



**Estudio de viabilidad financiera y factibilidad técnica en la implementación del sistema IoT
enmarcada en la ganadería de precisión como idea de negocio.**

Johnnathan Alejandro Cardenas Bautista

&

Lorena Alexandra Castellanos Angel

Octubre 2024

Politécnico Gran Colombiano.

Maestría en Gerencia de Proyectos.

Dedicatoria

Dedicamos este proyecto de grado a nuestras familias, por su apoyo incondicional durante el proceso.

Resumen

La ganadería desempeña un papel esencial en la economía de Colombia, siendo una fuente vital de ingresos y empleo. No obstante, enfrenta importantes desafíos en términos de eficiencia y sostenibilidad. El Internet de las Cosas (IoT) se presenta como una solución eficaz al permitir la monitorización en tiempo real de diferentes variables en la gestión ganadera, lo que facilita la optimización de los procesos productivos.

Este estudio está dividido en tres etapas. La primera etapa ofrece una visión del estado actual de la ganadería en Colombia y los desafíos que enfrenta. La segunda etapa examina como la incorporación de tecnologías avanzadas, como el IoT, puede revolucionar la ganadería de precisión. Finalmente, la tercera etapa evalúa la viabilidad técnica y económica de implementar estas tecnologías en el sector ganadero.

El IoT proporciona mejoras significativas, como un aumento en la eficiencia productiva mediante la recopilación de datos en tiempo real, lo que permite una toma de decisiones más rápida y eficaz. También mejora la gestión de recursos naturales, como el agua, a través de una monitorización continua y la reducción del desperdicio.

La incorporación de nuevas tecnologías resulta crucial en el contexto del mercado global, ya que incrementa la competitividad de los productores y productos ganaderos en comparación con sus rivales regionales. En conclusión, la integración del IoT en la ganadería colombiana aborda los

problemas de eficiencia y sostenibilidad y refuerza la posición competitiva del sector en un entorno global cada vez más exigente.

Palabras clave

Ganadería de precisión, internet de las cosas, eficiencia productiva en la ganadería, sostenibilidad ganadera, gestión de recursos agrícolas, desarrollo sostenible.

Tabla de Contenidos

Resumen.....	3
Palabras clave.....	4
Tabla de Contenidos.....	5
Capítulo I.....	8
Introducción e información general.....	8
Título de la propuesta.....	8
Planteamiento del Problema.....	9
Descripción del problema.....	10
Elementos del problema:.....	11
Formulación del problema:.....	12
Objetivos.....	12
Objetivo General.....	12
Objetivos Específicos.....	12
Justificación.....	14
Pertinencia a la Disciplina.....	17
Capítulo II.....	19
Antecedentes.....	19
Capítulo III.....	28
Marco Teórico.....	28
Estudio de Mercado - Ganadería en Colombia.....	28
Predios ganaderos por la actividad principal del hato.....	32
Actividad principal del hato.....	33
Ingreso y uso del internet.....	34
Cantidad de ganaderos por nivel educativo Total nacional.....	35
Agricultura tradicional.....	37
Agricultura de precisión.....	37
Sostenibilidad y Eficiencia.....	38
Incorporación Tecnológica.....	40
Análisis del Modelo de Negocio.....	41

Modelo Canvas.....	42
Desarrollo de Proyectos Agroempresariales.....	44
Capítulo IV.	
Marco Metodológico.....	45
Enfoque investigativo.....	45
Método mixto.....	45
Técnicas de recolección de la información: Técnicas.....	51
Fuente: Elaboración Propia.....	54
Recolección de la información: Muestra.....	54
Fuente: Elaboración Propia.....	55
Datos.....	55
Muestra.....	56
Caracterización de la Muestra.....	57
Método investigativo.....	58
Recursos.....	60
Capítulo V.....	62
Resultados.....	62
Contexto base.....	62
Internet de las cosas (IoT).....	66
Implementaciones anexas al proceso:.....	70
Cambios tras la Implementación del Sistema.....	71
Análisis de viabilidad financiera.....	71
Costo de inversión.....	71
Cálculo del VPN (con una tasa de descuento del 10% como ejemplo).....	76
Cálculo.....	76
Comparación con la TIR.....	77
Tabla 11.Estado de Flujo de Efectivo Resumido.....	77
Análisis.....	78
Posibles Stakeholders del Proyecto y su Impacto.....	80
Tabla de Stakeholders y su Impacto en el Proyecto.....	82
4. Modelo Canvas.....	83
Factibilidad Técnica.....	85
Tecnología.....	87
2. Infraestructura.....	89

3. Recursos Humanos.....	90
4. Gestión del Proyecto.....	90
5. Riesgos y Mitigación.....	91
6. Impacto en la Productividad.....	92
Conclusión del Balance Técnico.....	93
Capítulo VI.....	98
Conclusiones.....	98
Interpretación de los Resultados de la Investigación e Innovación en Ganadería de Precisión.....	98
Escenarios Epistemológicos y Metodológicos.....	102
Epistemológicos:.....	102
Metodológicos:.....	102
Recomendaciones.....	103
Elementos no abarcados en este estudio (Base para futuras investigaciones).....	103
Lista de referencias.....	103
Apéndice.....	109

Lista de tablas

Tabla 1. Método y enfoque de investigación.	48
Tabla 2. Técnicas de recolección.	52
Tabla 2. Criterio de la Muestra	59
Tabla 3. Método a robas	61
Tabla 3. Recursos	62
Tabla 4. Variables de las metodolgías	67
Tabla 7. Presupuesto.	70
Tabla 8. Estimación de costos.	74
Tabla 10. Proyección - Flujo de caja	77
Tabla 11. Estado de Flujo de Efectivo Resumido	80
Tabla 12. Stakeholders.	85
Tabla 13. Modelo Canvas	87
Tabla 14. Elementos de implementación tecnológico	90
Tabla 15. Identificación de infraestructura	92
Tabla 16. Identificación de los recursos humanos	93
Tabla 17. Etapas de la gestión	94
Tabla 18. Hallazgo del impacto	95

Lista de Gráficas

Gráfica 1. Frecuencia de identificación.	25
Gráfica 2. Caracterización de la actividad ganadera.	30
Gráfica 3. Caracterización de actividad ganadera a partir de registros educativo	32
Gráfica 4. Actividad del hato	33
Gráfica 5. Caracterización ganadera según género	35
Gráfica 6. Cantidad de ganaderos por nivel educativo	36

Capítulo I.

Introducción e información general.

Título de la propuesta

Estudio de viabilidad financiera y factibilidad técnica en la implementación del sistema IoT enmarcada en la ganadería de precisión como idea de negocio.

¿Cuál es la viabilidad financiera y la factibilidad técnica para la implementación del sistema IoT enmarcado en la ganadería de precisión como idea de negocio a partir de las necesidades de productores ganaderos ubicados en la región del Casanare?

Planteamiento del Problema.

El sector agrario colombiano actual enfrenta problemas significativos que impiden el pleno desarrollo, la productividad y la competitividad en el marco de los mercados emergentes. Portafolio (2021), revela que “ La escasez de tecnificación es uno de los problemas más prioritarios que disminuyen el desarrollo y la productividad en un 40%”. La ganadería, en particular, todavía se realiza con tecnologías incipientes, con controles manuales de competencia local y sin la posibilidad de implementar prácticas modernas que permitan automatizar los procesos de levante y producción de ganado.

Los ganaderos colombianos se enfrentan a otros mercados emergentes en un entorno global cada vez más competitivo que basa principalmente su ventaja competitiva en la capacidad de producir la cantidad requerida. Es crítico observar que la mayoría de los otros países han avanzado particularmente en la automatización y otras tecnologías de precisión como el uso de IoT. Por otro lado, gran parte de los productores colombianos continúan utilizando prácticas agrícolas obsoletas, lo que no garantiza una eficiencia operativa que les permita competir a nivel mundial. Por lo tanto, la implementación de nuevas tecnologías podría beneficiar a los ganaderos al permitirles monitorear sustancialmente sus sistemas de producción, aprovechar al máximo sus recursos y reducir costos de producción.

Además, los productores rurales se enfrentan a dificultades de naturaleza estructural, como la falta de acceso a mercados estables y precios justos. En particular, de acuerdo con la información proporcionada por la Universidad Nacional, “la carencia de vías en Colombia hace imposible que los productos de los campesinos sean transportados, causando costos añadidos en los procesos productivos del campo”(Agencia UNAL, 2022). Esto, a su vez, junto con los altos niveles de fluctuación de precios en los mercados de distribución y la competencia con otros productores nacionales y las importaciones, conduce a una disminución adicional en los márgenes de ganancia de los ganaderos locales. La investigación que aboga por la incorporación de tecnologías IOT en la ganadería de precisión, no se propone solo para nivelar los procesos de producción. En particular, también pretende mejorar la competitividad de este sector frente a los mercados emergentes. A través de la implementación de tecnologías que proporcionan datos en

tiempo real sobre el bienestar del ganado, y otros factores, los productores colombianos podrían aumentar su producción, disminuir las ineficiencias y consolidarse como competidores en el mercado global.

Descripción del problema.

La escasa aplicación de tecnologías y el uso limitado de la información para el mejoramiento de los procesos de producción ganadera y la falta de herramientas digitales y la subutilización de la información para mejorar la eficiencia y la sostenibilidad en la producción. Este escenario también puede limitar la capacidad de los productores para optimizar sus operaciones, control de la salud y el bienestar de los animales, administración eficaz de los recursos alimentarios, hídricos y farmacológicos, derivando en decisiones poco informadas, costo y recursos. La falta de inversión en recursos como la tecnología y la falta de voluntad para adoptar soluciones digitales puede socavar la productividad, aumentar los costos e impactar negativamente en el medio ambiente cuando no se utiliza un enfoque más eficiente.

Elementos del problema:

Después de haber identificado los principales factores que forman la naturaleza del problema primario en cuestión, se forman los siguientes criterios:

1. Dado el hecho de que la huida y otras variables necesarias para determinar la precisión al momento de vender productos cárnicos son difíciles de conseguir.

2. Los factores mencionados no se pueden evaluar convenientemente a lo largo de la cadena de producción, y es básicamente imposible aumentar estos métodos sistemáticamente.
3. Debido a la falta de información, hay una diferencia en los precios de los mercados individuales, ya que asignar la información que permitiría a los representantes mantenerse en contacto con ellos.
4. Los ganaderos no tienen acceso a la información y la formación, lo que les dificulta adquirir y asimilar la innovación en la esfera de las prácticas de tecnologías agrícolas eficientes y sostenibles.

Formulación del problema:

¿Cuál es la viabilidad financiera y la factibilidad técnica para la implementación del sistema IoT enmarcado en la ganadería de precisión como idea de negocio a partir de las necesidades de productores ganaderos ubicados en la región del Casanare?

Objetivos

Objetivo General

Desarrollar una propuesta de formulación de un proyecto para la implementación del sistema IoT como idea de negocio en el contexto de ganadería de precisión, a partir de las necesidades de productores ganaderos ubicados en la región del Casanare.

Objetivos Específicos

- a. Desarrollar y aplicar un estudio de mercado que considere variables como la ubicación geográfica, tamaño de la explotación y tipo de ganado, para evaluar su diversidad y obtener resultados significativos a partir de la ganadería de precisión.
- b. Evaluar la viabilidad financiera en la implementación del sistema IoT como idea de negocio en el contexto de la ganadería de precisión, a partir de las necesidades de productores ganaderos ubicados en la región del Casanare.
- c. Realizar un estudio de factibilidad técnica, de acuerdo con las necesidades enmarcadas en la zona seleccionada, que demuestre el uso y la viabilidad del proyecto, identificando sus ventajas y desafíos potenciales.
- d. Analizar el impacto a nivel social, ecológico y económico que tendría la implementación de tecnología en la producción ganadera en términos estratégicos, proyecciones gerenciales y viabilidad financiera y operativa del proyecto.

Justificación

El sector agropecuario es sin duda uno de los motores más importantes de la economía colombiana, de acuerdo con la publicación realizada por la revista Portafolio, la cual resalta el valor del agro en la economía colombiana aportando aproximadamente el 6% de PIB nacional. (Portafolio, 2021) Así, es importante implementar estrategias para mejorar la productividad y rentabilidad de los pequeños y medianos productores del país.

El sector ganadero es esencial en el desarrollo social de distintas áreas del sector rural colombiano como lo afirma la BMC (Bolsa Mercantil de Colombia) al afirmar que:

“En Colombia la ganadería es la actividad más destacada dentro de la producción pecuaria y se encuentra por encima de otras actividades como la producción avícola, porcina o piscícola, lo que da muestra de su importancia en la economía colombiana.

Así mismo, en 2021 el valor agregado de la ganadería contribuyó con el 25.4% del valor agregado del subsector agropecuario” (Villarreal, 2023)

Sin embargo, se enfrenta a varios desafíos en términos de su sostenibilidad medioambiental, ya que se trata de implementar prácticas responsables permitiendo utilizar los beneficios de la ganadería sin dañar y comprometer el medio ambiente y las comunidades en que participan de estas implementaciones.

La producción ganadera es una de las actividades con mayor participación económica a nivel nacional, a través de la práctica denominada engorde de ganado, que refiere al proceso comercial ganadero (vacuno, porcino y ovino), en el cual los animales son criados para aumentar su peso con fines de venta de carne.

Dicha práctica centra su objetivo en la obtención de peso y volumen de producción. Para ello, el pesaje es el mecanismo según el cual se pondera el resultado de la producción ganadera, antes de iniciar la cadena de comercialización, de donde derivan los resultados financieros.

A pesar de ello, este proceso no resulta ser eficaz, ni eficiente en los procesos de comercialización implementados por los pequeños y medianos ganaderos, dado que la fluctuación en los valores y el poco seguimiento que se hace al proceso mismo de producción no permiten determinar los costos reales, ni tomar medidas suficientes para estandarizar y regular las variables que se presentan durante todo el proceso, lo anterior pone en riesgo el margen de utilidad obtenido por la actividad ganadera.

Actualmente, los valores levantados para el peso del ganado y volumen, son adquiridos bajo procesos rudimentarios que no generan confianza. Considerando que esos datos son adquiridos en un instante de producción y tiene repercusión sobre el proceso comercial, la falta de datos confiables limita la posibilidad de realizar la evaluación y proyección del comportamiento de la cadena de producción y la habilidad de generar estrategias en el ámbito financiero, estratégico e innovación. La gestión en LA de datos, por otra parte, facilitará ordenar la información adquirida

en el proceso de pesaje y producción para tomar decisiones estratégicas. Al registrar y analizar información como raza, sexo, peso, calidad, edad y costos de producción entre otros, permitirá identificar oportunidades para mejorar el proceso productivo, reducir costos y aumentar la rentabilidad para el ganadero en Colombia. En todos los sentidos, la optimización del proceso de pesaje en el agro colombiano a través de la tecnología y manejo de datos, es una estrategia clave para la modernización y sostenibilidad aumentando la productividad y competitividad del producto agropecuario nacional.

Una de las estrategias que se propone es optimizar el proceso de pesaje pecuario a través de la modernización de los sistemas convencionales y la gestión de datos que puedan ofrecer la incorporación de nuevas tecnologías prácticas y eficientes, representando un impacto social y económico en una de las actividades económicas más importantes de Colombia, aportando así a la dignificación de los campesinos y ganaderos, que por la falta de capacitación y acceso a nuevas tecnologías se ven abocados a la ejecución de trabajos pesados, lentos tediosos y poco fructíferos dentro de un escenario comercial que es a su vez altamente competitivo. En este sentido, la mejora mínima en la capacidad productiva, refleja un alto impacto en el proceso de producción y las ganancias obtenidas en la medida del tiempo.

Pertinencia a la Disciplina

El presente proyecto investigativo se localiza en la sub-línea de Emprendimiento y Nuevos Negocios, con el fin de estudiar y comprender el rol fundamental de la administración estratégica y el desarrollo en el entorno de los nuevos modelos de negocio a través de un estudio de viabilidad. Asimismo, busca crear un aporte significativo al entorno de la ganadería en Colombia para que este pueda competir e implementar procesos de tecnificación.

Por lo anterior, la capacidad para innovar y adaptarse a los nuevos desafíos comerciales y del mercado se han vuelto fundamentales para el éxito y la supervivencia de las actividades económicas. Es por eso que la administración estratégica y las herramientas de proyectos juegan un papel importante en la planificación, ejecución, seguimiento y evolución de nuevos proyectos, fomentando la generación de alternativas innovadoras que aporten valor a la sociedad.

Capítulo II.

Antecedentes

La ganadería en Colombia representa una de las principales actividades económicas, de allí que resulte de gran importancia, mejorar los procesos productivos en miras no solo a una optimización financiera y de inversión, sino, en pro de una ganadería sostenible y responsable con el medio ambiente.

En consideración de lo anterior esbozaremos algunos adelantos que han subyacen a esta investigación y que nos permitirán tener una visión más panorámica del agro colombiano.

Para iniciar cabe señalar que la población bovina en Colombia asciende a 22.6 millones de bovinos. De los cuales, los terneros representan el 17.82%, las vacas (mayores de un año) el 56%, y los machos (mayores de un año) el 26.16%. El consumo per cápita de carne bovina en el país es de 20.8 kg, según datos de FEDEGAN de 2013.

En América Latina, la producción de carne y leche ha aumentado un 22% durante los últimos diez años basados en el consumo. Esta tasa es más rápida en comparación con la producción en los Estados Unidos y Europa. Al final, el uso de las cantidades producidas fue aumentado por la combinación de sistemas de cultivo combinados que se hicieron más intensivos, junto con los sistemas silvopastoriles, mientras que la producción de productos lácteos creció considerablemente. Cambios similarmente notables se realizaron en cuanto a la ingesta de calorías y gramajes de proteínas, para casi todos los países, con un drástico aumento

en el consumo promedio por cabeza de carne y leche, y una cifra considerable en el de aves de corral. Los consumidores cambiaron de las carnes rojas hacia el consumo de la carne de pollo. Sin embargo, en paralelo, se ha producido un dramático aumento en la producción de carne y leche por cabeza de ganado en todas las especies.

Estas tendencias han llevado a un sólido aumento en la producción de carne y leche por cabeza en todas las especies de ganado de América Latina. Este no es solo un fenómeno latinoamericano, es un fenómeno global: el 70 % del aumento en la demanda de carne de res a nivel mundial se debe al crecimiento de la población, y a la urbanización (Thornton et al., 2002). Sin embargo, la avicultura y la porcicultura se desarrollan con una productividad mucho mayor que los rumiantes. Por ejemplo, en la década de 2000-2011, la producción de pollo registró un crecimiento absoluto impresionante del 84.8 %, y ahora representa el 23 % del total mundial (CEPAL et al., 2013).

En este contexto, es esencial examinar cómo estas dinámicas globales se reflejan a nivel local, en donde la ganadería no solo sustenta las economías rurales, sino que también enfrenta desafíos y oportunidades únicas, en especial para América Latina. Analizar y reconocer los hitos de la ganadería local nos permite entender mejor la adaptación de las prácticas ganaderas a las condiciones específicas de cada región, así como su impacto directo en las comunidades y el medio ambiente circundante.

La agricultura familiar y la ganadería sostenible para pequeños productores, Y microempresas locales, sugiere diseñar políticas diferenciadas, inducir sistemas silvopastoriles, promover instancias focalizadas para la formalizar el sector, desarrollar estrategias multisectoriales e intergubernamentales, fortalecer la asociatividad, alianzas y esquemas inclusivos, y adaptar la agricultura familiar y la ganadería sostenible al cambio climático. Estas recomendaciones buscan promover la sostenibilidad y la inclusión de los pequeños productores en el sector ganadero.

Sin embargo, las condiciones técnicas y educativas del sector Ganadero han generado sesgos culturales, tecnológicos y sociales en la optimización de los procesos de producción ganadera. En Colombia se caracteriza por la presencia de obstáculos para intensificar eficientemente la producción ganadera y la necesidad de generar alternativas sostenibles.

La ganadería en Colombia y América Latina enfrenta desafíos relacionados con la intensificación de la producción, la demanda creciente de productos farmacéuticos y servicios veterinarios, y la necesidad de reducir los costos ambientales (Zavala, 2015).

Asimismo, se destaca la importancia de flexibilizar las restricciones que impiden el desarrollo del sector ganadero para reducir la pobreza en las regiones y evitar que los pequeños productores queden rezagados (FEDESARROLLO, SAC, INCODER, FINAGRO, Banco Agrario, 2013). Las políticas para el sector ganadero deben estar encaminadas a mejorar el

acceso a insumos de producción, como tierra, agua y herramientas de gestión de riesgos, así como a promover la integración a la cadena de suministro ganadero (Pica et al., 2008).

En concordancia podemos deducir que al referirnos al estado de la ganadería en Colombia, se refleja la necesidad de superar obstáculos para intensificar eficientemente la producción ganadera, así como la importancia de promover alternativas sostenibles y políticas que fomenten el crecimiento del sector ganadero reduciendo los costos ambientales (CEPAL, FAO, IICA, 2012).

Una de las principales regiones productoras de ganadería en Colombia es la región de la Orinoquia, la cual se ha caracterizado por su enfoque extensivo, con grandes extensiones de tierra y poca tecnificación. Sin embargo, este modelo ha tenido efectos negativos en el medio ambiente, como la deforestación, la compactación del suelo y la producción de gases de efecto invernadero. Según datos del Centro de Estudios de la Orinoquia (CEO), la ganadería bovina en Colombia ha experimentado un declive, atribuido al contrabando de animales desde Venezuela, el sacrificio clandestino y el aumento de los precios de la carne. La distribución desigual del ganado en la región, con concentraciones significativas en Casanare, Meta y Arauca, ha exacerbado estos problemas.

Para abordar estos desafíos, se han propuesto avances tecnológicos y prácticas sostenibles en la ganadería, como el uso de sistemas silvopastoriles, la siembra de árboles leguminosos y la implementación de mecanismos para prevenir la contaminación de fuentes de agua naturales por

parte del ganado. Expertos como Danella Abril, zootecnista de la Universidad Nacional de Colombia, han destacado la importancia de políticas públicas para proteger la fauna y flora del país, así como la adopción de sistemas silvopastoriles para mitigar los efectos adversos en la flora nativa.

Ante este panorama aterrizaremos ahora para efectos de esta investigación algunos desarrollos identificados en el campo de la ganadería de precisión y a su vez los desarrollos tecnológicos que han acompañado el desarrollo de la misma.

La incorporación de herramientas tecnológicas ha sido incipiente en el agro colombiano, pues si bien se han presentado desarrollos e incorporaciones importantes, no ha llegado a ser un factor diferencial y de uso masivo.

Uno de los desarrollos rastreados en Colombia que más aproximaciones tiene a la implementación de tecnologías para la medición del ganado lo encontramos en una tesis de maestría titulada "Dispositivo IoT Para el Control de Identificación y Movilidad Pecuaria", presentada por Juan Sebastián Quintero Albornoz bajo la dirección del Dr. Cesar Augusto Pedraza Bonilla, en la Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería de Sistemas e Industrial. Desarrollada en el año 2020. Esta investigación se centra en el desarrollo de un dispositivo de Internet de las Cosas (IoT) para mejorar el control de la identificación y movilidad del ganado en las zonas rurales de Colombia, utilizando tecnología RFID de baja frecuencia.

Esta investigación centró sus esfuerzos en diseñar un prototipo de dispositivo IoT que permite optimizar el control de movilidad pecuaria y alimentar la base de datos del sistema de información SINIGAN, con el fin de reducir el abigeato y aumentar la eficiencia en los procesos de trazabilidad. La investigación incluye un análisis de las exportaciones de carne bovina en Colombia y a nivel mundial, justificando la necesidad de un sistema de identificación y control más eficiente, alineado a los estándares internacionales.

La integración de los sistemas tecnológicos que permitan la recepción y manejo de información a través de la tecnología IoT, permite la trazabilidad pecuaria por medio de un dispositivo que utiliza tecnología RFID (identificación por radiofrecuencia) de baja frecuencia para identificar de manera única a cada animal. Este dispositivo está diseñado para interactuar con los tags RFID instalados en los semovientes, los cuales cumplen con los estándares internacionales según las normas ISO (La Organización Internacional de Normalización) En lo referente a la ISO 11784 e ISO 11785, Las cuales regulan los procesos de identificación por radiofrecuencia (RFID) de los animales, los cuales se transmiten mediante la implantación, introducción o conexión de un microchip (transpondedor) al animal. (Felixcancolombia, 2024)

Gráfica 1. Frecuencia de identificación.

La frecuencia portadora para la identificación de animales es 134,2 kHz. Hay dos protocolos aprobados por ISO en uso para comunicarse entre la etiqueta y el lector:	
Protocolo	Full duplex (FDX or FDX-B)
Modulación	ASK
Frecuencia	129-133.2 kHz 135.2-139.4 kHz
Código de canal	Differential biphas (DBP)
En DBP, un 1 se codifica como 00 u 11 y un 0 se codifica como 01 o 10, de modo que hay al menos una transición por bit (por lo que 11 se codifica como 0011 y no	

Tomado de: <https://felixcancolombia.com>

Los anteriores datos sintetizan los requisitos técnicos de radiofrecuencia en animales según la norma internacional.

Quintero Albornoz en su trabajo identifica 7 hitos fundamentales en el funcionamiento del sistema, a saber:

1. Identificación del Ganado
2. Lectura de Tags
3. Transmisión de Datos
4. Alimentación de la Base de Datos
5. Análisis e Informes

6. Acceso en Tiempo Real

7. Interoperabilidad

Estos siete hitos son fundamentales al momento de monitorear y registrar datos extraídos del ganado, elementos que posteriormente serán desarrollados a fin de validar la viabilidad técnica de este proyecto de investigación.

Aun así, cabe señalar que si bien el trabajo de investigación presentado por Quintero Albornoz es un marco técnico muy relevante su propósito está limitado a describir un sistema de control de movilidad pecuaria en Colombia, a través del uso de tecnología IoT para la identificación y el seguimiento de ganado bovino. El sistema planteado por Quintero involucra actores como el ICA y el INVIMA, que trabajan en conjunto para garantizar la inocuidad de productos cárnicos y lácteos. El proceso incluye el registro de animales, la solicitud de permisos de movilidad, el establecimiento de requisitos para la movilización de ganado, y la inspección de movilidad pecuaria.

Sin embargo, deja de lado un proceso que precede la movilidad del ganado, tal como lo es el proceso de levante de ganado. En el presente trabajo desarrollaremos los principales factores que intervienen el proceso ganadero y cómo la tecnología IoT, dispone las bases para un modelo de la ganadería de precisión el cual se fundamenta en la incorporación de sensores y/o artefactos electrónicos y digitales para la recolección de datos durante el proceso de producción. Este modelo tiene tres grandes áreas de

injerencia: el área económica, el área de sostenibilidad y el área social que involucra el cambio de paradigma frente a las prácticas actuales.

El Ingeniero Agrónomo Sergio Andrés Rubiano Sosa, en una charla del Club Bovino de la Universidad Nacional, publicada en el portal de FEDEGAN en el 2020, afirma que: “Aunque Colombia presenta algunos avances, todavía tiene mucho camino por recorrer en materia de ganadería de precisión” refiriéndose a la necesidad de invertir en estas iniciativa y herramientas tecnológicas para automatizar ciertos procesos, puesto que: “Si no medimos, no controlamos, si no controlamos no conocemos y si no conocemos no podemos tomar decisiones, es decir, no podemos gestionar”, afirmó Rubiano.

Por consiguiente, los antecedentes presentados en esta investigación destacan la importancia y relevancia de la ganadería de precisión como una herramienta innovadora para mejorar la eficiencia y sostenibilidad del sector ganadero. A través del análisis de estudios previos y la implementación de tecnologías avanzadas, se ha demostrado el potencial de esta práctica para optimizar la producción, reducir costos y minimizar el impacto ambiental. Este proyecto de investigación se enfoca en explorar y adaptar estas innovaciones a contextos específicos de nuestro territorio nacional, contribuyendo al desarrollo de una ganadería más competitiva y sustentable. Así, buscamos no solo avanzar en el conocimiento científico, sino también ofrecer soluciones prácticas y aplicables que beneficien a los productores ganaderos.

En cuanto a las fuentes y referencias, se han citado estudios y entidades relevantes en el campo de la ganadería, como la Federación Colombiana de Ganaderos (Fedegan), el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y diversas publicaciones científicas que respaldan los datos y argumentos presentados en el documento. Estas fuentes proporcionan un respaldo sólido a la información presentada y fundamentan el estado actual de la ganadería en la región Colombia, así como los avances tecnológicos propuestos para mejorar su sostenibilidad.

Capítulo III.

Marco Teórico.

Estudio de Mercado - Ganadería en Colombia

El sector ganadero es un pilar fundamental en el desarrollo económico y alimentario de Colombia, según la Cámara de Comercio de Bogotá, la ganadería representa el 25,22% del total del PIB agropecuario y el 1,46% del PIB Nacional. (De Comercio De Bogotá, s. f.). Sin embargo, en la actualidad el sector ganadero enfrenta retos muy significativos que requieren de acciones estratégicas que aseguren su sostenibilidad a largo plazo.

El ganado o la producción cárnica y lechera desempeñan un papel vital en la producción de alimentos y contribuyen significativamente a la seguridad alimentaria nacional. Sin embargo, con las presiones ambientales y los desafíos económicos, se requiere una revisión exhaustiva de las prácticas existentes. Para abordar estos desafíos, es importante centrarse en la implementación de estrategias educativas sostenibles, así como la introducción de tecnologías innovadoras que optimicen la eficiencia de la producción.

A través del estudio realizado por el DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística) en su artículo: “ *Caracterización de la actividad ganadera a partir del aprovechamiento de registros administrativos* ” Publicado en el año 2022, podemos hacer una radiografía de la producción bovina en el país:

Gráfica 2. Caracterización de la actividad ganadera.



Fuente: DANE, Caracterización de la actividad ganadera a partir del aprovechamiento estadístico de registros administrativos.

En este estudio podemos denotar que en los departamentos de Antioquia, Córdoba, Meta y Casanare se concentró el 34,8% de la producción bovina, repartidos de la siguiente manera:

- Antioquia, 3.167 mil (11,0%) Cabezas
- Córdoba, 2.403 mil (8,4%) Cabezas
- Casanare 2.284 mil (8,0%) Cabezas
- Meta con 2.143 mil (7,5%) Cabezas

Estos departamentos representan la mayor cantidad de cabezas de ganado en el país, aun así un dato que llama la atención es que la mayor cantidad de ganaderos se encuentran en los departamentos de Boyacá, Cundinamarca, Antioquia y Nariño. Este cambio estadístico responde a la cantidad de ganado que logran concentrar los ganaderos dependiendo la región. Este dato resulta crucial al momento de analizar las grandes ganaderías o industrias ganaderas en comparación con las actividades ganaderas emergentes o cuya representación es menor a 100 cabezas de ganado, cuyos desarrollos y modos de administrar los hatos ganaderos varían en términos de su tecnificación y la implementación de acciones estratégicas para posicionar sus actividades ganaderas y mejorar sus índices de rentabilidad.

En este contexto se plantean algunas problemáticas subyacentes al desarrollo de este sector económico en el país como lo es el nivel de educación que poseen los distintos ganaderos, tal y como lo evidencia el estudio realizado por el DANE

Grafica 3. Caracterización de actividad ganadera a partir de registros educativo

Nivel educativo		1er Ciclo		2do Ciclo
Total ganaderos	672.702		671.005	
Básica primaria	352.390		347.139	
Educación secundaria	142.921		155.034	
Técnica / Tecnología	17.474		20.913	
Profesional	52.675		59.164	
Postgrado	1.749		2.064	
Doctorado	1.218		1.510	
Ninguna	33.592		34.724	
No sabe/no responde	70.682		50.458	

Fuente: DANE, Caracterización de la actividad ganadera a partir del aprovechamiento estadístico de registros administrativos.









Predios ganaderos por la actividad principal del hato.

Para el 2do Ciclo nacional de vacunación de 2022, el 39,8% de los predios – ganaderos reportaron como actividad principal la orientación de doble propósito (290.441 predios), seguido por la fase de cría de animales con 139.720 predios - ganaderos (19,1%). La lechería, como actividad principal del hato, se reportó en 84.777 predios - ganaderos (11,6%). En la producción de carne, en la fase de levante fueron 65.590 predios ganaderos (9,0%) y 67.626 en la fase de ceba (9,3%). La opción de respuesta no sabe/no responde representó el 7,2 % (52.266 predios - ganaderos). (Cuadro 4 del Anexo 3). En el 1er Ciclo de 2022, la estructura de la actividad

principal del hato fue semejante, teniendo la mayor participación la actividad de doble propósito con 293.365 predios ganaderos (40,1%).

Actividad principal del hato

Gráfica 4. Actividad del hato

Actividad principal del hato		1er Ciclo		2do Ciclo
Total	730.984			729.774
Doble propósito	293.365			290.441
Cría	129.748			139.720
Lechería	87.630			84.777
Ceba	64.576			67.626
Levante	60.651			65.590
Ciclo completo	26.431			29.354
No sabe/no responde	68.582			52.266

Fuente: DANE, Caracterización de la actividad ganadera a partir del aprovechamiento estadístico de registros administrativos.

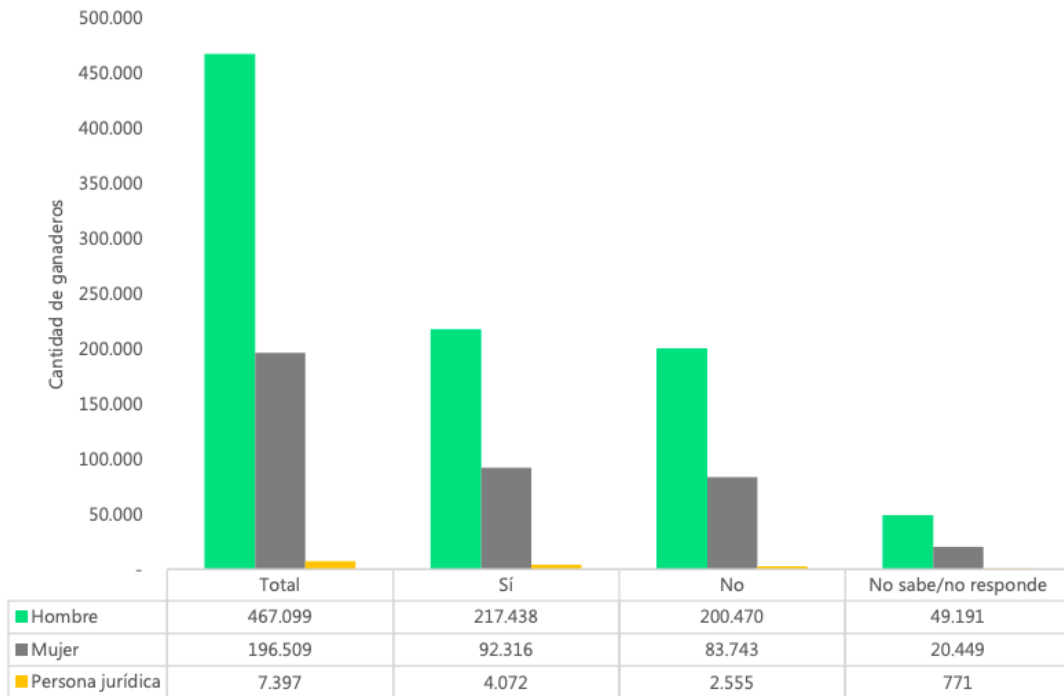
seguido por la cría de animales con 129.748 predios ganaderos (17,7%) y la lechería con 87.630 predios ganaderos (12,0%). Gráfico 20. Cantidad de predios ganaderos según la actividad principal del hato, total nacional primer y segundo Ciclo nacional de vacunación 2022 Fuente: DANE, Caracterización de la actividad ganadera a partir del aprovechamiento estadístico de registros administrativos.

Ingreso y uso del internet

En el 2do Ciclo Nacional de vacunación de 2022 el total de ganaderos hombres fue de 467.099, de los cuales 217.438 hombres (46,6%) indicaron que requieren del servicio de internet, mientras que 200.470 hombres (42,9%) indicaron no requerir este servicio. La opción no sabe / no responde fue indicada por 49.191 hombres (10,5%).

En el caso de las mujeres ganaderas, el total para el 2do Ciclo de 2022 fue de 196.509 mujeres, de ellas, 92.316 mujeres (47,0%) indicaron que requieren del servicio de internet, mientras que 83.743 mujeres (42,6%) indicaron no requerir este servicio. La cantidad de ganaderas que indicaron la respuesta no sabe / no responde fue de 20.449 mujeres (10,4%). Los ganaderos identificados como persona jurídica fueron 7.397, de las cuales 4.072 organizaciones (55,0%) indicaron requerir el servicio de internet, mientras que 2.555 organizaciones (34,5%) indicaron no necesitar este servicio. La cantidad de registros con persona jurídica que seleccionaron la opción no sabe / no responde fue de 771 organizaciones (10,4%).

Gráfica 4. Caracterización ganadera según género



Fuente: DANE, Caracterización de la actividad ganadera a partir del aprovechamiento estadístico de registros administrativos.

Cantidad de ganaderos por nivel educativo Total nacional

Gráfica 6. Cantidad de ganaderos por nivel educativo

Nivel educativo		1er Ciclo		2do Ciclo
Total ganaderos	672.702		671.005	
Básica primaria	352.390		347.139	
Educación secundaria	142.921		155.034	
Técnica / Tecnología	17.474		20.913	
Profesional	52.675		59.164	
Postgrado	1.749		2.064	
Doctorado	1.218		1.510	
Ninguna	33.592		34.724	
No sabe/no responde	70.682		50.458	

Fuente: DANE, Caracterización de la actividad ganadera a partir del aprovechamiento estadístico de registros administrativos.

La ganadería juega un papel vital en la economía de Colombia, contribuyendo significativamente a la creación de empleo y la producción de alimentos. Sin embargo, enfrenta desafíos relacionados con la eficiencia, la sostenibilidad y la competitividad en un entorno globalizado. La incorporación de nuevas tecnologías y el Internet de las cosas (IoT) en la ganadería, ha emergido como una necesidad latente del contexto del agro colombiano, pasando de un modelo de agricultura tradicional a un de agricultura de precisión, a fin de responder y otorgar soluciones a estos desafíos.

En las últimas décadas, se han producido cambios significativos en la agricultura con la introducción de tecnologías emergentes. La agricultura de precisión y la agricultura tradicional

representan dos enfoques distintos, que se emplean para la producción de alimentos. Esta investigación explora hace una apuesta a la viabilidad y factibilidad que implica la incorporación de tecnologías sencillas, pero que resultan muy eficientes al momento de planificar y dar un manejo estratégico al sector ganadero, examinando sus beneficios y desafíos, evaluando su impacto y eficiencia, conllevando a la sostenibilidad y la competitividad dentro de la industria agrícola.

Agricultura tradicional

La agricultura tradicional es un sistema desarrollado durante siglos, basado en prácticas y conocimientos transmitidos de generación en generación. En este enfoque, los agricultores se basan en su propia experiencia y observaciones directas para tomar decisiones sobre el uso de insumos de producción y posibles variables problematizadoras que se enfrentan bajo la premisa de la experiencia continua. Sin embargo, si bien este método ha sido efectivo durante mucho tiempo, también tiene limitaciones en términos de eficiencia y precisión, lo cual ha conllevado a ser más dispendioso.

Agricultura de precisión

La agricultura de precisión es un enfoque moderno que integra tecnologías como GPS, sensores, análisis de datos y automatización para optimizar cada paso del proceso agrícola. Al recopilar y analizar datos en tiempo real, los agricultores pueden adaptar sus prácticas a las necesidades específicas de cada área del campo. Esta adaptación permite la aplicación precisa de

alimentos, de insumos, de medicamentos, de recursos anexos que pueden ser vinculados al proceso mismo de producción.

La innovación en la agricultura de precisión radica en la introducción de técnicas avanzadas para mejorar los métodos tradicionales de reproducción y manejo. Los sensores inteligentes, el monitoreo en tiempo real y la automatización de tareas han cambiado la forma en que los productores interactúan con su ganado. La integración de sistemas de información geográfica (SIG), análisis de datos y técnicas de aprendizaje automático permite un enfoque holístico de la gestión del ganado, lo que ayuda a anticipar patrones y tomar decisiones informadas.

Sostenibilidad y Eficiencia

La sostenibilidad se define como la capacidad que debe existir entre la satisfacción de las necesidades y el crecimiento simultáneo entre la economía, el medio ambiente, entendiendo la situación actual medioambiental debido a la globalización. En cuanto el concepto se ve directamente ligado a la economía, este concepto refiere a la capacidad de generar riqueza en cantidades adecuadas en los distintos ámbitos. (Responsabilidad Social Empresarial y Sustentabilidad, 2024b)

El desarrollo sostenible se logra maximizando el uso eficiente de los recursos disponibles, minimizando los residuos y reduciendo la huella ambiental. La agricultura de precisión contribuye a este objetivo optimizando la gestión de recursos como el agua y los

piensos. Ser capaz de proporcionar a cada animal la cantidad adecuada de comida y agua de acuerdo con sus necesidades individuales no solo mejora la salud y el rendimiento, sino que también reduce la presión sobre los recursos naturales. Reducir la necesidad de medicamentos y monitorear constantemente el bienestar animal también es consistente con los objetivos del desarrollo sostenible.

Vincular los objetivos de un desarrollo en la producción ganadera con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) es esencial para abordar los desafíos globales relacionados con la producción animal de manera integral y efectiva.

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) son un conjunto de objetivos globales adoptados por las Naciones Unidas para abordar una amplia gama de desafíos sociales, económicos y ambientales en todo el mundo. La reducción de la necesidad de medicamentos en la cría de animales y el control continuo del bienestar animal están relacionados con varios de los siguientes objetivos de sostenibilidad:

ODS 2: Hambre cero: al reducir la necesidad de medicamentos y mejorar el bienestar animal, se puede aumentar la productividad ganadera, lo que a su vez promueve la seguridad alimentaria y el acceso a dietas nutritivas.

ODS 3: Salud y bienestar: Reducir la necesidad de medicación en el ganado reduce la exposición a productos químicos y fármacos en la cadena alimentaria que pueden tener un impacto positivo en la salud humana.

ODS 12: Producción y consumo responsable: La introducción de prácticas de agricultura de precisión y el seguimiento continuo del bienestar animal es coherente con la promoción de prácticas agrícolas más sostenibles y responsables que reduzcan el impacto ambiental y aseguren la calidad del producto.

ODS 14: Vida Submarina y ODS15: Vida con Ecosistemas Terrestres: Al reducir el uso excesivo de drogas y químicos en el ganado, se reduce la contaminación del suelo y el agua, beneficiando a los ecosistemas terrestres y acuáticos.

Incorporación Tecnológica

La tecnología IoT se puede encontrar en diversos campos de trabajo, entre ellos la ganadería. Gracias a la comprensión de las actividades que conllevan el cuidado ganadero, la incorporación de la tecnología IoT proporciona una gran cantidad de datos producidos por sensores y dispositivos que suplen esas necesidades, que van desde control de peso y alimentación, hasta la detección de alimentos tales como la salmonela y el coli.(Pacheco, 2020) Por medio del correcto análisis de los datos que brinda la herramienta, es crucial para transformarlo en información útil.

El uso de métodos agrícolas precisos puede ayudar a los agricultores colombianos a tener un mejor desempeño en el mercado mundial. La trazabilidad y la supervisión continua ayudan a mostrar la calidad de los productos animales en cada etapa de la cadena de suministro. La gente siente cada vez más curiosidad sobre de dónde provienen sus alimentos y cómo se elaboran.

Compartir esta información puede hacer que los clientes confíen y se queden más con los productos animales colombianos, lo que puede hacer que quieran comprar más de otros países. Pueden tomar decisiones basadas en evidencia. Esto incluye la detección temprana de enfermedades, la optimización de la reproducción y la adaptación de la nutrición y el manejo a las condiciones cambiantes.

La introducción de técnicas de agricultura de precisión puede mejorar la competitividad, permitiendo a los productores colombianos sobresalir en el mercado mundial. La trazabilidad y el seguimiento continuo permiten demostrar la calidad de los productos ganaderos a lo largo de la cadena de suministro. Los consumidores están cada vez más interesados en el origen y las prácticas de producción de los alimentos que consumen.(Pacheco, 2020) Poder brindar esta información puede aumentar la confianza y lealtad del consumidor, lo que a su vez puede aumentar la demanda de productos pecuarios colombianos en los mercados internacionales.

Análisis del Modelo de Negocio

Modelo Canvas

De acuerdo con el autor suizo Osterwalder en su publicación doctoral del 2004, expone el modelo Canvas como una herramienta que permite analizar y evaluar ideas de negocio con una estructura sencilla, compuesta por nueve módulos principales.

1. Socios o alianzas clave: Se describe la red que existe entre el modelo de negocio, los proveedores y clientes, por medio de estas asociaciones, se optimizan los recursos y reducen los riesgos. (Lozano et al. 2019)
2. Actividades: Módulo que describe las acciones clave para el éxito del modelo de negocio, Por medio de ellas, se busca alcanzar el objetivo de la propuesta de valor ofrecida al cliente. Se dividen en tres categorías principales producción, resolución de problemas y plataforma. (Lozano et al. 2019)
3. Recursos clave: Los modelos de negocios requieren activos para funcionar y cada uno reequiere recursos diferentes y se pueden categorizar en físicos, intelectuales, humanos o económicos y su prioridad depende de la propuesta de valor que sea elegida. (Osterwalder & Pigneur, 2010)
4. Propuesta de valor: De acuerdo con los clientes especificados, se identificará su necesidad principal y se desarrollan productos o servicios que logren satisfacerla. Estas propuestas suelen ser innovadoras en el mercado. (Lozano et al. 2019)
5. Relación con clientes: En esta sección se determina la relación que la empresa manejará con el cliente, de acuerdo con la propuesta de valor y su costo. Existen diferentes tipos de relaciones: Asistencia personal, exclusiva, autoservicio, automáticos, comunidades o creación colectiva. (Osterwalder, 2004)
6. Canales: Estos hacen referencia a los medios por medio de los cuales los usuarios o clientes reciben los productos o servicios, pueden ser de manera directa o indirecta, y abarcan ventas en tiendas propias, mayoristas, tiendas de socios, ventas por internet o por

medio de un equipo comercial. Lo ideal es encontrar el punto de equilibrio que permita obtener mayor rentabilidad. (Osterwalder & Pigneur, 2010)

7. Segmento de clientes: Módulo en el que se identifican y plasman los diversos tipos de clientes, entendiendo este apartado como uno de los centrales, ya que de acuerdo con Osterwalder, los clientes son “el centro de cualquier modelo de negocio”. Una vez se reconocen los tipos de clientes a los que el proyecto se puede orientar, la organización debe seleccionar a cual o cuales se dirige, de modo que el diseño del plan de negocio se realice focalizado en las necesidades de tal grupo. Entre los segmentos de mercado que se pueden identificar para este apartado, se encuentran: mercado de masas, nicho de mercado, mercado diversificado, plataformas multilaterales. (Osterwalder & Pigneur, 2010)
8. Estructura de costos: Describe todos los valores a los que el negocio incurre frente a la producción. Sobre estos valores se debe estructurar los precios de venta. (Lozano et al. 2019)
9. Fuentes de ingresos: Responde a la pregunta de cuánto están los clientes a pagar por la solución ofrecida por la compañía. Puede llevarse a cabo de diferentes maneras: venta de activos, cuota por uso, cuota de suscripción, préstamos, concesiones o incluso publicidad. (Osterwalder & Pigneur, 2010)

En publicaciones posteriores, se ha evidenciado la versatilidad del modelo, ya que permite realizar cambios en sus módulos estructurales para adaptarlos a los modelos de negocio o empresas.(Ferreira, 2015)

A partir de la gestión de este modelo, se obtienen estrategias aplicables a las diferentes problemáticas o situaciones en un contexto de emprendimiento e innovación, ya que facilita la toma de decisiones de manera ágil, demostrando así una gran pertinencia al planteamiento de un nuevo modelo de negocios.

Desarrollo de Proyectos Agroempresariales

De acuerdo con Vergara 2015, la formulación de proyectos agroempresariales es un proceso sistemático y planificado que tiene como objetivo desarrollar iniciativas en el sector agropecuario con potencial para generar valor, mejorar la productividad y satisfacer necesidades del mercado. Este proceso incluye varias etapas clave, tales como:

1. Identificación de la idea: Reconocer las principales necesidades del mercado agrícola y proponer nuevas ideas para resolver esos problemas.
2. Estudio de Viabilidad: Evaluar la viabilidad del proyecto en términos de tecnología, finanzas, impacto social y efectos ecológicos.
3. Elaboración del plan del proyecto: Crear un plan simple con metas, tareas, cronograma, elementos necesarios y dinero. En esta etapa, también se definen los indicadores de éxito.
4. Análisis del mercado: Considerar competidores, tendencias actuales y posibles clientes.

5. Gestión de riesgos: Encontrar y estudiar los peligros que podrían afectar el proyecto y definir planes y estrategias para afrontarlos.
6. Implementación y evaluación continua: Después de ser aprobado el proyecto, se da inicio al proyecto y se realiza una constante evaluación de los procesos en pro de alcanzar los objetivos propuestos.

La formulación adecuada de proyectos agroempresariales no solo busca la rentabilidad económica, sino también contribuir al desarrollo sostenible y mejorar la calidad de vida de las comunidades rurales.

Capítulo IV.

Marco Metodológico

Enfoque investigativo

Método mixto

La elección de un método de investigación mixto que combina los métodos cualitativos y cuantitativos es una decisión estratégica basada en la complejidad y multidimensionalidad del tema de la agricultura de precisión y la necesidad de desarrollar una idea de negocio sólida en esta área. A continuación, se ofrece una justificación detallada de esta elección metodológica.

1. La agricultura de precisión es una combinación de diferentes temas como la tecnología, qué tan bien hacemos las cosas y cómo afecta el dinero en la agricultura. Los métodos cualitativos nos brindan una visión más profunda de las experiencias y situaciones de las personas, mientras que los métodos cuantitativos nos brindan números y estadísticas para respaldar lo que vemos.
2. Confirmar los hallazgos implica el uso de enfoques tanto cualitativos como cuantitativos. Las entrevistas cualitativas pueden revelar patrones y tendencias que pueden verificarse con estudios cuantitativos adicionales. El proceso de triangulación de datos corrobora la precisión y confiabilidad de los hallazgos

3. La agricultura de precisión incluye a varias personas, como agricultores, vendedores y proveedores. Un método mixto le permite recopilar diferentes puntos de vista de estas personas, lo cual es importante para crear una idea de negocio que funcione bien y se venda.
4. Los métodos cualitativos detectan oportunidades inesperadas y problemas secretos en la agricultura con gran precisión. Estos conocimientos pueden ayudar a crear estudios más específicos para comprobar si una idea de negocio puede funcionar y qué desafíos podría enfrentar.
5. Los estudios combinados ayudan a las empresas a adaptarse a las nuevas tendencias ambientales y tecnológicas. Dado que la agricultura siempre está cambiando, es bueno tener una combinación de métodos para cambiar la investigación cuando sea necesario.
6. Crear un plan de negocios para la agricultura de precisión necesita buena información y conocer la situación. La combinación de números y detalles ayuda a tomar decisiones inteligentes y a elaborar un buen plan para un negocio.

La combinación de enfoques cualitativos y cuantitativos es muy eficaz para evaluar la agricultura de precisión, con el objetivo de desarrollar un plan de negocios en esta área. Este método nos ayuda a entender a profundidad el tema, comprobar la hipótesis planteada, revisar los diferentes puntos de vista, detectar oportunidades y problemas, ajustar a cosas nuevas y tomar decisiones inteligentes en un mundo empresarial en constante cambio.

Tabla 1. Método y enfoque de investigación.

Método de investigación:			Enfoque de investigación mixto		
Perspectiva cualitativa			Perspectiva Cuantitativa		
Enfoque	Descripción	Aportación a la investigación	Enfoque	Descripción	Aportación a la investigación
Etnográficos	“Este diseño se implementa cuando el investigador se propone describir e interpretar un sistema social: cultura,	La investigación requiere una descripción e interpretación de las prácticas ganaderas actuales, para ser contrastadas con la propuesta de implementar tecnología IOT	Diseño exploratorio	“Son flexibles y tienen propósitos exploratorios que buscan sondear un problema poco explorado, del que se	El enfoque de diseño exploratorio, como herramienta cuantitativa, nos permitirá poder contrastar la información recopilada y

	comunidad, etnia u organización”(Politécnico Gran colombiano)	dentro de los procesos de producción ganadera.		tiene poca información o que ha sido poco abordado en el contexto donde se pretende desarrollar”	poder tener un panorama prospectivo sobre la realidad del agro colombiano a partir de un muestreo inicial.
Fenomenológicos	“Este tipo de diseño se implementa cuando se quiere entender un fenómeno que es común o lo que diferentes personas	El enfoque fenológico precisará el análisis de las dificultades que experimenta la ganadería en términos de su productividad y la carencia de manejo de data y tecnología que		Lectura fundamental 5	

	<p>experimenta n frente a un mismo fenómeno” (Politécnico Grancolomb iano)</p>	<p>permita tecnificar y sistematizar la producción con miras al incremento de las ganancias económicas y modelos de ganadería sostenible.</p>			
<p>Investigación -acción</p>	<p>“Este tipo de diseño se implementa cuando, más que comprender una problemática</p>	<p>La investigación busca ofrecer una alternativa tecnológica que permita aportar al desarrollo de la producción ganadera de</p>			

	<p>a de una comunidad, requerimos buscar soluciones y lograr con ello un cambio”</p> <p>(Politécnico Grancolombiano)</p>	<p>manera sistemática, confiable y sostenible.</p>			
--	--	--	--	--	--

Fuente: Elaboración propia.

Técnicas de recolección de la información: Técnicas

Tabla 2. Técnicas de recolección.

Método de investigación:		Enfoque de investigación mixto	
Enfoque cualitativo		Enfoque cuantitativo	
Técnica	Objetivo de la técnica	Técnica	Objetivo de la técnica
Entrevistas (estructuradas, semiestructuradas)	Recolectar evidencia y poder triangular la información acerca de los métodos empleados para la producción de ganado y sus limitantes en el proceso artesanal de la misma.	Encuesta	Recolectar información precisa de los datos que nos aporten al análisis de los factores limitantes de producción ganadera para ser contrastados posteriormente con la viabilidad de la

			implementación de la tecnología IOT.
Observación (participante)	Realizar observaciones del proceso desarrollado por el grupo focal de observación y sus técnicas empleadas para la producción y comercialización de ganado.	Análisis de contenido	Una vez recolectada la información podremos analizar los datos a través de un análisis de contenido que permita hacer una proyección de datos y una corroboración de los objetivos planteados.

<p>Análisis documental</p>	<p>Revisar alternativas desarrolladas en el contexto nacional sobre la ganadería de precisión.</p> <p>Validar las distintas perspectivas de viabilidad para la implementación de la idea de negocio.</p>	<p>Test grupos focales</p>	<p>Explorar las percepciones, actitudes y creencias de los potenciales de los posibles usuarios en relación con la ganadería de precisión. En este caso, pueden revelar cómo los ganaderos ven esta tecnología y si están dispuestos a adoptarla.</p> <p>Así mismo permite obtener los resultados cuantitativos al proporcionar contexto y profundidad a las cifras de la implementación de estos sistemas de</p>
----------------------------	--	----------------------------	---

			ganadería. Determinando la viabilidad, recursos y mínimos para ejecutar la idea de negocio.
--	--	--	---

Fuente: Elaboración Propia

Recolección de la información: Muestra

Figura 1. Recolección de la información.



Fuente: Elaboración Propia

Datos

La decisión de utilizar datos de grupos focales y la información presentada en el marco teórico para contextualizar, teorizar y llevar la investigación al entorno académico se justifica por varias razones fundamentales:

En primer lugar, los datos de los grupos focales ofrecen un contexto importante para comprender las teorías. Las historias y experiencias reales de las discusiones del grupo ayudan a que las ideas del plan de estudio sean más reales. Igualmente, al verificar la información de las discusiones grupales puede ayudar a confirmar y complementar las ideas del plan. Cuando las personas comparten sus pensamientos o historias que concuerdan o no con lo que ya se sabe, se pueden generar conversaciones que impulsan nuevos proyectos y hacen que el tema más claro.

Los grupos focales nos brindan información clara sobre lo que la gente piensa y siente acerca del uso de métodos agrícolas precisos. Esta información es clave para respaldar cualquier idea o suposición que surja desde la academia y brinda una base sólida para decisiones y consejos.

Finalmente, la combinación de ideas e información del mundo real de los grupos focales nos ayuda a observar la investigación desde muchos ángulos diferentes. Es vital resolver problemas difíciles y entender la idea de la agricultura de precisión al observar diferentes estudios e información.

Muestra

La elección de formar un grupo focal de tres agricultores locales para este estudio de viabilidad de la agricultura de precisión está respaldada por varias razones:

1. Elegir agricultores locales para tener una visión directa de los trabajadores de la agricultura de precisión. Esto mejora la importancia y la practicidad de los resultados de la investigación para la comunidad local.

2. Los agricultores locales tienen un amplio conocimiento sobre el área en la que trabajan, como el clima, las antiguas costumbres agrícolas y los recursos con los que cuentan para cumplir con su trabajo.

3. Un pequeño grupo de ganaderos ayuda a que hablar y compartir ideas sea más fácil. Esto puede hacer que las personas hablen más libremente y compartan más sobre sus experiencias, lo que genera información mejor y más útil.

4. Se obtienen diferentes puntos de vista. Los ganaderos locales desarrollan sus actividades de varias maneras y métodos cuando se trata de cuidar a sus animales. Esto puede llevar a diferentes puntos de vista, haciendo que las discusiones sean más interesantes.

5. Centrarse en menos personas ahorra tiempo y dinero y, al mismo tiempo, se obtiene información de calidad. Esto permite una investigación más eficiente, con menos recursos.

Caracterización de la Muestra

A continuación se presenta una tabla que resume las principales razones para formar un grupo focal con tres agricultores locales, destacando los beneficios y el enfoque eficiente del estudio de viabilidad de la agricultura de precisión.

Tabla 2. Criterio de la Muestra

Criterio	Descripción
Autoridades académicas	Perspectiva a partir de entrevistas con referentes académicos en el tema: <ul style="list-style-type: none"> - Niky Alexander Murcia Suarez - Rector Universidad de La Salle. - Juan David Corrales - Director de centro de investigación agropecuaria y director del campus Utopía (Universidad de la Salle- Yopal/Casanare) - David Nuñez - Coordinador de proyectos productivos - EPSEA Casanare - Universidad de La Salle.

Representatividad local	Perspectiva directa de agricultores locales, aumentando la relevancia y aplicabilidad de los resultados para la comunidad.
Contexto y conocimiento específico	Los agricultores locales aportan un conocimiento profundo de las condiciones y desafíos locales, proporcionando información valiosa sobre la adaptación e implementación de la agricultura de precisión en su contexto específico.
Facilitar la comunicación	Un grupo pequeño permite una comunicación más dinámica y fluida, fomentando la apertura y el detalle en la compartición de experiencias y opiniones.
Diferentes perspectivas	Aunque pequeño, el grupo puede ofrecer una variedad de enfoques y experiencias, enriqueciendo la discusión y exploración de diferentes opiniones y actitudes.
Eficiencia de tiempo y recursos	Un grupo focal pequeño es más eficiente en términos de tiempo y recursos, sin comprometer la calidad de la información.
Confidencialidad y conveniencia	Un grupo reducido facilita la confidencialidad y crea un ambiente más cómodo y familiar para los participantes, lo que puede resultar en una mayor disposición a compartir información confidencial.

Método investigativo

El enfoque mixto de investigación se presenta como la elección apropiada para abordar la viabilidad y factibilidad financiera de la implementación del sistema IoT dentro del contexto que representa la ganadería de precisión, en el marco de una propuesta de negocio. Dada la naturaleza del tema, combinar elementos cuantitativos y cualitativos ofrece una comprensión profunda e integral. Mientras que el análisis cuantitativo permite evaluar la rentabilidad y los riesgos financieros, además de evaluar la proyección económica de la idea de negocio, el enfoque cualitativo permite explorar las percepciones, necesidades y desafíos de los ganaderos, la federación y otros actores involucrados. Esta combinación permite validar y contrastar los resultados, considerar las dinámicas sociales y humanas, adaptar la estrategia al contexto específico y desarrollar recomendaciones prácticas y realistas

Tabla 3. Método a robas

Categoría	Descripción
------------------	--------------------

Método Investigativo	El enfoque mixto de investigación, que combina elementos cuantitativos y cualitativos, es apropiado para evaluar la viabilidad y factibilidad financiera del sistema IoT en la ganadería de precisión.
-----------------------------	--

Recursos

Investigar la viabilidad de implementar la agricultura de precisión como idea de negocio, incluye la recopilación de grupos objetivos y escuchar información teórica, requiere una aplicación efectiva de diversos recursos. Estos son los recursos típicos necesarios para esta investigación.

Tabla 3. Recursos

Recursos	Descripción
-----------------	--------------------

Recursos Humanos	<p>1.1 Participantes del grupo focal: ganaderos locales y partes interesadas</p> <p>1.2 Personal de apoyo: asistentes de investigación o transcripores</p> <p>1.3 Acceso de participantes: agricultores locales</p>
Recursos Financieros	<p>2.1 Gastos de investigación: honorarios, viajes, alojamiento</p> <p>2.2 Espacios y equipamiento: lugares para grupos focales, equipos de grabación</p>
Recursos Académicos	<p>3.1 Herramientas de investigación: cuestionarios, guiones</p> <p>3.2 Bibliografía: acceso a bases de datos y bibliotecas académicas</p>
Tiempo	<p>El investigador dedica tiempo a planificar, realizar y analizar los grupos focales, así como a revisar la literatura existente.</p>
Recursos Técnicos	<p>5.1 Acceso a computadoras, software de procesamiento de datos, e internet</p> <p>5.2 Papelería: papel, bolígrafos, carpetas</p>

Capítulo V

Resultados

Contexto base

En la ganadería moderna, la mayoría de los problemas operativos y económicos se resuelven a través de la implementación de tecnologías avanzadas. Una de estas innovaciones es la ganadería de precisión, que abre nuevas oportunidades para aumentar la eficiencia, reducir costos y garantizar la sostenibilidad. El propósito de este artículo investigativo es identificar los problemas específicos operativos en la granja ganadera “Hacienda El Consuelo”, ubicada en los Llanos Orientales de Colombia.

En la Hacienda El Consuelo, los problemas más relevantes identificados incluyen el desperdicio de alimentos y concentrados, que resulta en pérdidas económicas y un aumento en los costos operativos. La falta de un sistema preciso para monitorear el consumo del ganado conduce a una preparación excesiva de alimentos, parte de los cuales no se utiliza. Además, el tiempo dedicado a la recolección de datos sobre el estado del ganado y a la venta de los ejemplares es considerablemente alto, lo que afecta la eficiencia y efectividad de la operación. Estos problemas destacan la necesidad urgente de soluciones que puedan mejorar la gestión de recursos y procesos en la ganadería.

Para resolver estos problemas, se ofrecen soluciones que dependen de tecnologías avanzadas, específicamente en el campo de la ganadería de precisión. La implementación de los sistemas de IoT funciona por medio del monitoreo en tiempo real de la cantidad de alimento que el ganado consume. Esta estrategia no solo ayudaría a precisar los ajustes en función de la cantidad de alimento necesaria, sino que también disminuiría la cantidad de recursos desperdiciados. Además, la recolección y el análisis de datos de manera más eficiente a través de herramientas digitales pueden ayudar a hacer que la entrada sobre ganado sea más efectiva y facilite el proceso de venta.

De esta manera, la ganadería de precisión no solo se convierte en una operación de producción de ganado empresarial innovadora sino también en una de las tecnologías más prometedoras. Para comparar los efectos de la ganadería de precisión en una tecnología como IoT con la ganadería tradicional, se deben comparar algunos de los factores clave.

En primer lugar, la eficiencia en la producción. La IoT para la ganadería de precisión permite optimizar la producción al monitorear de forma activa variables críticas de producción y bienestar animal como la salud, nutrición y comportamiento. Los sensores permiten el monitoreo temprano de enfermedades o defectos físicos, lo que disminuye la mortalidad y aumenta los rendimientos de producción de leche o carne. En contraste, la ganadería tradicional se basa en la observación ocular y la experiencia del ganadero, lo que conduce a diagnósticos tardíos y una menor eficiencia de producción.

Como segundo elemento a tener en cuenta es el bienestar animal, ya que gracias al uso de la tecnología en la ganadería de precisión, los ganaderos pueden monitorear la temperatura corporal, el movimiento y el consumo de alimento de cada animal, lo que permite un manejo más adecuado y personalizado.

Gracias a la ganadería de precisión, se optimiza el uso de recursos como el agua y la comida, lo cual contribuye a una mayor sostenibilidad ambiental. Al contar con un control detallado sobre las necesidades de cada animal, se reduce el desaprovechamiento de recursos y la emisión de gases de efecto invernadero. Mientras que la ganadería tradicional suele ser menos eficiente en este aspecto, generando un mayor impacto en el medio ambiente debido a la falta de datos precisos para optimizar la utilización de insumos. En cambio, el enfoque de precisión permite ahorrar recursos clave mediante un seguimiento minucioso de cada cabeza de ganado y sus requerimientos específicos.

Aunque instalar un sistema de ganadería de precisión requiere una gran inversión inicial en tecnología IoT, a largo plazo, estos sistemas tienden a reducir los costos operativos. La automatización y la capacidad de tomar decisiones basadas en datos permite administrar el ganado de manera más eficaz y eficiente, minimizando los gastos en alimentos, medicamentos y mano de obra. En contraste, la ganadería tradicional puede conllevar costos iniciales menores; sin embargo, a largo plazo, los costos operativos son más elevados debido a la ineficiencia y la necesidad de supervisar el ganado manualmente en forma constante.

Por último, La ganadería de precisión con IoT tiende a proporcionar mayores ganancias en el tiempo, ya que mejorar la efectividad, el bienestar animal y la sustentabilidad ambiental se traduce en una productividad más elevada y costos operativos menores. Esto, a su vez, incrementa la competitividad y el rendimiento de la inversión inicial. En la ganadería tradicional, las ganancias a largo plazo pueden verse limitadas por menor efectividad y costos superiores vinculados al manejo manual y menos optimizado.

A continuación se presenta un cuadro comparativo que expone las variables clave de cada método:

Tabla 4. Variables de las metodologías

Variable	Ganadería de Precisión (IoT)	Ganadería Tradicional
Eficiencia en Producción	Alta, con monitoreo en tiempo real	Baja, dependiente de la observación manual
Bienestar Animal	Alto, manejo personalizado	Medio, manejo generalizado
Sostenibilidad Ambiental	Alta, uso óptimo de recursos	Baja, mayor impacto ambiental

Costos Operativos	Bajos a largo plazo	Altos a largo plazo
Rentabilidad	Alta, mayor retorno de inversión	Media, limitada por ineficiencias

Este análisis demuestra que la ganadería de precisión con IoT presenta indudables ventajas en comparación con la ganadería tradicional, especialmente en cuanto a eficiencia, bienestar animal, sostenibilidad y rentabilidad a largo plazo. No obstante, también requiere ciertos componentes básicos para su implementación en un hato de cien cabezas de ganado. La siguiente tabla detalla los elementos esenciales, su función principal y una estimación aproximada de la cantidad necesaria para cada uno:

Internet de las cosas (IoT)

El internet de las cosas, conocido por sus siglas en inglés IoT (Internet of Things), es la conexión de objetos diferentes, por medio del internet; estos objetos se encuentran a su vez equipados con elementos tales como sensores, actuadores y tecnología de comunicación. Esta tecnología va encaminada hacia una gran variedad de ámbitos, tales como la industria, la salud y la energía, así como para facilitar el desarrollo de nuevas aplicaciones y la mejora de las aplicaciones ya existentes.

La ganadería de precisión requiere una integración de los sistemas tecnológicos que permitan la recepción y manejo de información a través de la tecnología IoT, permite la trazabilidad pecuaria por medio de un dispositivo que utiliza tecnología RFID (identificación por radiofrecuencia) de baja frecuencia para identificar de manera única a cada animal. Este dispositivo está diseñado para interactuar con los tags RFID instalados en los semovientes, los cuales cumplen con los estándares internacionales según las normas ISO (La Organización Internacional de Normalización) En lo referente a la ISO 11784 e ISO 11785, Las cuales regulan los procesos de identificación por radiofrecuencia (RFID) de los animales, los cuales se transmiten mediante la implantación, introducción o conexión de un microchip (transpondedor) al animal. (Felixcancolombia, 2024)

La frecuencia portadora para la identificación de animales es 134,2 kHz. Hay dos protocolos aprobados por ISO en uso para comunicarse entre la etiqueta y el lector:

Protocolo	Full duplex (FDX or FDX-B)
Modulación	ASK
Frecuencia	129-133.2 kHz 135.2-139.4 kHz
Código de canal	Differential biphas (DBP)

En DBP, un 1 se codifica como 00 u 11 y un 0 se codifica como 01 o 10, de modo que hay al menos una transición por bit (por lo que 11 se codifica como 0011 y no

Tomado de: <https://felixcancolombia.com>

Los anteriores datos sintetizan los requisitos técnicos de radiofrecuencia en animales según la norma internacional.

Quintero Albornoz en su trabajo identifica 7 hitos fundamentales en el funcionamiento del sistema, a saber:

1. Identificación del Ganado
2. Lectura de Tags
3. Transmisión de Datos
4. Alimentación de la Base de Datos
5. Análisis e Informes
6. Acceso en Tiempo Real
7. Interoperabilidad

Estos siete hitos son fundamentales al momento de monitorear y registrar datos extraídos del ganado, a continuación presentamos los requerimientos a nivel tecnológico, que se requieren para la implementación del sistema para un hato de 100 cabezas de ganado.

Las cotizaciones y presupuestos se presentarán y analizarán en dólares, como moneda de referencia, debido a la constante fluctuación del valor del Peso Colombiano.

Tabla 7. Presupuesto.

Elemento	Función Principal	Cantidad Estimada	Comentarios
Collares con Sensores IoT	Monitoreo de salud, actividad y ubicación	100	Un collar por cada animal; sensores incluyen GPS, temperatura, etc.
Estación Base o Repetidores	Recolección y transmisión de datos	3-5	Necesarios para asegurar la cobertura en toda la extensión del hato
Software de Gestión de Ganadería	Análisis de datos y generación de reportes	1	Programa que integra los datos recibidos de los sensores

Sensores de Ambiente	Monitoreo de temperatura, humedad, calidad del aire	4-6	Colocados en diferentes ubicaciones del campo
Dispositivos de Alimentación Automática	Control automatizado de la ración de alimento	2-3	Dependiendo de la distribución del hato, puede ser necesario más de uno
Red de Comunicación (Wi-Fi / LPWAN)	Transmisión de datos entre dispositivos y la estación base	1	Dependiendo del tamaño del hato, una red dedicada puede ser necesaria
Unidad Central de Procesamiento	Procesamiento y almacenamiento de datos	1	Centraliza la información para análisis y toma de decisiones
Baterías o Fuente de Energía Solar	Alimentación energética para dispositivos IoT	1 por dispositivo	Garantiza la operación continua de todos los dispositivos

Implementaciones anexas al proceso:

1. Es de gran importancia capacitar al personal en el uso del software y la interpretación de los datos generados por el sistema IoT, a fin de poder garantizar su óptimo funcionamiento e implementación de las herramientas.

2. Plan de mantenimiento regular para asegurar el funcionamiento óptimo de los dispositivos IoT, así como la previsión de mecanismos que continúen mejorando la eficiencia dentro del proceso de producción.
3. Asegurar que la red de comunicación tenga la capacidad de manejar el tráfico de datos generado por los dispositivos IoT en tiempo real. Para el caso de las zonas con poca cobertura de internet, se requiere un sistema de almacenamiento temporal de datos, los cuales serán almacenados en los dispositivos y descargados en un ordenador.

Cambios tras la Implementación del Sistema.

La ganadería de precisión utilizando el modelo IoT puede ofrecer mejoras significativas en el proceso de producción por cabeza, mediante la recopilación y análisis de datos en tiempo real.

Por una parte, se puede monitorear el consumo de las reses en los comederos y además, se hace uso de un control automático que permite ajustar las porciones de concentrado . Esta información permite ajustar las raciones de manera precisa, reduciendo el desperdicio de concentrados y alimentos. En términos de salud, los dispositivos móviles están conectados al sistema, de modo que se pueda obtener información vital de cada especie, tal como la temperatura, la frecuencia cardíaca y la actividad de cada animal. Y finalmente, la recolección de datos de manera inmediata, permite que toda la información obtenida, sea centralizada en la

plataforma y permita una mejora en la toma de decisiones en tiempo real, sobre temas como la gestión del ganado, la alimentación.

Análisis de viabilidad financiera

Costo de inversión

Los precios presentados a continuación son estimaciones y pueden variar según la fluctuación de la tasa representativa del mercado al momento de efectuar la implementación del sistema, así como las especificaciones técnicas de los dispositivos y la calidad de los mismos.

Tabla 8. Estimación de costos.

Elemento	Función Principal	Cantidad Estimada	Coste Unitario Aproximado (USD)	Coste Total Aproximado (USD)	Comentarios
Collares con Sensores IoT	Monitoreo de salud, actividad y ubicación	100	\$150 - \$300	\$15,000 - \$30,000	Sensores incluyen GPS, temperatura, etc.

Estación Base o Repetidores	Recolección y transmisión de datos	3-5	\$500 - \$1,000	\$1,500 - \$5,000	Cobertura en toda la extensión del hato
Software de Gestión de Ganadería	Análisis de datos y generación de reportes	1	\$2,000 - \$5,000	\$2,000 - \$5,000	Incluye licencia y soporte técnico
Sensores de Ambiente	Monitoreo de temperatura, humedad, calidad del aire	4-6	\$200 - \$500	\$800 - \$3,000	Estratégicamente ubicados
Dispositivos de Alimentación Automática	Control automatizado de la ración de alimento	2-3	\$3,000 - \$6,000	\$6,000 - \$18,000	Dependiendo de la distribución del hato
Cámaras de Vigilancia	Monitoreo visual para control de seguridad y bienestar	4-6	\$100 - \$300	\$400 - \$1,800	Cobertura de áreas críticas

Red de Comunicación (Wi-Fi / LPWAN)	Transmisión de datos entre dispositivos y la estación base	1	\$1,000 - \$3,000	\$1,000 - \$3,000	Puede requerir repetidores adicionales
Unidad Central de Procesamiento	Procesamiento y almacenamiento de datos	1	\$2,000 - \$5,000	\$2,000 - \$5,000	Centraliza la información
Baterías o Fuente de Energía Solar	Alimentación energética para dispositivos IoT	100	\$50 - \$200	\$5,000 - \$20,000	Garantiza operación continua

Costo Total Aproximado:

- **Rango Inferior:** \$33,700 USD
- **Rango Superior:** \$90,800 USD

Adicionalmente, los precios presentados anteriormente incluyen sólo los dispositivos y software; los costos de instalación, configuración y capacitación puede añadir entre un 10% y un 20% al total. Entendiendo que algunos proveedores de software pueden requerir suscripciones anuales o licencias de uso, el costo a largo plazo puede presentar variaciones. Adicionalmente,

los precios pueden variar significativamente según la calidad de los dispositivos, las funcionalidades específicas y el proveedor seleccionado para la prestación del servicio.

Se puede considerar el uso de tecnologías avanzadas como la inteligencia artificial para prever problemas y optimizar los procesos. Estas soluciones no solo podrían reducir el desperdicio y el tiempo de gestión, sino que también mejorarían la rentabilidad y sostenibilidad del negocio ganadero.

Flujo de Caja - Proyección a Cinco Años

Tabla 10. Proyección - Flujo de caja

Año	Ing reso s	Costos Operati vos	Utilid ad Bruta	Amortiza ción	Utilida d Operat iva	Gastos Financ ieros	Utilidad antes de Impuest os	Impues tos (30%)	Utilid ad Neta	Flujo de Caja Neto
1	\$15 0,00 0	\$100,00 0	\$50,0 00	\$100,000	-\$50,00 0	\$0	-\$50,000	\$0	-\$50, 000	\$50,0 00
2	\$15 7,50 0	\$103,00 0	\$54,5 00	\$100,000	-\$45,50 0	\$0	-\$45,500	\$0	-\$45, 500	\$54,5 00

3	\$16 5,37 5	\$106,09 0	\$59,2 85	\$100,000	-\$40,71 5	\$0	-\$40,715	\$0	-\$40, 715	\$59,2 85
4	\$17 3,64 4	\$109,27 3	\$64,3 71	\$100,000	-\$35,62 9	\$0	-\$35,629	\$0	-\$35, 629	\$64,3 71
5	\$18 2,32 6	\$112,55 1	\$69,7 75	\$100,000	-\$30,22 5	\$0	-\$30,225	\$0	-\$30, 225	\$69,7 75

Cálculo de la TIR (aproximada):

- **Inversión Inicial:** -\$100,000 USD (supuesto para el cálculo de la TIR)
- **Flujos de Caja Neto:** \$50,000, \$54,500, \$59,285, \$64,371, \$69,775 USD

TIR Estimada: ~10.23%

Esta tabla presenta los ingresos, costos operativos, utilidad bruta, amortización, utilidad operativa, utilidad antes de impuestos, impuestos, utilidad neta y el flujo de caja neto para cada uno de los 5 años, junto con la estimación de la TIR.

Cálculo del VPN (con una tasa de descuento del 10% como ejemplo)

Fórmula para el VPN: $VPN = \sum \frac{FC_t}{(1+r)^t} - I$ donde:

- FC_t = Flujo de Caja Neto en el año t
- r = Tasa de descuento (10% en este caso)
- t = Año
- I = Inversión Inicial (supuesto en \$100,000)

Cálculo

1. Flujo de Caja Neto Año 1: $\frac{50,000}{(1+0.10)^1} = \frac{50,000}{1.10} = 45,454.55$
2. Flujo de Caja Neto Año 2: $\frac{54,500}{(1+0.10)^2} = \frac{54,500}{1.21} = 45,033.06$
3. Flujo de Caja Neto Año 3: $\frac{59,285}{(1+0.10)^3} = \frac{59,285}{1.331} = 44,562.10$
4. Flujo de Caja Neto Año 4: $\frac{64,371}{(1+0.10)^4} = \frac{64,371}{1.4641} = 43,980.87$
5. Flujo de Caja Neto Año 5: $\frac{69,775}{(1+0.10)^5} = \frac{69,775}{1.61051} = 43,329.91$

Suma de los Valores Presentes:
 $45,454.55+45,033.06+44,562.10+43,980.87+43,329.91=222,360.4945,$

$VPN = 222,360.49 - 100,000 = 122,360.49$

Interpretación:

- Un VPN positivo (en este caso, \$122,360.49) sugiere que la inversión supera la tasa de descuento utilizada (10%) y por lo tanto es rentable en comparación con la tasa alternativa.

Comparación con la TIR

Si la TIR estimada (10.23%) es mayor que la tasa de descuento que estás utilizando (10%), esto indica que la inversión es atractiva y qtiene un rendimiento superior al costo de oportunidad del capital.

Tabla 11. Estado de Flujo de Efectivo Resumido

Año	Flujo de Efectivo de Actividades Operativas	Flujo de Efectivo de Actividades de Inversión	Flujo de Efectivo de Actividades de Financiación	Flujo de Efectivo Neto del Año	Saldo Inicial de Efectivo	Saldo Final de Efectivo
1	\$50,000	-\$100,000	\$0	-\$50,000	\$0	-\$50,000
2	\$54,500	\$0	\$0	\$54,500	-\$50,000	\$4,500
3	\$59,285	\$0	\$0	\$59,285	\$4,500	\$63,785

4	\$64,371	\$0	\$0	\$64,371	\$63,785	\$128,156
5	\$69,775	\$0	\$0	\$69,775	\$128,156	\$197,931

Análisis

- Calculado a partir de la utilidad neta ajustada por amortización. Estos valores se basan en la gestión de las operaciones efectuadas por el hato ganadero con 100 ejemplares..
- Supuesto como una inversión inicial en el Año 1 y sin inversiones adicionales en los años siguientes.
- Se asumió que no hay gastos financieros en este caso.
- Suma de los flujos de efectivo de actividades operativas, de inversión y de financiación.
- Se inicia en \$0, con el saldo final del año anterior como el saldo inicial del año actual.
- Calculado como el saldo inicial más el flujo de efectivo neto del año.

A continuación, se presenta un cuadro de mando integral con las variables estratégicas del proyecto:

Tabla 12. Cuadro de Mando Integral

Perspectiva	Objetivo Estratégico	Indicadores Clave (KPIs)	Meta	Iniciativas o Acciones
Financiera	Mejorar la rentabilidad	- TIR del proyecto	TIR \geq 10%	- Optimización de costos operativos
		- Reducción de costos operativos	15% de reducción anual	- Inversión en dispositivos IoT
Clientes	Aumentar el bienestar animal y la calidad del producto	- Índice de bienestar animal	90% satisfacción animal	- Monitoreo de salud con IoT
		- Incremento en la producción (leche/carne)	10% de aumento anual	- Ajuste en alimentación y manejo de animales
Procesos Internos	Optimizar la gestión de recursos y operaciones	- Eficiencia en el uso de recursos	95% de eficiencia en alimentación	- Implementación de sensores y automatización

		- Reducción de la tasa de enfermedades	Reducción de 20% en 2 años	- Control de salud preventiva
Aprendizaje y Crecimiento	Fomentar la innovación y el desarrollo del personal	- Nivel de adopción tecnológica	100% adopción del personal	- Programas de formación y capacitación
		- Satisfacción del personal	≥ 85% de satisfacción	- Incentivos y soporte continuo

Posibles Stakeholders del Proyecto y su Impacto

El proyecto de implementación de tecnología IoT en un hato de ganado implica la interacción con diversos stakeholders, cada uno con un rol y un impacto diferente en el éxito del proyecto. Los principales stakeholders incluyen los propietarios de la granja, el personal de campo (ganaderos y operadores), proveedores de tecnología, asesores técnicos, instituciones financieras, y reguladores gubernamentales. A continuación, se describe el impacto de cada uno de estos stakeholders:

1. **Propietarios de la Finca:** Los propietarios son los principales interesados, ya que financian la inversión y se benefician directamente del aumento en la eficiencia y

rentabilidad del hato. Su compromiso y disposición para adoptar nuevas tecnologías son cruciales para el éxito del proyecto.

2. **Personal de Campo (Ganaderos y Operadores):** Este grupo es responsable de la operación diaria del hato y de la implementación práctica de la tecnología IoT. Su capacitación y adaptación al nuevo sistema son esenciales para maximizar los beneficios de la inversión.
3. **Proveedores de Tecnología:** Los proveedores de dispositivos IoT y software juegan un rol vital en la provisión de tecnologías confiables y adaptadas a las necesidades específicas del hato. La calidad de los productos y el soporte técnico que ofrecen afectan directamente el rendimiento del sistema.
4. **Asesores Técnicos:** Los consultores y expertos en tecnología IoT y ganadería proporcionan orientación técnica y estratégica. Su experiencia ayuda a seleccionar las soluciones tecnológicas adecuadas y a optimizar la implementación y el uso del sistema.
5. **Instituciones Financieras:** Si el proyecto es financiado a través de créditos o inversiones externas, las instituciones financieras son stakeholders clave. Su interés radica en la rentabilidad y sostenibilidad del proyecto, y podrían influir en decisiones financieras y estratégicas.
6. **Reguladores Gubernamentales:** Las entidades regulatorias supervisan el cumplimiento de normativas relacionadas con la ganadería y la tecnología. Su impacto incluye la

aprobación de permisos y la implementación de políticas que pueden favorecer o dificultar el uso de tecnologías avanzadas.

Tabla de Stakeholders y su Impacto en el Proyecto

Cada uno de estos stakeholders tiene un impacto específico en el proyecto, desde la toma de decisiones estratégicas y la implementación diaria, hasta la provisión de tecnología y la supervisión regulatoria. La gestión efectiva de estos stakeholders, asegurando su compromiso y colaboración, es esencial para el éxito del proyecto de implementación de tecnología IoT en ganadería.

Tabla 12. Stakeholders.

Stakeholder	Rol en el Proyecto	Impacto en el Proyecto
Propietarios de la Granja	Inversores y beneficiarios directos	Alto: Su decisión y compromiso determinan la viabilidad y éxito del proyecto.
Personal de Campo	Operación diaria del hato y uso de tecnología IoT	Alto: Su capacitación y aceptación de la tecnología son clave para el éxito operativo.

Proveedores de Tecnología	Provisión de dispositivos IoT y software	Medio-Alto: La calidad y soporte técnico afectan el desempeño y fiabilidad del sistema.
Asesores Técnicos	Orientación técnica y estratégica	Medio: Su asesoramiento influye en la selección de tecnología y la implementación efectiva.
Instituciones Financieras	Financiación y supervisión del retorno de la inversión	Medio: Condiciones financieras y expectativas de retorno pueden influir en decisiones clave.
Reguladores Gubernamentales	Supervisión del cumplimiento normativo	Medio-Bajo: Pueden afectar la viabilidad del proyecto a través de regulaciones y permisos.

4. Modelo Canvas

Tabla 13. Modelo Canvas



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con el modelo expuesto, la implementación de IoT es una idea de negocio atractiva e implementable para aquellos ganaderos que buscan modernizar sus procesos de producción ganadera. Sin embargo, es importante afianzar los canales de distribución propuestos, en pro de que la rentabilidad aumente considerablemente, entendiendo que este es uno de los principales retos del país.

De igual manera, si el modelo de negocio logra diversificar sus fuentes de ingreso, puede tener un retorno positivo y tiene un alto potencial en su desarrollo.

Factibilidad Técnica

La tercera viabilidad es la factibilidad técnica, que en este trabajo es crucial, ya que ayuda a probar la eficiencia con la que la tecnología puede ser integrada con éxito en la producción. En otras palabras, los dispositivos IoT son nuevas tecnologías que ofrecen una solución avanzada para el monitoreo de la salud, alimentación y movilidad animal en tiempo real, lo que permite un mejor control operativo. Según Quintero Albornoz (2020), “optimizar la supervisión de los animales [...] reduce las pérdidas asociadas a enfermedades, robos y descontrol en la alimentación” (p. 32), lo que subraya el impacto positivo de la tecnología. Sin embargo, es importante considerar que este tipo de sistemas requieren ciertos requisitos tecnológicos, como infraestructura de red y conectividad, que pueden variar según la ubicación de la granja.

Si bien la implementación de dispositivos IoT en ganadería podría incluir tecnologías avanzadas, la implementación podría iniciarse con instalaciones más básicas y más asequibles. Se podría implementar un acercamiento gradual para permitir que pequeños y medianos productores adopten la tecnología sin el desembolso de altos costos desde el principio. Por lo tanto, podría usarse un modelo modular, donde componentes menos avanzados, como sensores de temperatura y monitoreo de alimentación, se implementen inicialmente.

Con los beneficios obtenidos y la confianza en el sistema, se podrían hacer inversiones en equipos más avanzados en términos de manejo de movilidad ganadera, control de enfermedades e incluso predicción de comportamientos productivos. Además, la implementación inicial de dispositivos básicos podría diseñarse con capacidad para una expansión futura. Por ejemplo, podrían conectarse a sistemas de gestión de datos relativamente simples, que podrían integrarse en plataformas de análisis de datos más complejas cuando la infraestructura lo permita. Esto permitirá a los productores expandir el sistema sin tener que realizar inversiones iniciales significativas. También ofrece flexibilidad al proyecto, ya que no comenzará con una red avanzada 5G o satelital; también podría comenzar con redes 4G o incluso redes más sencillas.

En este sentido, Quintero Albornoz (2020) menciona que “la implementación de estos dispositivos no solo mejora el control de los recursos, sino que también incrementa la seguridad en la operación pecuaria” (p. 45). Aunque los sistemas más avanzados ofrecen mayor automatización y análisis de datos, incluso las versiones más básicas ya proporcionan ventajas en términos de control y monitoreo. Esto permite que las pequeñas explotaciones ganaderas comiencen a experimentar mejoras en su operatividad sin enfrentar una barrera tecnológica significativa.

El siguiente compendio es un análisis técnico de los recursos requeridos para implementar tecnología IoT en un hato ganadero basándose en los análisis previamente realizados en esta investigación. Su objetivo es proporcionar una vista detallada de los componentes e infraestructura y capacidades necesarios para implementar dispositivos IoT a

escala y funcionalmente en ganadería. Se incluye en su análisis la identificación de equipos clave, como sensores de monitoreo de salud, alimentación, movilidad y plataformas de gestión de datos en tiempo real, entre otros. También se consideran requerimientos de infraestructura tales como red, datos en tiempo real y maquinaria especializada, entre otros. Todos estos recursos se diseñan para aumentar la eficiencia operativa y el bienestar animal y permitir una implementación controlada de recursos tecnologías en el hato. El compendio se basa en el principio de escalabilidad, lo que significa que los productores también pueden comenzar con implementaciones básicas y construir más a medida que avanza la infraestructura y el aprendizaje.

Para efectos del siguiente reporte de necesidades técnicas para la implementación del sistema de monitoreo se hace una proyección básica que incluye comenzar con sensores simples y monitorear esa información para luego integrarse con plataformas más avanzadas a medida que se implementan nuevas fases. Se busca ofrecer una guía práctica y técnica que permita a los productores comprender los recursos necesarios y los pasos para adoptar IoT en la ganadería, garantizando que cada fase se base en un análisis sólido adaptado a la factibilidad. Veintisiete

Tecnología

Tabla 14. Elementos de implementación tecnológico

Aspecto	Descripción
----------------	--------------------

Disponibilidad de Tecnología	Sensores IoT para monitoreo de ganado, plataformas de gestión de datos, y opciones de conectividad (4G, satelital) están disponibles en Colombia y son accesibles.
Compatibilidad	Sistemas IoT compatibles con prácticas ganaderas existentes, fácilmente integrables con software de gestión agrícola utilizado en Colombia.
Escalabilidad	Tecnología adaptable a las necesidades de pequeños y medianos ganaderos, permitiendo escalabilidad progresiva.
Conectividad	Limitada en áreas rurales, pero viable con tecnologías satelitales o LPWAN.
Acceso a Energía	Requiere soluciones como paneles solares o baterías de larga duración para garantizar un suministro constante.

2. Infraestructura

Tabla 15. Identificación de infraestructura

Aspecto	Descripción
Almacenamiento de Datos	Uso creciente de soluciones en la nube para el almacenamiento y análisis de grandes volúmenes de datos generados por dispositivos IoT.
Hardware	La inversión inicial en dispositivos IoT es asequible y los equipos son duraderos en condiciones rurales.
Mantenimiento y Soporte	Existencia de proveedores locales e internacionales que ofrecen mantenimiento y soporte técnico adecuado para asegurar la operación continua.
Acceso a Energía	Disponibilidad de energía eléctrica complementada por fuentes alternativas como paneles solares, especialmente en áreas rurales.
Adaptación de Tecnologías	Equipos resistentes a climas extremos, como altas temperaturas y humedad.

Topografía	La región es extensa y plana, lo que facilita la instalación de sensores en grandes áreas.
-------------------	--

3. Recursos Humanos

Tabla 16. Identificación de los recursos humanos

Aspecto	Descripción
Capacitación	Programas de formación técnica disponibles a través de instituciones como el SENA, cubriendo operación, mantenimiento, manejo de plataformas IoT y la interpretación de datos.
Soporte Externo	Consultorías y empresas especializadas en tecnología agrícola en Colombia deben ofrecer servicios de implementación y soporte técnico para la adopción de IoT de manera local.

4. Gestión del Proyecto

Tabla 17. Etapas de la gestión

Aspecto	Descripción
Planificación	Implementación por fases recomendada, comenzando con proyectos piloto para minimizar interrupciones y ajustar la tecnología a las necesidades locales.
Cronograma	Cronograma estructurado para una transición gradual hacia la digitalización completa, asegurando un proceso de adopción sin contratiempos.
Costos de Implementación	Inversión inicial competitiva con beneficios económicos a largo plazo. Costos operativos manejables y decrecientes con el tiempo.
Retorno de la Inversión (ROI)	Proyecciones de mejora significativa en rentabilidad debido a la reducción de desperdicio, optimización del uso de recursos y mejor gestión del rebaño.

5. Riesgos y Mitigación

Tabla 21. Identificación de riesgos

Aspecto	Descripción
Fallos de Conectividad	Mitigación mediante la combinación de tecnologías de conectividad (LTE, satelital) que están siendo adoptadas en zonas rurales de Colombia.
Interoperabilidad	Selección de tecnologías IoT compatibles con otros sistemas utilizados en la finca para evitar problemas de integración.
Ciberseguridad	Implementación de protocolos de seguridad robustos para proteger datos sensibles y evitar accesos no autorizados.
Dependencia Tecnológica	Establecimiento de procedimientos manuales alternativos y sistemas redundantes para asegurar la continuidad operativa en caso de fallos técnicos.

6. Impacto en la Productividad

Tabla 18. Hallazgo del impacto

Aspecto	Descripción
----------------	--------------------

Optimización de Recursos	Mejora la gestión de recursos como agua y alimentación, reduciendo costos y aumentando la productividad.
Monitoreo de Salud Animal	Útil para prevenir enfermedades en grandes áreas de pastoreo mediante un monitoreo continuo.

Conclusión del Balance Técnico

La implementación de ganadería de precisión utilizando tecnología IoT es altamente viable en Colombia. El entorno tecnológico, la infraestructura, y la disponibilidad de recursos humanos capacitados apoyan favorablemente la adopción de estas tecnologías. Además, la escalabilidad y compatibilidad de los sistemas IoT con las prácticas ganaderas existentes facilitan su integración, mientras que los beneficios proyectados en términos de eficiencia, reducción de costos y mejora en la rentabilidad justifican la inversión.

Sin embargo, depende de resolver desafíos clave relacionados con la conectividad, la adaptación de tecnologías al entorno local, la capacitación de los ganaderos y la financiación. Superar estos obstáculos puede hacer que la tecnología IoT sea una herramienta poderosa para mejorar la eficiencia y la sostenibilidad de la ganadería en la región de Casanare..

Por lo anterior, se recomienda proceder con la implementación de un sistema de ganadería de precisión basado en IoT en Colombia, comenzando con proyectos piloto para evaluar su impacto y ajustar la tecnología a las necesidades locales, con el objetivo de optimizar la producción ganadera y asegurar un retorno de inversión favorable.

Análisis del Impacto Social, Ecológico y Económico de la Tecnología IoT en la Producción Ganadera con un Enfoque de RSE

La aparición de la tecnología IoT en la producción ganadera en Colombia es un cambio significativo en la forma en que los recursos se gestionan, el bienestar de los animales y la eficiencia productiva. En términos de la RSE, uno no puede limitarse a las razones económicas, sino hacia las influencias sociales y medioambientales que tales innovaciones pueden tener. La evaluación de la oportunidad y los logros de las tecnologías adoptadas en la agricultura de precisión es un asunto de análisis estratégico, proyección de la gerencia y viabilidad financiera. Para que sepa más acerca de estos filones, aquí se presenta una sección de los campos de acción de la integración y adónde llega.

Campo de acción social: mejora de la vida del campo y bienestar animal En primer lugar, dada la implementación de tecnología tecnológica en la ganadería, se destaca cómo puede mejorar la vida de las personas en los campos. Sobre todo en las áreas rurales de Colombia, tales instalaciones son un método importante de la economía local y su modernización puede ser un impulso para el desarrollo social y económico. Junto con la automatización y la autopistas en

vivo, el cambio en los procedimientos que se tradujo en mejorar la eficiencia genera vías de formación y nuevos trabajos para aquellos que trabajan en estos lugares. Formación y capacitación en áreas rurales Para una gran cantidad de expertos que operan estos sistemas, los productores más pequeños deben asignar nuevos conceptos técnicos. De esta forma se detallan más trabajos para ocupar en el mantenimiento de los dispositivos que se adentran y pues capacidad para asociar a emblemas más verdaderos. A través de la educación tecnológica, las comunidades rurales pueden mejorar su competencia y hallarse más dispuestas a ambientar la economía digital.

Bienestar animal

Como ya se mencionó antes, la mayor parte de esto se traduce directamente en ahorros. Además, la tecnología IoT contribuye significativamente a mejorar el bienestar de los animales. La atención constante a la temperatura, la actividad física y la ingesta de alimentos ayuda a identificar los problemas de salud en las etapas tempranas, lo que a su vez reduce la mortalidad y aumenta la salud del rebaño en general. Esto no solo afecta positivamente a la rentabilidad, sino que también satisface la creciente demanda ética de los consumidores y los mercados.

Impacto Ecológico: Sostenibilidad y Menor Impacto Ambiental

Ecológicamente, la tecnología IoT ayuda a fomentar la ganadería sostenible. En general, la ganadería tradicional ha llevado a un uso ineficiente del agua y los alimentos y ha sido una

fuentes de altas emisiones de GEI (Gas de Efecto Invernadero). Sin embargo, el IoT ha permitido utilizar los recursos de forma eficiente, lo que reduce el impacto en el medio ambiente.

Optimización del uso de recursos

El monitoreo en tiempo real de las necesidades de cada animal permite ajustar el suministro de agua y alimentos, evitando el desperdicio. Esto es, un sistema IoT podrá detectar cuándo un animal ya ha satisfecho su requerimiento nutricional y, de este modo, no consumirá alimentos de más. A largo plazo, estos hechos convergen en una disminución de costes y el impacto ambiental, puesto que se optimizan los recursos en producción y uso.

Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero

La tecnología IoT también puede ayudar a reducir las emisiones de GEI. Una alimentación más eficiente y una mejor monitorización de la salud de los animales significa que se emiten menos gases de efecto invernadero por unidad de producto. Algo que puede ser altamente relevante en Colombia, donde la ganadería se ubica entre las principales fuentes de emisiones. Actuar de manera responsable y sostenible no solo beneficia y mejora la reputación de las compañías sino que también las pone en posiciones más fuertes en mercados cada vez más orientados a la sostenibilidad.

Impacto Económico: Rentabilidad y Competitividad a Largo Plazo

En cuanto a la economía, IoT es inigualable al permitir que aumente la rentabilidad. Por un lado, la implementación es un proceso costoso que requiere una cantidad significativa de dinero. Por otro lado, el uso de datos para tomar decisiones y hacer servicios y acciones más efectivos y eficientes se traduce en una productividad más alta y una ganancia neta mayor.

Reducción de costos operativos

En cuanto a la automatización de tareas como la alimentación, el control del ambiente y la salud del ganado, el aumento de la eficiencia en el proceso de producción alcanzadas a través del menor trabajo manual y la optimización de un sinnúmero de constancias reduce la mano de obra necesaria, también permiten una reducción de costos fijos. Además, ajustar la alimentación a las necesidades precisas de cada animal ya sea para engorda o producción reduce el desperdicio de alimentos y ayuda a controlar los costos de insumos.

Capítulo VI.

Conclusiones.

Interpretación de los Resultados de la Investigación

1. El uso de sistemas IoT en la ganadería de precisión mejora evidentemente la eficiencia operativa, gracias a la gestión precisa de los recursos, donde el proceso se facilita mediante el seguimiento de variables como la salud, el comportamiento y el consumo de alimentos de los animales en tiempo real. Al modificar la cantidad de alimento y tratamiento médico en función de las necesidades reales de cada res, se minimiza el desperdicio de los insumos y se optimiza las utilidades.
2. Además del beneficio económico, la ganadería sostenible tiene un impacto ambiental positivo, el cual apunta a la reducción de los residuos tales como la emisión de gases de efecto invernadero, mediante la gestión eficiente de los recursos hídricos y alimentarios, lo cual se traduce en un impacto de carácter global, el cual apunta al cumplimiento de la agenda 2030 con los Objetivos de Desarrollo Sostenible.
3. Entendiendo los beneficios que ofrece el modelo, se debe tener claro que uno de los principales desafíos es la inversión inicial, la cual a pesar de sus costos, muestra en el análisis financiero una tasa de retorno favorable y rentabilidad de largo plazo sólida, gracias a la precisión de la información, que conlleva a la reducción de inversión en insumos tanto a ganaderos en su rol de clientes, como a la empresa misma.

4. A través de la aplicación de tecnologías IoT es posible llegar a poder desarrollar un entorno competitivo para los pequeños y medianos productores, con la posibilidad de poder competir con sus pares en los mercados nacionales e internacionales. Esto es una ventaja adicional para poder ofrecer productos pecuarios de calidad con trazabilidad y seguimiento continuo, que logre satisfacer las necesidades de los mercados más exigentes y a los consumidores cada vez más atentos acerca del origen y las condiciones de producción de los alimentos.
5. Los resultados en el ámbito de los beneficios económicos generados derivan de la inversión en tecnología IoT que se mantendrán a largo plazo. La automatización de tareas, la vigilancia preventiva y la optimización de recursos pueden conducir a una mayor rentabilidad del negocio. Con respecto a los resultados financieros previstos, se puede llegar a obtener unas ganancias en el segundo año de la implantación de la IOT y el retorno de la inversión es considerado favorable a partir del quinto año de la inversión.
6. Vale la pena reconocer las dificultades de implementar IoT en la ganadería, independientemente de los beneficios. La presencia de conexiones rurales y la resistencia al cambio entre los ganaderos tradicionales puede presentar desafíos importantes. De ahí, que sea crucial ofrecer capacitación y asistencia técnica junto con la venta de la implementación de tecnologías de fácil acceso, cuyo uso sea pertinente para el sector, buscando soluciones escalables que puedan implementarse de manera gradual, impulsando con ello que el sector ganadero colombiano sea competente a nivel regional.

7. Se proyecta que las consecuencias sociales y económicas derivadas de la aplicación del IoT en la ganadería no sólo transformen los métodos de producción, sino que permitan favorecer la calidad de vida de los ganaderos/as y sus comunidades. Para avanzar en el desarrollo sostenible del sector agrícola en Colombia, sería conveniente mejorar la eficiencia, la rentabilidad, el desarrollo económico en las áreas rurales.

Relevancia de la Investigación

Esta investigación sobre la ganadería de precisión utilizando tecnologías IoT ha puesto en evidencia las notables mejoras que esta metodología puede aportar en comparación con las prácticas tradicionales o artesanales. Esta innovación tiene un impacto significativo en varios aspectos críticos de la ganadería:

1. La integración de sensores IoT en la ganadería de precisión, durante todo el proceso de levante ha permitido la monitorización en tiempo real de variables cruciales como la salud, la alimentación y el comportamiento de los animales. Esta capacidad de obtener datos detallados y en tiempo real facilita la detección temprana de enfermedades y anomalías, por parte de los ganaderos lo cual conlleva a la reducción de la mortalidad y aumentando la producción de carne. Este enfoque se contrasta con la ganadería tradicional, que depende en gran medida de la observación visual y la experiencia del ganadero, lo que puede llevar a diagnósticos menos oportunos y a una menor eficiencia productiva; así como el gasto adicional de insumos.

2. El uso de tecnología IoT ha demostrado ser fundamental para mejorar el bienestar animal al permitir un manejo más personalizado y monitoreado de cada animal. Los dispositivos permiten monitorizar parámetros específicos como la temperatura corporal, el movimiento y el consumo de alimentos, lo que lleva a un manejo más adaptado a las necesidades individuales de cada animal. En comparación, la ganadería tradicional, que tiende a aplicar un enfoque más generalizado, puede resultar en niveles más altos de estrés y malestar en los animales, de igual manera cabe señalar que el uso de estos dispositivos está previsto para no afectar el desarrollo habitual del animal ni generar incomodidad en el mismo.
3. La ganadería de precisión contribuye y proporciona una mayor sostenibilidad ambiental y ecológica, al optimizar el uso de recursos naturales como el agua y los alimentos. La capacidad de ajustar los suministros según las necesidades exactas de cada animal permite reducir el desperdicio y las emisiones de gases de efecto invernadero. Esto representa una ventaja significativa sobre la ganadería tradicional, que suele ser menos eficiente en la gestión de estos recursos y tiene un mayor impacto ambiental.
4. Aunque la inversión inicial en tecnología IoT puede ser alta, los sistemas de ganadería de precisión tienden a reducir los costos operativos a largo plazo. La automatización y la toma de decisiones basadas en datos permiten una gestión más eficiente, disminuyendo los gastos en alimentación, medicamentos y otros gastos anexos al proceso de levante.

5. La ganadería de precisión muestra una rentabilidad superior a largo plazo, ya que las mejoras en eficiencia, bienestar animal y sostenibilidad se traducen en una mayor productividad y menores costos operativos. Esto refuerza la competitividad y el retorno de la inversión en comparación con la ganadería tradicional, donde la rentabilidad puede verse limitada por la menor eficiencia y los mayores costos asociados.

Escenarios Epistemológicos y Metodológicos

Epistemológicos:

- La investigación se basa en la teoría de la ganadería de precisión, que propone el uso de tecnologías avanzadas para optimizar la gestión de recursos y mejorar la eficiencia. Esta teoría proporciona un marco para entender cómo las tecnologías IoT pueden transformar la producción ganadera.
- La investigación explora cómo el uso de datos precisos contribuye a un mejor manejo del bienestar animal y una mayor sostenibilidad, en contraste con los enfoques menos específicos de la ganadería tradicional.

Metodológicos:

- Se realizó un análisis financiero para evaluar la viabilidad económica de la implementación de tecnologías IoT, considerando costos operativos y retorno de inversión.
- La investigación incluyó cálculos de Tasa Interna de Retorno (TIR) y Valor Presente Neto (VPN) para medir la rentabilidad y evaluar la viabilidad de la inversión en tecnología, donde se puede evidenciar que la inversión inicial de la ganadería sostenible por medio de la tecnología IoT es alta comparada con la ganadería tradicional; sin embargo, a largo plazo demuestra costos reducidos

Recomendaciones

Elementos no abarcados en este estudio (Base para futuras investigaciones)

1. Es recomendable explorar el impacto de nuevas tecnologías como la inteligencia artificial y el análisis avanzado de datos en la ganadería de precisión.
2. Realizar estudios comparativos entre diferentes regiones y contextos económicos puede proporcionar una comprensión más completa de cómo la ganadería de precisión puede adaptarse a diversas condiciones y necesidades locales.
3. Profundizar en el análisis de la sostenibilidad a largo plazo de las inversiones en tecnologías de precisión, incluyendo el impacto ambiental y el retorno económico, puede ofrecer una visión más completa de su viabilidad.

Lista de referencias.

A Colombia le falta avanzar en ganadería de precisión | Fedegán. (s. f.).

<https://www.fedegan.org.co/noticias/colombia-le-falta-avanzar-en-ganaderia-de-precision>

Agencia UNAL. (2022, January 31). *Falta de vías terciarias afectaría seguridad alimentaria y humana en zonas rurales*. Agencia UNAL. Retrieved July 25, 2023, from <http://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/falta-de-vias-terciarias-afectaria-seguridad-alimentaria-y-humana-en-zonas-rurales>

Caracterización de la actividad ganadera a partir del aprovechamiento de registros

administrativos. (2022). Dane.gov.co.

<https://www.dane.gov.co/files/operaciones/CAG/bol-CAG-2022.pdf>

CEPAL (Comisión Económica Para América Latina y el Caribe), FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). *Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: Una mirada hacia América Latina y el Caribe.* 176 p. 2012.

De Comercio De Bogotá, C. (s. f.). Biblioteca Digital CCB :: Inicio.

<https://bibliotecadigital.ccb.org.co/home>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la

Agricultura. FAOSTAT. Roma, IT. 2013. Disponible En:

<http://faostat.fao.org/site/291/default.aspx>

FEDEGAN (Fondo Nacional de Ganaderos). Análisis del inventario Ganadero Colombiano, Comportamiento y variables explicativas. 21 p. 2013. Recuperado 12 diciembre 2014.

Disponible

En:<http://www.fedegan.org.co/publicacion-presentaciones/analisis-del-inventario-ganadero-colombiano-comportamiento-y-variables>

FEDESARROLLO (Fundación para educación superior y el desarrollo), SAC (Sociedad de Agricultores de Colombia), INCODER (Instituto Colombiano de Desarrollo Rural), FINAGRO (Fondo para el financiamiento del sector agropecuario) y Banco Agrario. Políticas para el desarrollo de la agricultura en Colombia. Sociedad de Agricultores de Colombia. La Imprenta Editores S.A. 234 p. 2013.

Felixcan Colombia. (2022, 28 noviembre). *Información ISO 11784 – ISO 11785 - Felixcan Colombia*. Felixcan Colombia - Especialistas En Identificación Electrónica y Visual Para Animales. <https://felixcancolombia.com/iso-11784-iso-11785/>

Ferreira-Herrera, D. C. (2015). El modelo Canvas en la formulación de proyectos.

Cooperativismo y Desarrollo, 23(107), 76-79. doi:

<http://dx.doi.org/10.16925/co.v23i107.1252>Innovación social y solidaridad

Ganadero, C. (2023, 4 abril). *A Colombia le falta avanzar en ganadería de precisión*. CONtexto Ganadero.

<https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/colombia-le-falta-avanzar-en-ganaderia-de-precision>

García, N. (2017). GANADERÍA SOSTENIBLE EN LA ORINOQUIA, UNA APUESTA PARA SALVAR UNA TRADICIÓN LLANERA. En Universidad de Los Andes, Colombia, *Centro de Estudios de la Orinoquia - CEO*.

Osterwwalder A, Pigneu Y. (2010) Generación de Modelos de Negocios 2010. Disponible en:
chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/36064058/10AAA_LIBRO_Generacion_de_Modelos_de_Negocio_en_Espanol-libre.pdf?1419645325=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DGeneracion_de_modelos_de_negocio.pdf&Expires=1728082103&Signature=Gc~V2yYzIry44GFHkwXwRpr~IYxeeZyVDhxRTmgLggTJmUIdnKNqFHpcfNEgOp9AYvC3eS1mYQQaa6y~VvPHW87odAo43JkWww8s9okH6PIY0ymkNVTjol71rtxmW2281-KhGej2xdjxlpTxTAXolP4RyMu-HIINIZXjiDg3UPrNXKkS1aKeTzeTRCfSbxcVNAIWstSuCIhaEMMdeIHntUalg34YAltINVnf~Q-kwLo02uKbe9x05UgK1OMalvcDG9YBn5FrKutJV3A6vxvwf4KJ3c6ACcXR0xJGbgq4KWgKGn8UKCeIiCxSueZ3IrbjBiRtHU-R06Foll6X4XJfsXoQ__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA

Pacheco, C.2017.

</efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/20.500.12558/4860/APLICACION%20DE%20LAS%20TECNOLOGIAS>

dAS%20IOT%20PARA%20EL%20MONITOREO%20DE%20VARIABLES.pdf?sequenc
e=6&isAllowed=y

Pica G, Pica U, Otte, J. The livestock sector in the World Development Report 2008:

Re-assessing the policy priorities. Living from livestock research report no. 08-07.

Pro-Poor Livestock Policy Initiative, Food and Agriculture Organization, Roma, IT. 2008.

Disponible

En:http://www.fao.org/ag/againfo/programmes/en/pplpi/docarc/rep_0807_WDRLivestock_UP_et_al_080805.pdf.16161612

Portafolio. (2021, August 12). *Tendencias tecnológicas que transformarán la agricultura en Colombia*. Portafolio. Retrieved July 25, 2023, from

<https://www.portafolio.co/contenido-patrocinado/tendencias-tecnologicas-que-transformaran-la-agricultura-en-colombia-555082>

Quintero Albornoz, J. S. (2020). *Dispositivo IoT Para el Control de Identificación y Movilidad Pecuaria* [Maestria, Universidad Nacional de Colombia].

<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/78469/1022335393.2020.pdf?sequenc>
e=1&isAllowed=y

Sostenibilifad. (2024, 24 julio). Sostenibilidad: qué es, definición, concepto, tipos y ejemplos.

Responsabilidad Social Empresarial y Sustentabilidad.

<https://responsabilidadsocial.net/sostenibilidad-que-es-definicion-concepto-tipos-y-ejemplos/>

Thornton PK, Kruska RL, Henninger N, Kristjanson PM, Reid RS, Atieno F, Odero AN, Ndegwa T. Mapping poverty and livestock in the developing world. ILRI (International Livestock Research Institute), Nairobi, Kenya. 2002. Disponible En:
http://www.ilri.org/InfoServ/Webpub/fulldocs/InvestAnim/Book2/media/PDF_chapters/B2_Front.pdf

Vergara Vergara, Wilson, "Formulación de proyectos agroempresariales" (2014). Agrociencias.
10. https://ciencia.lasalle.edu.co/edunisalle_agrociencias/10

Villarreal, N. F. (2023). *Análisis de producto Ganado bovino y bufalino*. www.andi.com.co.
Retrieved julio 25, 2023, from
<https://www.andi.com.co/Uploads/Informe-de-Ganado-Bovino-y-Bufalino-BMC-2023.pdf>

Zavala Gómez del Campo, R. (2015). Ganadería en Colombia, generando alternativas sostenibles. *AGROECOL*, 6(1), Rev Sist Prod Agroecol. 6: 1: 2015.