos disruptivos sobre la ejecución del proyecto. Este enfoque se basa en modelar escenarios donde una o varias variables críticas cambian de forma repentina o severa, y se mide su impacto sobre el alcance, el cronograma, los costos y los resultados financieros del proyecto.

Aplicar el análisis por choque en este contexto permite valorar, por ejemplo, qué ocurriría si la tasa de preñez disminuye abruptamente por debajo del umbral estimado, si el precio de venta del ganado cae significativamente, o si se presenta un evento climático extremo que afecte la disponibilidad de pasturas. Estos escenarios permiten no solo dimensionar el nivel de exposición del proyecto, sino también fortalecer la capacidad de respuesta y resiliencia del modelo de negocio, facilitando la formulación de estrategias de mitigación o planes de contingencia realistas.

Este análisis complementa el proceso de evaluación del proyecto al introducir una dimensión cualitativa y estratégica, que permite anticipar desviaciones, proteger la inversión y garantizar la sostenibilidad del modelo productivo, alineado con las buenas prácticas en la gerencia de proyectos agroindustriales.

8.8.1. Riesgos identificados

Buscando anticipar y gestionar adecuadamente los riesgos a los que podría estar expuesto el proyecto de producción y comercialización de terneros con genética mejorada mediante inseminación artificial, se ha elaborado una matriz de probabilidades que contempla los eventos adversos más relevantes que podrían impactar técnica, operativa o financieramente la ejecución del modelo. Esta matriz no solo identifica los riesgos potenciales, sino que asigna una probabilidad de ocurrencia en los periodos que conforman el horizonte del proyecto, permitiendo así visualizar el impacto de cada riesgo a lo largo del tiempo y diseñar estrategias de respuesta efectivas que permitan contrarrestarlos, de igual forma, esta probabilidad establecida permitirá estimar cuánto es el impacto económico que cada riesgo traería para el proyecto en caso de materializarse.

En la siguiente tabla se presentan brevemente los eventos de riesgo considerados para este proyecto:

Tabla 20. Matriz de probabilidades de los riesgos en el proyecto

MATRIZ DE PROBABILIDADES	
Evento	Probabilidad estimada de ocurrir
Preñez menor al 50%	1%
Muertes vacas por anemia al periparto	10%
Prohibición exportar, mercado saturado	5%
Fenómeno El Niño, falta pastos	8%
Robo inventario por grupos armados	18%
Brucelosis, sacrificio total inventario	10%
Aftosa, muerte mayoría inventario	3%
No vacunar, inventario muere	5%
Terneros mal cuidados, bajo peso	1%
Malformaciones, terneros sin valor	2%
Rayo mata animales pastando	2%
Vacas mueren por mal manejo	20%
Falta mano de obra calificada	5%
Amenazas impiden acceso a finca	6%
Propietario incumple arriendo, desalojo	1%
No logran vender animales, pérdidas	3%

En primer lugar, se contempla el riesgo de preñez menor al 50 %, lo cual tendría un impacto directo sobre la eficiencia reproductiva del hato y reduciría considerablemente los ingresos esperados por venta de crías. Seguido de este se encuentra la muerte de vacas por anemia o complicaciones durante el periparto, un evento sanitario que no solo representa una pérdida de capital productivo, sino también una posible señal de deficiencias en el manejo nutricional o veterinario.

Otro riesgo considerado es la prohibición de exportaciones o la saturación del mercado, lo que limitaría las oportunidades comerciales y afectaría los precios de venta del ganado. Asimismo, el fenómeno de El Niño o la escasez de pastos podría comprometer la alimentación del hato, debilitando su condición corporal y reduciendo la productividad. Desde una perspectiva de

seguridad, se incluye el riesgo de robo del inventario por grupos armados, una amenaza que en zonas rurales representa una pérdida directa del activo principal del proyecto.

En términos sanitarios, se identifican eventos críticos como la aparición de brucelosis, que podría obligar al sacrificio total del inventario por disposición sanitaria, y la aftosa, enfermedad de alta propagación que también podría provocar la pérdida masiva del ganado. En esta misma línea, se considera el riesgo de no aplicar oportunamente las vacunas requeridas, lo que dejaría al inventario vulnerable a brotes prevenibles.

Desde el punto de vista productivo, existe la posibilidad de que los terneros no sean bien cuidados, resultando en bajo peso al destete, lo que reduce significativamente su valor comercial. También se incluye el riesgo de malformaciones congénitas en los terneros, lo cual puede surgir por fallas en la selección genética o en el protocolo de inseminación y dejar sin valor comercial a los animales nacidos.

Entre los eventos poco probables, pero posibles, se encuentra el impacto de rayos sobre animales pastando, lo cual puede ocasionar muertes imprevistas en zonas de alta actividad eléctrica. También se considera la muerte de vacas por mal manejo, una consecuencia directa de la deficiencia en la capacitación del personal encargado. Ligado a esto, se presenta el riesgo de falta de mano de obra calificada, especialmente en regiones rurales donde puede ser difícil encontrar personal con experiencia en ganadería especializada.

En el ámbito social y de orden público se contempla la posibilidad de amenazas o bloqueos que impidan el acceso a la finca, afectando la operación diaria y el suministro de insumos. Desde el punto de vista legal, existe el riesgo de que el propietario de la finca incumpla el contrato de arrendamiento o cause un desalojo anticipado, lo cual pondría en riesgo la continuidad operativa del proyecto. Finalmente, se incluye el riesgo de no lograr vender los animales o incurrir en pérdidas por baja demanda, situación que afecta la liquidez del negocio y su capacidad de cubrir costos operativos y financieros.

Cada uno de estos eventos ha sido evaluado de forma independiente en términos de su probabilidad de ocurrencia en cada trimestre del proyecto, lo cual permite identificar tendencias, priorizar riesgos y establecer controles específicos en los momentos de mayor vulnerabilidad. Esta metodología se complementará posteriormente con un análisis de impacto y estrategias de mitigación, de modo que el proyecto pueda contar con un plan integral de gestión de riesgos alineado con los principios de gerencia moderna y sostenibilidad en el sector agropecuario.

8.8.2. Simulación de riesgos en RISK

Con el fin de profundizar en la evaluación de la incertidumbre asociada al modelo de negocio propuesto, se realizó un análisis cuantitativo de riesgos utilizando el software @RISK, el cual permite simular múltiples escenarios mediante la técnica de Monte Carlo. Esta herramienta de simulación probabilística permite confrontar los eventos de riesgo previamente identificados, con sus respectivas probabilidades de ocurrencia y valores monetarios estimados de impacto sobre el Valor Presente Neto (VPN) del proyecto. La metodología se basa en realizar cientos o miles de iteraciones, considerando la variabilidad de cada evento, para calcular el efecto acumulado de los riesgos sobre los resultados financieros del proyecto, y así determinar qué riesgos deben ser priorizados para ser aceptados o mitigados; de igual manera, con este análisis estadístico se busca determinar correctamente si el valor de los riesgos estimados sobrepasa el VPN calculado para el proyecto durante la factibilidad financiera, por lo tanto, este análisis permitirá establecer si desde la disciplina del control de riesgos es viable realizar este proyecto ganadero.

Para este proceso, cada evento fue parametrizado con la probabilidad de ocurrencia asignada, basándose en referencias bibliográficas del sector pecuario y con un rango de impacto económico extraído del flujo de caja del proyecto. Estos datos permitieron calcular el valor esperado de cada riesgo, entendido como la pérdida económica promedio que puede generar cada evento en caso de que se materialice.



Figura 14. Valor estimado de cada riesgo esperado en el proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura se presentan los valores esperados monetarios para cada uno de los riesgos analizados. Los resultados muestran que el evento con mayor impacto económico esperado es el robo del inventario por grupos armados, con un valor estimado de \$6.860.894,87, lo que evidencia la vulnerabilidad del proyecto frente a problemas de seguridad rural, especialmente si se encuentra en zonas de difícil acceso o con presencia de actores armados. Le siguen en impacto la brucelosis y el sacrificio total del inventario (\$4.912.809,20), el fenómeno de El Niño y la falta de pastos (\$4.784.595,29), y la falta de vacunación que podría causar la muerte del hato (\$4.366.765,03), todos ellos eventos con alto costo económico y difícil recuperación.

En la categoría de impacto alto también se encuentran la aftosa (\$2.388.410,90), la muerte de vacas por mal manejo (\$1.904.573,39), y el no lograr vender los animales por saturación de mercado o baja demanda (\$1.860.670,68). Estos riesgos están ligados a factores sanitarios, de gestión operativa y comerciales, lo cual refuerza la importancia de implementar protocolos estrictos de bioseguridad, capacitación del personal y estrategias efectivas de comercialización. Otros eventos con valores esperados relevantes, aunque moderados, son el aumento de animales con malformaciones (\$201.227,80), la falta de mano de obra calificada (\$133.417,60), o el impacto de rayos en animales pastando (\$70.150,37), que, si bien tienen menor probabilidad o afectación, no deben ser ignorados en la planificación del riesgo.

8.8.3. Interpretación de los resultados

Con base en los resultados obtenidos a través del simulador @RISK, se identificaron y analizaron los eventos de mayor impacto económico potencial en caso de llegar a materializarse: el robo del ganado, las amenazas que restringen el acceso a la finca, el incumplimiento del plan de vacunación, la infección por brucelosis y los efectos del fenómeno de El Niño que conllevan sequías prolongadas. Estos riesgos fueron destacados por su alta capacidad de afectar significativamente los resultados financieros del proyecto, especialmente el Valor Presente Neto (VPN).

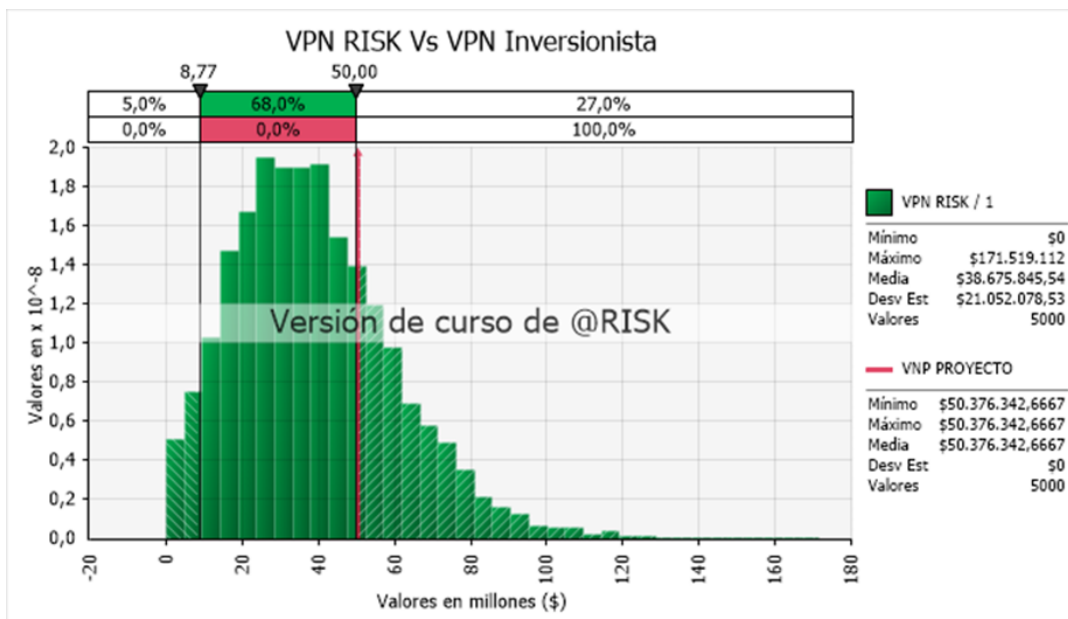


Figura 15. VPN de RISK vs VPN del inversionista expresado en millones de pesos.

Fuente: Elaboración propia en @Risk.

El Valor Presente Neto (VPN) del proyecto se estimó en el apartado anterior en \$50.376.342, lo cual en condiciones normales representa un resultado positivo que sugiere la viabilidad económica del modelo de negocio. Sin embargo, al incorporar los riesgos identificados en la matriz y al simular su impacto económico sobre el proyecto, se encuentra que el VPN medio asociado únicamente a los riesgos asciende a \$38.675.845, es decir, una cifra que representa aproximadamente el 77% del VPN total estimado del proyecto.

Este hallazgo tiene implicaciones relevantes: indica que, si se materializan uno o varios de los eventos de riesgo proyectados, el proyecto puede ver comprometida gran parte de su rentabilidad esperada, hasta el punto de anularla o, incluso, generar pérdidas. La cercanía entre ambos valores (VPN del proyecto y VPN medio de los riesgos) ilustra lo altamente sensible que resulta el modelo frente a condiciones adversas no controladas, especialmente aquellas de origen externo, como los factores sanitarios, climáticos y de seguridad rural previamente descritos.

Adicionalmente, al realizar una evaluación estadística de la distribución de los impactos simulados, se encuentra que existe una probabilidad del 68% de que el impacto económico total de los riesgos se encuentre en un rango entre \$8.000.000 y \$50.000.000. Si bien este rango incluye escenarios de baja afectación, también revela que existe una alta probabilidad de que los riesgos consuman entre el 15% y el 99% del VPN proyectado, lo cual plantea serias preocupaciones sobre la solidez del margen de rentabilidad.

A partir de este resultado, se puede realizar una reflexión en torno a la naturaleza y controlabilidad de los riesgos identificados. Algunos de estos eventos, como la falta de vacunación adecuada o la propagación de brucelosis, podrían considerarse riesgos controlables desde la administración interna del proyecto, siempre y cuando se cuente con un

protocolo sanitario riguroso, personal capacitado y una adecuada supervisión técnica. Sin embargo, otros riesgos de alto impacto como el robo de ganado, la restricción de acceso por amenazas de orden público o las condiciones climáticas extremas como las sequías asociadas al fenómeno de El Niño, se enmarcan claramente dentro del ámbito de riesgos externos no controlables desde la finca, y que dependen de factores sociopolíticos, territoriales o ambientales, ajenos a la gestión del equipo operativo del proyecto.

Esta distinción es crucial para la toma de decisiones, ya que, si bien el simulador muestra que el VPN del proyecto resiste la materialización de la mayoría de estos riesgos, dicha resistencia está acotada a un rango de probabilidades y condiciones específicas. El proyecto, por lo tanto, es viable en términos financieros bajo los supuestos del análisis, pero esta viabilidad está sujeta a un grado de exposición a eventos incontrolables que podría afectar severamente su rentabilidad real si se materializan en escenarios más intensos de lo proyectado. Esto no invalida la factibilidad del modelo, pero sí impone la necesidad de hacer un aviso al inversionista frente a la importancia de contar con mecanismos de mitigación robustos, así como una evaluación crítica de su propia tolerancia al riesgo.

En ese sentido, el inversionista debe considerar que, aunque los indicadores financieros como el VPN, la Tasa Interna de Retorno (TIR) y la Relación Beneficio-Costo (RBC) son positivos y atractivos bajo las condiciones planteadas, existe un riesgo estructural asociado al entorno de operación del proyecto que no puede ser eliminado completamente por estrategias internas. La presencia de grupos armados en zonas rurales, los vacíos de gobernabilidad, los riesgos sanitarios recurrentes y los impactos del cambio climático son realidades tangibles del contexto colombiano, especialmente en regiones ganaderas. Por ello, el inversionista debe considerar cuidadosamente si está dispuesto a asumir este tipo de exposición o si prefiere redirigir su capital hacia iniciativas con una menor carga de incertidumbre externa, aunque tal vez con retornos proyectados ligeramente menores.

9. Conclusiones.

9.1. Conclusión del Estudio Sectorial

El análisis del entorno sectorial permitió concluir que el proyecto es factible desde la perspectiva macroeconómica y productiva. La implementación de la inseminación artificial representa una oportunidad estratégica para modernizar el sector ganadero colombiano, alineándose con las tendencias globales de eficiencia genética, sostenibilidad ambiental y trazabilidad. La incorporación de tecnologías reproductivas puede catalizar transformaciones estructurales que fortalezcan la competitividad del sector en mercados nacionales e internacionales.

9.2. Conclusión del Estudio de Mercado

Desde la óptica del mercado, el proyecto también resulta factible. Se identificó una demanda potencial sólida para terneros con genética mejorada, sustentada en un mercado que valora la calidad por encima del género de los animales. Con base en ello, se estableció un precio promedio de venta de \$9.000 por kilogramo como punto de partida realista para las proyecciones financieras. La percepción positiva del mercado, frente a la genética mejorada generada por inseminación artificial, refuerza la viabilidad comercial del modelo.

9.3. Conclusión del Estudio Técnico

El estudio técnico demuestra que el proyecto es operativamente viable bajo condiciones mínimas de producción, planteadas en función de una finca arrendada. Sin embargo, se evidenció que los egresos proyectados superan las utilidades, lo que indica una eficiencia limitada en la configuración inicial. Este modelo representa un punto de partida conservador, pero con alto potencial de mejora al aumentar la escala productiva. Ante esto se podría considerar elevar el número de animales y optimizar el manejo reproductivo permitiría mejorar la rentabilidad sin comprometer la viabilidad técnica.

9.4. Conclusión del Estudio de Localización

La evaluación locativa permitió identificar como zonas óptimas para la implementación del proyecto a los municipios de Montería y Planeta Rica, ambos en el departamento de Córdoba. Estas regiones cuentan con condiciones agroecológicas favorables, infraestructura ganadera consolidada y una tradición en producción bovina que facilita la operación del modelo planteado. La disponibilidad de servicios, vías de acceso y cercanía a mercados ganaderos respaldan la selección de estas áreas como escenarios idóneos.

9.5. Conclusión del Estudio Legal

En términos legales y normativos, el proyecto es completamente factible. No se identifican barreras jurídicas para la contratación de personal, el arrendamiento de predios o la operación de la actividad ganadera bajo el marco legal colombiano. Se recomienda constituir el proyecto bajo la figura de persona natural acogida al régimen simple de tributación, lo cual permite optimizar el cumplimiento tributario con tarifas preferenciales aplicables al sector agropecuario.

9.6. Conclusión del Estudio Ambiental

Desde la perspectiva ambiental, el proyecto es viable siempre que se apliquen buenas prácticas de manejo de recursos naturales. La sostenibilidad del modelo depende en gran medida de la adecuada disponibilidad y uso racional del recurso hídrico, así como del mantenimiento de suelos fértiles para el pastoreo. La región de Córdoba ofrece condiciones naturales aptas para el desarrollo ganadero, pero se requiere implementar medidas de mitigación frente a riesgos como la erosión del suelo, compactación por pisoteo, pérdida de biodiversidad y gestión de residuos orgánicos.

9.7. Conclusión del Estudio Financiero

Inicialmente, los indicadores financieros del proyecto revelaban una inviabilidad bajo las condiciones de producción y precios proyectados, con un VPN negativo de -\$94.355.381, una TIR de -3,73% y una Relación Beneficio-Costo de 0,81. Sin embargo, tras el replanteamiento técnico y de mercado que contempló un incremento del 100% en la producción de terneros (duplicar esta producción) y un ajuste en los precios de venta a \$10.000 por kg, se lograría revertir el resultado negativo y obtener un VPN positivo, lo que demuestra que el modelo es financieramente viable bajo condiciones operativas mejoradas, respaldadas por la factibilidad de los estudios previos.

9.8. Conclusión del Estudio de Riesgos

El análisis de riesgos, realizado mediante simulación de en @RISK, permitió evidenciar que el proyecto es viable, pero altamente sensible a la materialización de eventos adversos. Con un VPN medio de \$50.376.342, y un impacto económico promedio de los riesgos estimado en \$38.675.845, se observa que estos pueden absorber gran parte de la rentabilidad del proyecto. Aunque se trata de eventos parcialmente controlables mediante una adecuada gestión interna, muchos corresponden a factores externos como el orden público, el clima o enfermedades sanitarias, lo cual implica que el inversionista debe contar con un perfil de riesgo adecuado y considerar estrategias de mitigación eficaces.

9.9. Conclusión General del Proyecto

A partir del análisis integral realizado bajo la metodología ONUDI, se concluye que el proyecto de implementación de inseminación artificial en una finca arrendada para la producción y comercialización de terneros con genética mejorada es factible en términos sectoriales, técnicos, de mercado, legales, ambientales y de localización. Tras ajustes estratégicos a la escala de producción y precios de venta, también se alcanza la viabilidad financiera, con indicadores positivos que respaldan la rentabilidad del modelo. No obstante, el proyecto presenta una alta sensibilidad a factores de riesgo externos, lo cual implica que su éxito está condicionado a una gestión rigurosa de las variables operativas y a la disposición del inversionista para asumir un nivel de riesgo relativamente elevado. Este proyecto se plantea entonces como una iniciativa innovadora y alineada con las tendencias de modernización del sector ganadero colombiano, que puede ser altamente rentable si se ejecuta en un entorno controlado y con mecanismos adecuados de protección frente a contingencias.

10. BIBLIOGRAFIA

- AGROSAVIA. (2023). *Asamblea nacional de miembros activos AGROSAVIA Responde a los retos locales, nacionales y globales, Informe Anual*. AGROSAVIA.
https://www.agrosavia.co/media/dknpkv4y/informe_anual_direccion_ejecutiva_2023.pdf
- Alragubi SM. (2020). Improved Reproductive Efficiency in Beef Cattle under Tropical and Sub-Tropical Environments. *International Journal for Research in Applied Sciences and Biotechnology*.
- Amilcar, R. (2004). *Metodologías matriciales de evaluación ambiental para países en desarrollo: matriz de Leopold y método MEL-ENEL*. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Baca, C. G. (2004). *Evaluación financiera de proyectos*. Fondo Educativo Panamericano.
- Barandiarán, M., Esquivel, M., Lacambra, S., Suárez, G. & Zuloaga, D. (2019). *Metodología de evaluación del riesgo de desastres y cambio climático para proyectos del BID. Documento técnico de referencia para equipos a cargo de proyectos del BID*. <https://doi.org/10.18235/0002041>
- Baruselli, P. S., Ferreira, R. M., Sá Filho, M. F. & Bó, G. A. (2018). Review: Using artificial insemination v. natural service in beef herds. *Animal*, 12, s45-s52.
<https://doi.org/10.1017/S175173111800054X>
- Baruselli, P. S., Souza, A. H. D., Sá, M. F. D., Marques, M. O. & Sales, J. N. D. S. (2018). Genetic market in cattle (Bull, AI, FTAI, MOET and IVP): Financial payback based on reproductive efficiency in beef and dairy herds in Brazil. *Animal Reproduction*, 15(3), 247-255. <https://doi.org/10.21451/1984-3143-AR2018-0091>

- BBVA research. (2024). Informe ganado bovino. 2024. <https://www.bbva.com/wp-content/uploads/2024/05/Informe-ganado-bovino-Sembrando-el-futuro-sector-agropecuario.pdf>
- Behrens, W., & Hawranek, P. M. (1991). *Manual for the preparation of industrial feasibility studies* (1.ª ed., Vol. 1). Unido Publication.
- Bernal, E. J. J., & Vasquez, M. P. T. (2006). Correlación entre espesor de la grasa dorsal, grasa en la décimo segunda costilla y área de lomo con parámetros reproductivos en ganado Brahman Comercial.
- Bó, G. A., & Baruselli, P. S. (2014). Synchronization of ovulation and fixed-time artificial insemination in beef cattle. 2014, *Animal Consortium*, 144-150.
- Bravo Parra, A. M. (2022). Cadenas sostenibles ante un clima cambiante La ganadería en Colombia. Bonn (Germany): Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). 142 p. ISBN: 978-958-8945-52-1.
- Butler, S. T., Hutchinson, I. A., Cromie, A. R. & Shalloo, L. (2014). Applications and cost benefits of sexed semen in pasture-based dairy production systems. *Animal*, 8, 165-172. <https://doi.org/10.1017/S1751731114000664>
- Cadavid Ramirez, P. (2023). *Diagnóstico económico y gestión de la biotecnología de inseminación artificial a tiempo fijo en un sistema de producción bovino de carne* [Práctica social empresarial o solidaria]. Universidad Cooperativa de Colombia.
- Carmona, M. H. C. (2010). Una propuesta de sistema de costos para el sector ganadero. [Trabajo de Grado, Universidad de Antioquia]. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/tgcontaduria/article/view/323571>
- Castillo, Á. R., Bueno Guzmán, G. A., Álvarez de León, M., Pérez Lopez, O. & Caicedo Guerrero, S. (2010). *Establecimiento, manejo y utilización de recursos forrajeros en*

sistemas ganaderos de suelos ácidos (1.ª ed.). Corpoica.

<https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/12703>

Contexto ganadero. (2024, febrero). Exportaciones ganaderas en 2023 y los pronósticos para 2024. Contexto ganadero.

<https://www.contextoganadero.com/economia/exportaciones-ganaderas-en-2023-y-los-pronosticos-para-2024>

Cooke, R. F., Cardoso, R. C., Cerri, R. L. A., Lamb, G. C., Pohler, K. G., Riley, D. G. &

Vasconcelos, J. L. M. (2020). Cattle adapted to tropical and subtropical environments: Genetic and reproductive considerations. *Journal of Animal Science*, 98(2), skaa015.

<https://doi.org/10.1093/jas/skaa015>

Córdoba Padilla, M. (2011). *Formulación y evaluación de proyectos* (2.ª ed.). Ecoe Ediciones.

<https://books.google.com.cu/books?id=1drDDQAAQBAJ&printsec=copyright#v=onepage&q&f=false>

Crowe, A. D., Lonergan, P. & Butler, S. T. (2021). Invited review: Use of assisted reproduction techniques to accelerate genetic gain and increase value of beef production in dairy herds. *Journal of Dairy Science*, 104(12), 12189-12206.

<https://doi.org/10.3168/jds.2021-20281>

DANE. (2023, diciembre 1). *Encuesta de Sacrificio de Ganado—ESAG - 2016—2023*

[Encuesta]. Encuesta de Sacrificio de Ganado - ESAG - 2016 - 2023.

<https://microdatos.dane.gov.co/index.php/catalog/808>

DANE. (2025). *Índice de Precios al Consumidor (IPC) Variación mensual, año corrido y anual 2024—2025* (No. Abril 2025). DANE.

- De Sá Filho, O. G. & Vasconcelos, J. L. M. (2011). Treatments to Optimize the Use of Artificial Insemination and Reproductive Efficiency in Beef Cattle under Tropical Environments. *Veterinary Medicine International*, 2011, 1-10. <https://doi.org/10.4061/2011/923053>
- Deutsche Gesellschaft für. (1998). *Planificación de proyectos orientada a objetivos (ZOPP)*. Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH. <https://www.nescon.medicina.ufmg.br/biblioteca/imagen/1524.pdf>
- DIAN. (2023). *El Régimen Simple de Tributación—RST*. www.dian.gov.co/impuestos/Regimen-Simple-de-Tributacion-RST/Documents/RST-2023.pdf
- Esparza, J. L. (2022). *Análisis y evaluación de proyectos*. Universidad autónoma del Estado de Quintana Roo. <http://web.uqroo.mx/archivos/jlesparza/acpsc137/Unidad%201%20PysInv.pdf>
- Ettema, J. F., Thomassen, J. R., Hjortø, L., Kargo, M., Østergaard, S., & Sørensen, A. C. (2017). Economic opportunities for using sexed semen and semen of beef bulls in dairy herds. *Journal of Dairy Science*, 100(5), 4161-4171. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11333>
- FAO, FIDA, UNICEF, OMS, & PMA. (2024). *Financiación para poner fin al hambre, la inseguridad alimentaria y todas las formas de malnutrición* (p. 48). FAO, FIDA, UNICEF, PMA y OMS. <https://openknowledge.fao.org/items/a64a8a14-7b05-40a0-a978-25deffdf4cf7>
- Fedegan. (2019). *Plan Estratégico de la Ganadería Colombiana*. Fedegan. <https://www.fedegan.org.co/plan-estrategico-de-la-ganaderia-colombiana-2019>
- Fedegan. (2022). Balance y perspectivas del sector ganadero en Colombia. Fedegan. https://estadisticas.fedegan.org.co/DOC/download.jsp?pRealName=Balance_Perspectivas_ganaderia_colombiana_2021_2022_.pdf&ildFiles=817

Fedegan. (2024). *Precios* (Compilado precios de ganado gordo No. 071). Fedegan.

<https://www.fedegan.org.co/estadisticas/precios>

Fedegan. (2025a). *023-Consumo aparente per cápita anual de carnes* (No. 023). Fedegan.

<https://www.fedegan.org.co/estadisticas/consumo-0>

Fedegan. (2025b). *Importaciones y exportaciones* (059, 060). Fedegan.

<https://www.fedegan.org.co/estadisticas/importaciones-y-exportaciones>

Fedegan. (2025c). *Precio ganado gordo Kilo en pie—Macho Ceba* (Consumo No. 071).

Fedegan. <https://www.fedegan.org.co/estadisticas/precios>

García Florez, J. E. (2019). *Actualización en protocolo de inseminación artificial a tiempo fijo*

IATF. Universidad Cooperativa de Colombia.

<https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/b0ff4919-d79d-4581-8a6e-9186cd90bde1/content>

González-Quintero, R., Barahona-Rosales, R., Bolívar-Vergara, D. M., Chirinda, N., Arango, J.,

Pantévez, H. A., Correa-Londoño, G. & Sánchez-Pinzón, M. S. (2020). Technical and environmental characterization of dual-purpose cattle farms and ways of improving production: A case study in Colombia. *Pastoralism*, 10(1), 19.

<https://doi.org/10.1186/s13570-020-00170-5>

Hufana-Duran, D. & Duran, P. G. (2020). Animal reproduction strategies for sustainable

livestock production in the tropics. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 492(1), 012065. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/492/1/012065>

ICA. (2023, diciembre 1). *Censo pecuario nacional*. Reporte Anual: Censo Pecuario Nacional.

<https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/epidemiologia-veterinaria/censos-2016/censo-2018>

ICA. (2024). *Material Genético Animal*. Instituto Colombiano Agropecuario.

<https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/bioseguridad-y-recursos-geneticos.aspx>

IDEAM. (2023). *Informe de gestión plan de acción anual*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios ambientales. IDEAM.

https://www.ideam.gov.co/sites/default/files/transparencia/planeacion/informe_segimiento_plan_de_accion_anual_paa_2023_final.pdf

Jiménez, N. J. C., Miranda, F. C. & Gantiva, O. H. D. (2008). El sector de ganadería bovina en Colombia. Aplicación de modelos de series de tiempo al inventario ganadero. *Revista Facultad de Ciencias Económicas Investigación y Reflexión*.

Kloss, D., & Kunter, M. (2016). The Van Westendorp price-sensitivity meter as a direct measure of willingness-to-pay. *European Journal of Management*, 16(2), 45-54.

<https://doi.org/10.18374/EJM-16-2.4>

Ortegón, E., Pacheco, J. F., & Prieto, A. (2005). *Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas*. Naciones Unidas, CEPAL, ILPES, Área de proyectos y programación de inversiones.

Pagnaco, G. (2016). *Genetica animale, Applicazioni zootecniche e veterinarie Seconda edizione* (Seconda edizione). Casa Editrice Ambrosiana.

Parra Gil, A. (2023). *Informe de seguimiento a indicadores de procesos 2023*, No. 2; Segundo Trimestre. Ministerio Agricultura. https://www.minagricultura.gov.co/planeacion-control-gestion/Gestin/PLANEACION/Metas_objetivos_indicadores_de_gesti%C3%B3n_y_o_desempe%C3%B1o/2023/SEGUNDO_INFORME_SEGUIMIENTO_INDICADORES_DE_PROCESOS_2023.pdf

ProExport. (2024). *Oportunidades para el comercio exterior*. ProColombia.

https://procolombia.co/system/files/2024-05/revista_de_oportunidades_proexport_cordoba.pdf

Project Management Institute. (2021). *Guía de los fundamentos para la dirección de Proyectos (Guía del PMBOK®): Vol. Project Management Institute (2021.ª ed.)*. Project Management Institute, editor.

Riveros-Pinilla, D. A., Marin-Cossio, L. C., Parra-Arango, J. L., Peña-Joya, M., Chacón-Jaramillo, L., & Góngora O, A. (2018). Comparación de dos protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo en vacas Brahman. *Revista MVZ Córdoba*, 23(S), 7025-7034. <https://doi.org/10.21897/rmvz.1425>

Ruelle, E., Shalloo, L. & Butler, S. T. (2021). Economic impact of different strategies to use sex-sorted sperm for reproductive management in seasonal-calving, pasture-based dairy herds. *Journal of Dairy Science*, 104(11), 11747-11758. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-20150>

Sectorial Informes. (2023). *Informe Ganadero*. Cámara de Comercio de Bogotá. <https://bibliotecadigital.ccb.org.co/server/api/core/bitstreams/8084ec30-c67b-4ad8-8ccd-755a0c8e0ac9/content>

Silva Quiroz, L. J. (2014). *Evaluación de dos protocolos para Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF) bajo condiciones de trópico Amazónico Colombiano* [Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD)]. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/4198/79540031.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Solano, M. J. & Ramirez, X. (2013). *Aplicación de P4 intravaginal en protocolos de IATF en vacas y aprovisionamiento de un equipo de inseminación artificial en el centro de*

apoyo “Juan Lunardi” (pp. 32-33). Universidad Politécnica Salesiana, sede matriz Cuenca.

UPRA. (2021). *Valores comerciales de referencia de la tierra - VCRT* (Insumo para la definición de los montos máximos del subsidio integral de acceso a tierras - SIAT No. 8.5; UPRA).

https://upra.gov.co/en/Documents/01_Proyectos_Normativos/202103_documento.pdf

UPRA. (2024). Exportaciones de productos agropecuarios y agroindustriales.

<https://www.agronet.gov.co/Lists/Boletin/Attachments/23630/Exportaciones%20de%20productos%20agropecuarios%20y%20agroindustriales%20marzo%20de%202024.pdf>

USDA. (2024, noviembre 4). *Production—Beef*. USDA Top Producing Countries 2023/2024

Beef Production. <https://fas.usda.gov/data/production/commodity/0111000>

Villarreal, N. & Arbeláez, M. A. (2023). *Análisis de producto: Ganado bovino y bufalino*. Bolsa

Mercantil de Colombia. <https://www.andi.com.co/Uploads/Informe-de-Ganado-Bovino-y-Bufalino-BMC-2023.pdf>

Voght, D. & Swartz, H. (2021). *Inbreeding: Its Meaning, Uses and Effects on Farm Animals*.

University of Missouri Department of Animal Sciences.

<https://extension.missouri.edu/media/wysiwyg/Extensiondata/Pub/pdf/agguides/ansi/g02911.pdf>