



**UNIVERSIDAD TECNICA DE BABAHOYO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**



**ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA PESCA Y**

**VETERINARIA**

**CARRERA DE AGROPECUARIA**

**TRABAJO DE TITULACION**

Componente práctico del examen de carácter Complexivo,  
presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como  
requisito previo a la obtención del título de:

**INGENIERO AGROPECUARIO**

**TEMA:**

Alternativas tecnológicas para el manejo sostenible en la actividad  
ganadera del Ecuador

**AUTOR:**

Andy Aníbal Vera Meneses

**TUTOR:**

Ing. Agr. Tito Bohórquez Barros, MBA.

Babahoyo - Los Ríos - Ecuador

**2024**

## RESUMEN

El uso de la tecnología en la monitorización del ganado nos permite disponer datos verificados en tiempo real; proporcionando información eficaz sobre el desplazamientos, distancias recorridas, territorio pastoreado, zonas más frecuentadas, pautas de comportamiento del ganado; el propósito de esta investigación es analizar las alternativas tecnológicas para el manejo sostenible en la ganadería del Ecuador, la metodología empleada consta de información actualizada proveniente de artículos científicos, sitios web y bibliotecas virtuales, dando como resultado la implementación de las herramientas tecnológicas en el sector ganadero del Ecuador; emerge como una estrategia fundamental para potenciar la eficiencia en los procesos de producción ganadera y para fortalecer la competitividad en el mercado, donde presenta el diseño y la evaluación de un sistema de monitoreo animal georreferenciado, que incluye un collar con tecnología GPS y un servidor web. Se concluye que este sistema permite el almacenamiento y la recepción en tiempo real de los datos generados por el collar, brindando así una solución innovadora para la gestión y seguimiento eficaz de los animales, sin embargo, se recomienda. adoptar tecnologías de monitoreo, como los collares GPS para el ganado, para mejorar la gestión del pastoreo y la seguridad del ganado. Estas herramientas permiten a los ganaderos supervisar la ubicación y el comportamiento de sus animales, lo que contribuye a prevenir robos y optimizar la distribución del ganado en los potreros.

**Palabras Claves:** Tecnología, alternativas, ganadería y monitoreo

## SUMMARY

The use of technology in livestock monitoring allows us to have verified data in real time; provide effective information on movements, distances traveled, grazing territory, most frequented areas, behavioral patterns of livestock; The purpose of this research is to analyze technological alternatives for sustainable management in livestock farming in Ecuador. The methodology used consists of updated information from scientific articles, websites and virtual libraries, resulting in the implementation of technological tools in the sector. rancher from Ecuador; emerges as a fundamental strategy to improve efficiency in livestock production processes and strengthen competitiveness in the market, where the design and evaluation of a georeferenced animal monitoring system is presented, which includes a collar with GPS technology and a web server. It is concluded that this system allows the storage and reception in real time of the data generated by the collar, thus providing an innovative solution for the effective management and monitoring of animals, however, it is recommended. adopt monitoring technologies, such as GPS livestock collars, to improve grazing management and livestock safety. These tools allow farmers to monitor the location and behavior of their animals, helping to prevent theft and optimize the distribution of livestock across pastures.

**Keywords:** Technology, alternatives, livestock y monitoring

## INDICE DE CONTENIDO

RESUMEN.....	II
SUMMARY .....	III
1.Contextualización .....	1
1.1. Introducción.....	1
1.2 Planteamiento del problema .....	3
1.3. Justificación.....	3
1.4. Objetivos .....	4
1.4.1 Objetivo general .....	4
1.4.2 Objetivos Específicos .....	4
1.5 Líneas de investigación .....	4
2. DESARROLLO.....	5
2.1. Marco Conceptual.....	5
2.1.1 Origen de las tecnologías aplicadas en la agricultura ganadera .....	5
2.1.2. Identificar las principales tecnologías para el manejo sostenible en la actividad ganadera del Ecuador.....	7
2.1.3. La práctica de la ganadería sostenible contribuye a abordar la emergencia climática en Ecuador. ....	12
2.1.4. limportancia de las tecnologías para el manejo sostenible en la actividad ganadera del Ecuador .....	15
2.2. Marco metodológico.....	17
2.3. Resultados .....	17
2.4. Discusión de resultados.....	18
3 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	20
3.1. Conclusiones .....	20
3.2. Recomendaciones .....	20
4. REFERENCIAS Y ANEXOS .....	21
4.1. Referencias Bibliografías.....	21
4.2.ANEXOS .....	25

# 1.Contextualización

## 1.1. Introducción

La ganadería desempeña un papel crucial a nivel mundial al contribuir significativamente a la seguridad alimentaria, la economía y la sostenibilidad ambiental. La producción ganadera proporciona una fuente importante de proteínas animales esenciales para la nutrición humana, al tiempo que genera empleo y sustento para millones de personas en todo el mundo. Además, la industria ganadera contribuye al desarrollo económico de muchas naciones al impulsar sectores relacionados, como la industria cárnica y láctea.

La ganadería también se caracteriza por sistemas productivos de tipo extensivo y de baja productividad, que se concentran en pequeños y medianos productores. Esta actividad posee una relación indirecta entre la productividad y las emisiones CO<sub>2</sub> por unidad de leche o carne, identificándola como una fuente importante de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)

Según el MAE (Ministerio del Ambiente del Ecuador, en un Informe Bial de Actualización a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático publicado en 2016; el 44,32 % y el 2,63 % del sector ganadero, corresponden a la difusión de GEI por fermentación entérica y manejo de estiércol, correspondientemente (FAO 2017)

La provincia de Los Ríos se sitúa en la región costera y su actividad económica principal se basa en la agricultura y la ganadería, contribuyendo en un 14,18 % a la producción nacional. Este sector engloba tanto la agricultura, que tiene una influencia significativa, como la cría de ganado. En total, la región cuenta con 41,712 productores, de los cuales el 47 % trabaja en terrenos de hasta 5 hectáreas, mientras que el 53 % restante se dedica a áreas que varían desde 5 hectáreas hasta 50 hectáreas y más (Troya & Hurtado 2012)

Los avances en la investigación científica evidencian cambios climáticos a un ritmo impresionante, los cuales impactan no solo a los ecosistemas, sino también a los sistemas humanos y productivos, como es el caso de la ganadería.

El cambio climático afecta directamente a la ganadería, manifestándose a través del aumento de la temperatura, modificaciones en los patrones de lluvia y precipitación. Los efectos indirectos se reflejan en la disminución de los rendimientos, la calidad del forraje, posibles incrementos en las enfermedades del ganado y una mayor competencia por los recursos disponibles.

Este enfoque posibilita la identificación de prácticas ganaderas ejemplares con el objetivo de: aumentar la productividad y generar ingresos económicos sostenibles en el ámbito ganadero, fomentar la capacidad de adaptación al cambio climático, disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero, así como aumentar o preservar la cantidad de carbono en los suelos (FAO 2018)

En Ecuador, se han llevado a cabo investigaciones con el fin de describir los sistemas ganaderos, siendo notable el trabajo realizado por Requelme y Bonifaz (2012). Estos investigadores abordaron aspectos técnicos y sociales en su estudio, señalando que la geografía heterogénea del país proporciona una amplia gama de escenarios naturales, climas y microclimas que favorecen la adopción de diversas prácticas agrícolas. Según los autores, el sector ganadero en Ecuador se caracteriza por su complejidad y diversidad, siendo su análisis un desafío necesario.

Las alternativas tecnológicas para el manejo sostenible en la actividad ganadera abarcan un amplio espectro, desde innovaciones en la alimentación del ganado hasta sistemas avanzados de gestión de residuos. Estas soluciones buscan no solo optimizar la producción y los ingresos económicos, sino también abordar cuestiones cruciales como la resiliencia al cambio climático, la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y la conservación del suelo y los recursos hídricos.

## **1.2 Planteamiento del problema**

La actividad ganadera en Ecuador enfrenta desafíos significativos para lograr la sostenibilidad. La expansión de pastizales y la deforestación asociada, junto con las emisiones de gases de efecto invernadero provenientes de la producción ganadera, contribuyen al cambio climático y la pérdida de biodiversidad. La gestión ineficiente de recursos naturales, como el uso intensivo de agua y tierras, agrava la presión sobre los ecosistemas locales, destacando la necesidad de alternativas tecnológicas que aborden estos impactos ambientales.

La adopción de tecnologías sostenibles se ve obstaculizada por desafíos económicos y sociales. Los altos costos iniciales y la preocupación por la rentabilidad a corto plazo pueden disuadir a los ganaderos, especialmente a los pequeños productores, de adoptar prácticas más sostenibles, la falta de acceso y conocimiento sobre tecnologías avanzadas, así como la necesidad de capacitación, plantean barreras adicionales para la transición hacia un manejo ganadero más sostenible en Ecuador (Zambrano *et al* 2021)

## **1.3. Justificación**

Este trabajo de investigación tiene como propósito conseguir información renovada sobre Alternativas tecnológicas para el manejo sostenible en la actividad ganadera en el Ecuador, para abordar la transformación sostenible en la implementación de tecnologías innovadoras; radica en la urgencia de mitigar los efectos negativos del cambio climático para no deteriorar el medio ambiente como en las comunidades locales. La relevancia de esta investigación se fundamenta en varios aspectos cruciales

La implementación de las alternativas tecnológicas como herramientas e interactividad para el ganadero llega a reconfigurar el sector ganadero en el país. A través de la innovación, el proyecto ganadería Inteligente, apunta a reducir las actividades de los sistemas productivos a través de las herramientas inteligentes; la iniciativa de este trabajo parte de los visibles efectos del cambio climático en la actividad ganadera, reconocidos como un desafío para el desarrollo y bienestar de los países y de la sociedad. (MAG 2016)

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general**

- Analizar las alternativas tecnológicas para el manejo sostenible en la ganadería del Ecuador.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Identificar las principales tecnologías para el manejo sostenible en la actividad ganadera del Ecuador.
  
- Describir la importancia de las tecnologías para el manejo sostenible en la actividad ganadera del Ecuador

## **1.5 Líneas de investigación**

**Dominio:** Recursos Agropecuarios, ambiente, biodiversidad y Biotecnología

**Líneas:** Desarrollo agropecuario, agroindustrial sostenible y sustentable.

**Sublíneas:** Agricultura sostenible y sustentable



## **2. DESARROLLO**

### **2.1. Marco Conceptual**

#### **2.1.1 Origen de las tecnologías aplicadas en la agricultura ganadera**

La ganadería sostenible es un proyecto que pretende incrementar la producción cría de animales, teniendo en cuenta estrategias respetuosas con el medio ambiente, Por ejemplo, los sistemas silvopastoriles, este proyecto es relativamente nuevo en Colombia, puesto que la formación experimental se inició entre 2002 y 2008 y ha evolucionado; los sistemas silvopastoriles y sabanas inundables de los llanos orientales, es considerado un sistema actual, puesto que la ganadería sostenible ya se practica en diferentes puntos del país, pero aún existe dudas sobre los factores que permiten utilizarlo eficazmente en determinadas situaciones (Vega 2020).

Su impacto en los ecosistemas globales era mínimo. En aquel entonces, las comunidades vivían en proximidad a sus fuentes de alimento y los desechos orgánicos se reintegraban directamente en las áreas de cultivo. Sin embargo, en las últimas décadas ha surgido un crecimiento poblacional sin precedentes junto con un incremento en los niveles de vida. Esta situación ha generado una demanda cada vez mayor de alimentos, lo que ha resultado en un aumento considerable en la producción agrícola y ganadera (Studenta 2020).

La ganadería es esencial para la producción de alimentos en todo el mundo, la industria ha obtenido varios avances tecnológicos que han cambiado la forma en que opera y han llevado a prácticas más eficientes y sostenibles. Para satisfacer esta demanda, se ha recurrido a una expansión constante de la frontera agrícola y a un incremento sostenido y sin precedentes en la productividad por unidad de superficie. Sin embargo, este desarrollo ha tenido un alto costo ecológico. La expansión de las áreas de cultivo ha llevado a la deforestación de vastas extensiones de bosque, erosión del suelo, disminución de su fertilidad, drenaje y relleno de humedales, así como la pérdida de biodiversidad (BID 2019).

La tecnología ha sido esencial para el desarrollo y producción en masa de vacunas que protegen a animales a través de campañas de vacunación a nivel nacional. La primera vacuna, creada en Kenya por el Dr. Walter Plowright y su equipo con apoyo del Reino Unido, utilizó un virus debilitado en cultivos celular.

Este trabajo fue reconocido con el Premio Mundial de la Alimentación en 1999. Aunque efectiva, esta vacuna perdía su potencia con el calor, lo que llevó a investigaciones para desarrollar una versión termoestable. El Dr. Jeffery Mariner, con el respaldo de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, lideró estos esfuerzos, logrando así adaptar la vacuna a entornos remotos (López 2019).

La agricultura contemporánea tiende a simplificar los ecosistemas en general. Las prácticas de labranza han causado cambios en los suelos mediante la adición o eliminación de nutrientes, la reducción de la acidez mediante la aplicación de cal, la remoción de rocas para mejorar la operatividad agrícola, el nivelado de terrenos para facilitar el riego y la mecanización. Estos procesos han llevado a una intensa modificación de la estructura del suelo y del paisaje, todo ello justificado por la necesidad de integrar recursos agrícolas al sistema económico (BID 2019).

Los criadores de ganado están liderando el impulso para hacer que la ganadería sea más sostenible, ecológica y tecnológicamente avanzada. Están empezando a ver los beneficios y las ventajas de integrar la tecnología de sectores abandonados. La vida dedicada al cuidado del ganado es exigente, las jornadas laborales suelen comenzar temprano en la madrugada, independientemente del día de la semana; es crucial asegurarse de que los animales estén bien alimentados y gocen de buena salud (Capsa vida 2021).

Debido a los avances en las herramientas digitales, ahora es posible automatizar y supervisar las operaciones, lo que resulta en una mejora y un aumento en la productividad de las explotaciones, la integración del Internet y la gestión cotidiana de las granjas ganaderas posibilita la obtención de datos sobre aspectos que anteriormente se consideraban difíciles de medir, brindando a los ganaderos una mayor capacidad para tomar decisiones que garanticen el bienestar de los animales y aumenten la rentabilidad de sus operaciones, este avance permite optimizar los procesos de producción, identificar tempranamente enfermedades en los animales, mejorar la tasa de reproducción, reducir la huella de carbono y controlar el movimiento de los animales dentro de los límites de la finca (Capsa vida 2021).

## **2.1.2. Identificar las principales tecnologías para el manejo sostenible en la actividad ganadera del Ecuador.**

### **2.1.2.1 Biotecnología y mejora genética en ganadería**

Utilizar la biotecnología para resolver problemas en todos los aspectos de la producción y el procesamiento agrícola, incluido el fitomejoramiento para aumentar y estabilizar los rendimientos, mejorar la resistencia a plagas, enfermedades o condiciones abióticas como la sequía, los avances en la edición y selección genética permiten a los ganaderos criar animales con características deseables, como lo es la resistencia a plagas y obtener mayor producción de carne o leche (Brown 2016).

Para producir materiales vegetales de bajo costo y libres de enfermedades para cultivos de yuca, plátanos y patatas, proporcionar estas nuevas herramientas para su diagnóstico y tratamiento de enfermedades, se utiliza programas de reproducción de plantas, ganado y peces y ampliar la gama de rasgos tratables.

La biotecnología cambia los piensos y los métodos de alimentación de los animales para mejorar la nutrición animal y reducir los residuos. La biotecnología se utiliza para diagnosticar enfermedades y producir vacunas contra enfermedades animales (Scielo 2017).

La agricultura de precisión es un enfoque técnico que utiliza las herramientas y tecnologías más avanzadas para optimizar la producción agrícola, tradicionalmente se utiliza principalmente en el fitomejoramiento, pero en los últimos años también se ha aplicado a la cría de animales, la combinación de sistemas de información geográfica (SIG), sistemas de posicionamiento global (GPS), sensores, drones y análisis de datos permitiendo a los ganaderos tomar decisiones más inteligentes y aumentar la eficiencia operativa (Scielo 2017).

Uno de los aspectos clave de la ganadería de precisión es el seguimiento y vigilancia de los animales con dispositivos de rastreo equipados con tecnología GPS, los ganaderos pueden rastrear y localizar instantáneamente a sus crías, esta herramienta es de gran importancia ya que su extensiva inteligencia tiene acceso a grandes visualizaciones, el monitoreo continuo permite a los ganaderos detectar

enfermedades, identificar patrones de comportamiento y prevenir pérdidas de animales (Mundo Agropecuario 2023).

Otro avance tecnológico que está cambiando la industria ganadera es el uso de vehículos aéreos no tripulados; los drones pueden equiparse con cámaras y sensores para recopilar datos e imágenes de alta resolución, se utilizan para mapear el terreno, identificar áreas de riesgo, inspeccionar vallas y detectar las anomalías de los animales, además, pueden ayudar a contar el ganado y buscar y rescatar animales perdidos o callejeros en zonas de difícil acceso (Mundo Agropecuario 2023).

Según Ganadería (2023), estas tecnologías están transformando la industria ganadera, haciendo que la producción sea más eficiente, sostenible y rentable, sin embargo, es importante tener en cuenta los aspectos éticos y de bienestar animal al implementar estas innovaciones.

#### **2.1.2.2 Sensores.**

El mercado de sensores para ganadería crece anualmente un 10,9 %, proyectando alcanzar una facturación de 2.500 millones de dólares para 2025, históricamente utilizados en granjas de investigación, se están expandiendo hacia granjas comerciales gracias al surgimiento de las nuevas tecnologías como robots y sensores; estos dispositivos permiten medir con precisión parámetros fisiológicos y de comportamiento, incluyendo el comportamiento ruminal, lo que resulta esencial para evaluar la salud, bienestar y productividad de los animales. Además, existen dispositivos como los bolos intraluminales, implantados en el rumen mediante inyección oral o cánulas ruminales, que ofrecen información interna detallada sobre el animal (RumiNews 2021).

Es esencial supervisar todos los aspectos de la ganadería con el uso de sensores para garantizar una productividad en condiciones óptimas de cría, los factores como las enfermedades, estrés y contaminación pueden influir en este proceso; nuestras soluciones permiten monitorear variables clave como temperatura, luminosidad, radiación, emisiones de gases por el ganado y niveles de actividad, proporcionando un control exhaustivo para mejorar la gestión y el rendimiento del ganado (Vermon 2024).

### **2.1.2.3 Big Data**

El Big Data se refiere a un conjunto de procesos que posibilitan el análisis de grandes bases de datos para extraer valor de extensas cantidades de información proveniente de diversas fuentes en tiempo real, este enfoque permite un desarrollo horizontal, busca mejorar el rendimiento de sistemas mediante la identificación de relaciones y patrones significativos. Estas implementaciones suelen estar alojadas en un entorno como Hadoop, un software de Apache diseñado para optimizar el rendimiento del hardware al aprovechar todos los recursos disponibles y acelerar el análisis de datos en un espacio reducido de disco duro (Lee 2017).

La herramienta de Big Data se emplea para detectar niveles de contaminación y aplicar medidas para mitigarla, como los programas de monitoreo y acción ante el cambio climático. En estas actividades agrícolas, los gases de efecto invernadero y el estiércol son importantes desechos generadores de contaminación ambiental, los programas implementan diversas estrategias, como el uso de biodigestores y tecnología para reducir los gases de efecto invernadero en el sector ganadero. Además, ciertos programas se enfocan en la conservación y restauración de suelos, mientras que el programa de reconversión productiva (RP) promueve el cambio de uso de suelo de ganadero a forestal para incrementar la captación de gases de efecto invernadero (Sagarpa 2017).

### **2.1.2.4 Robótica de ordeño**

La robótica de ordeño o tambo robot es un sistema de producción completamente automatizado, donde las vacas se ordeñan voluntariamente, acercándose al robot entre dos y tres veces al día. Estos robots realizan tareas rutinarias como el ordeño, la medición de la producción láctea, la detección de problemas de salud como la mastitis y la dispensación de alimentos, entre otras funciones.

Esta tecnología permite que los operarios se centren en labores de gestión, alimentación, manejo de pastizales, cuidado de la salud y reproducción del ganado, el uso de esta tecnología libera al operario para enfocarse en estas tareas fundamentales (Rafaela 2015).

### **2.1.2.5 Sistemas de alimentación automatizados.**

La hora de alimentar al ganado puede ser agitada especialmente en grandes explotaciones ganaderas, la cantidad, tipo o combinación de piensos puede variar, algunos animales requieren una alimentación especial debido a una enfermedad o al tiempo de ingestión, mientras que otros pueden requerir una alimentación continua las soluciones personalizadas de actuadores eléctricos agregadas a los sistemas de control de automatización de piensos pueden ayudar a los ganaderos (Linak 2020).

Se necesita mucho tiempo para alimentar a todos los animales de la granja es especialmente a ciertos en las grandes explotaciones ganaderas, ya que la edad y el estado de los animales pueden variar mucho, lo que requiere diferentes mezclas de piensos.

Las soluciones de actuador eléctrico mueven válvulas en bloques de alimentación y válvulas de alimentación, estos suelen estar fuera del alcance de los ganaderos, por lo que las soluciones eléctricas siempre son más seguras y cómodas (Linak 2020).

- Automatización precisa de entrega de alimentos
- Facilita el proceso de alimentación, dando más tiempo para monitorear el ganado.
- Una solución limpia y de bajo mantenimiento compatible con la mayoría de los sistemas de control

### **2.1.2.6 Monitoreo de la salud animal**

El sistema de seguimiento animal cubre tres aspectos: salud, reproducción y alimentación, aquí nos centramos en detectar problemas de salud como una herramienta que puede mejorar la calidad y productividad de vida del ganado.

La tecnología de seguimiento del ganado se ofrece en forma de collares y aretes (o tapones para los oídos) tanto para el ganado lechero como para el de carne. Cuando se localiza un animal, el dispositivo recopila datos y envía alertas y

mensajes a los trabajadores para que pueden acceder digitalmente; la información ayuda a optimizar la gestión del rebaño y la intervención veterinaria cuando sea necesario (Ganadería 2022).

Aunque cada enfermedad del ganado tiene sus propias características, todas comparten la importancia del diagnóstico precoz, si algo anda mal desde el principio del problema, se puede notificar al veterinario y se puede iniciar el tratamiento adecuado para evitar que la afección empeore, sin embargo, no siempre es posible detectar estos problemas sólo mediante observación visual, por lo que la tecnología del sistema de seguimiento ganadero es un aliado importante en la explotación (Ganadería 2022).

#### **2.1.2.7 Tecnologías de reproducción asistida**

Estas biotecnologías incluyen: selección de donantes (hembras y machos) con alto valor genético, superovulación de donantes, recolección y evaluación de embriones, transferencia a vacas receptoras o crío preservación, esta tecnología está más desarrollada para el ganado vacuno, pero también es muy utilizada en especies como caballos, ovejas, cabras y ciervos, además de los objetivos ya mencionados (mejora genética), también se utiliza para la conservación de los recursos zoogenéticos, ya que es una excelente opción para preservar la diversidad genética y la forma más rápida de restaurar poblaciones en riesgo. Por ello, el INIFAP alberga el Centro Nacional de Recursos Genéticos, cuyo objetivo es crear un banco de germoplasma de razas bovinas con diferentes perfiles de riesgo (Envira 2020).

#### **2.1.2.8 Sistemas de manejo inteligente.**

La ganadería inteligente es una ganadería altamente controlada y optimizada con precisión, promueve un uso más eficiente de recursos; está relacionada con las operaciones de precisión, porque se encarga de capturar datos e interpretarlos utilizando herramientas informáticas para hacer las operaciones más predecibles y hábiles (Club ganadero 2023).

Sus numerosos beneficios incluyen la automatización de procesos para reducir la mano de obra y los costos, y el monitoreo remoto de las operaciones para garantizar una alta productividad; ayuda a los fabricantes a tomar mejores

decisiones y mejorar la eficiencia financiera al reducir los requisitos de mano de obra, a continuación, presentamos una lista de las herramientas más utilizadas en la actualidad, Sensores, Drones y Robots (Club ganadero 2023).

#### **2.1.2.9 Dispositivos GPS-GPRS**

El sistema consta de un receptor GPS con una precisión de entre 1 y 3 metros, junto con un sistema de alimentación autónomo (baterías recargables), se comunica a través de GPRS con una central de comunicaciones, enviando archivos de información de posición en tiempo real.

Este dispositivo permite la programación remota del intervalo de tiempo para registrar la posición geográfica, a través de la plataforma de internet M2M de ORANGE, accedimos de forma remota a los datos de posición geográfica de los animales equipados con el dispositivo.

En la página web de ORANGE, se almacenaron y reflejaron los datos del GPS, que luego se enviaban al receptor satelital; las posiciones de los animales se pueden visualizar como puntos en una foto de satélite de la finca elegida, y exportarse a una hoja de Excel con coordenadas geográficas (longitud y latitud), además, se proporciona información sobre el nivel de carga de las baterías de los dispositivos (APARICIO 2028).

#### **2.1.3. La práctica de la ganadería sostenible contribuye a abordar la emergencia climática en Ecuador.**

La ganadería sostenible se caracteriza por evitar el uso de productos químicos y hormonas en el cuidado de los animales, además de estar atenta a las emisiones y utilizar de manera eficiente los recursos naturales. Por consiguiente, los productos derivados de estas prácticas ganaderas, como la carne y la leche, tienen un menor impacto ambiental (Areandina 2019).

La práctica de la ganadería sostenible emerge como un valioso recurso para abordar la crisis climática en Ecuador, al adoptar métodos que evitan el uso de químicos y hormonas en el tratamiento de los animales, así como una gestión cuidadosa de los recursos naturales, se reduce significativamente la huella de carbono asociada con la producción ganadera, puesto que es crucial en un país como Ecuador, donde el sector ganadero ha sido históricamente un contribuyente



importante a las emisiones de gases de efecto invernadero, al priorizar la sostenibilidad en la ganadería, se promueve una práctica más responsable que puede ayudar a mitigar el cambio climático y proteger los valiosos ecosistemas del país (Areandina 2019).

Además, la ganadería sostenible en Ecuador no solo reduce las emisiones, sino que también puede servir como un modelo de desarrollo rural sostenible, ya que al fomentar prácticas respetan el equilibrio ambiental y promueven el bienestar animal, puesto que se crea un entorno más equitativo y saludable para las comunidades locales que dependen de la agricultura y la ganadería para su subsistencia. Esto puede conducir a una mayor resiliencia frente a los impactos del cambio climático, así como a una mejora en la calidad de vida de los habitantes rurales, lo que a su vez contribuye a un futuro más sostenible para todo el país, la ganadería sostenible no solo es una respuesta efectiva a la emergencia climática en Ecuador, sino también una oportunidad para impulsar el desarrollo económico y social de las áreas rurales (BBVA 2020).

Por otro lado, la ganadería extensiva, se basa en el pastoreo de ganado en áreas amplias, ya que requiere poca intervención más allá del cuidado básico de la salud animal, la FAO la considera eficiente, pero de baja productividad, además, generalmente no compite directamente con la agricultura, ya que se desarrolla en áreas no aptas para el cultivo. Especialmente en el caso del ganado caprino, existe el beneficio adicional de mantener limpias las zonas forestales, lo cual es fundamental para prevenir incendios (BBVA 2020).

**Pastoreo rotativo.** Esta técnica implica dividir el terreno en parcelas más pequeñas y rotar el ganado entre ellas de manera planificada, esto permite que el pasto se regenere adecuadamente, evitando el sobrepastoreo y mejorando la calidad del suelo (Salvador 2017).

**Sistemas silvopastoriles.** Integración de árboles, pastos y animales en la misma área. Los árboles proporcionan sombra, protección contra el viento, alimentos (hojas, frutas) y mejoran la calidad del suelo a través de la fijación de nitrógeno. Esta práctica contribuye a la conservación de la biodiversidad y a la mitigación del cambio climático (Salvador 2017).

**Mejoras genéticas.** Selección de razas de ganado más adecuadas para las condiciones locales, como razas adaptadas al clima, resistentes a enfermedades y con mejores índices de conversión alimenticia. Esto puede incluir programas de mejoramiento genético para incrementar la productividad y la calidad de la carne o la leche (Pérez 2018)

**Manejo eficiente de recursos hídricos.** Implementación de sistemas de captación y almacenamiento de agua, así como técnicas de riego eficiente para garantizar un suministro adecuado de agua para el ganado y la vegetación (Pérez 2018).

**Uso de tecnologías de monitoreo.** Implementación de sistemas de monitoreo remoto para controlar el comportamiento del ganado, el estado del pasto y otros aspectos relevantes para la gestión sostenible de la finca ganadera. Esto puede incluir el uso de drones, sensores remotos y sistemas de información geográfica (SIG) (FAO 2019).

**Prácticas de manejo integrado de plagas y enfermedades.** Implementación de estrategias para controlar plagas y enfermedades sin el uso excesivo de productos químicos, como la rotación de pastos, el control biológico y el manejo sanitario adecuado (FAO 2019).

**Educación y capacitación.** Promoción de prácticas ganaderas sostenibles a través de programas de capacitación y asistencia técnica dirigidos a los productores ganaderos. Esto puede incluir talleres, cursos y materiales educativos sobre prácticas de manejo sostenible y conservación de recursos (Maldonado 2020).

La producción ganadera sostenible contribuye a la disponibilidad a largo plazo de los sistemas agroalimentarios, protege los recursos naturales, aumenta la resiliencia económica y ayuda a construir un futuro más sostenible y resiliente, también ayuda a aumentar la productividad, reducir los costos de producción y mejorar la competitividad del mercado, contribuyendo en última instancia al crecimiento económico y el desarrollo rural (Montenegro 2016).

Los animales de granja son una parte vital de nuestros sistemas agrícolas y alimentarios, ya que proporcionan nutrientes esenciales, medios de vida y oportunidades económicas para millones de personas en todo el mundo, sin

embargo, el sector ganadero enfrenta una serie de desafíos complejos y ha sido criticado por diversos aspectos como la degradación ambiental, la pérdida de biodiversidad y sus impactos en el cambio climático (Montenegro 2016).

La gestión eficiente del estiércol de ganado y aves de corral en la cría de animales puede reducir significativamente las emisiones de gases de efecto invernadero; la integración de árboles en los sistemas de producción ganadera mediante métodos como la agrosilvicultura, la agroecología y los sistemas agrosilvopastoriles puede proporcionar varios beneficios (FAO 2023).

Los sistemas silvopastoriles integran árboles, cultivos forrajeros y ganado, promueven la biodiversidad y mejoran el secuestro de carbono. Se estima que la población mundial alcance casi 10 mil millones para 2050, y que la demanda global de alimentos de origen animal como la carne, los huevos y productos lácteos aumenten a un 20% durante ese período (FAO 2023).

#### **2.1.4. Importancia de las tecnologías para el manejo sostenible en la actividad ganadera del Ecuador**

Las tecnologías impulsan hacia un manejo sostenible en la industria ganadera, las innovaciones tecnológicas permiten a los ganaderos monitorear y gestionar sus operaciones de manera más eficiente, esto incluye el uso de dispositivos de seguimiento para supervisar el comportamiento y la salud del ganado, así como sistemas de gestión de datos que ayudan a recopilar información sobre el uso de recursos como agua y alimento, lo que permite una toma de decisiones más informada y eficaz (Fontagro 2018).

Sin embargo, las tecnologías ofrecen herramientas para mejorar la eficiencia productiva desde la selección genética hasta la implementación de sistemas de alimentación automatizados, la ganadería moderna se beneficia enormemente de la capacidad de utilizar tecnologías avanzadas para maximizar la producción de carne, leche y otros productos ganaderos, reduciendo al mismo tiempo el impacto ambiental asociado con la cría intensiva de animales (Fontagro 2018).

Es importante mitigar los efectos ambientales negativos de la ganadería, esto incluye el desarrollo de sistemas de gestión de residuos que convierten los desechos animales en recursos útiles, como biogás o fertilizantes orgánicos,

reduciendo así la contaminación del suelo y del agua. Del mismo modo, las tecnologías de monitoreo ambiental ayudan a los ganaderos a identificar y abordar los impactos negativos de sus operaciones, permitiendo una gestión más proactiva y sostenible (El productor 2020). Las tecnologías facilitan el acceso a información y recursos que son esenciales para el éxito a largo plazo de la ganadería sostenible, esto incluye el acceso a datos sobre prácticas agrícolas sostenibles, tecnologías de reproducción asistida para mejorar la calidad genética del ganado, y herramientas de comercialización que permiten a los ganaderos acceder a mercados más amplios y rentables para sus productos, estas ventajas demuestran claramente la importancia fundamental de las tecnologías en el manejo sostenible de la ganadería (El productor 2020).

Para Campo (2017), los avances tecnológicos, tanto para agricultores y ganaderos en su labor al adaptar una tecnología no tendrán la necesidad aplicar directamente ellos el agua, fertilizantes y pesticidas de manera uniforme en sus campos; puesto que tendrán una tecnología que les facilitara esa labor; en cambio, pueden usar la cantidad mínima necesaria y apuntar a áreas muy específicas o incluso tratar plantas individuales de manera diferente, donde incluyen:

- mayores rendimientos de los cultivos
- Reducir la fuga de productos químicos a ríos y aguas subterráneas.
- Mayor seguridad laboral
- Reducir el uso de agua, fertilizantes y pesticidas, lo que a su vez reduce los precios de los alimentos.

Ecuador apuesta por la producción sostenible de carne y productos lácteos a partir de animales de granja sin deforestación. Proamazona promueve mejores prácticas a través del desarrollo agrícola e incentivos (fiscales, fiscales y no monetarios); también se fomenta la promoción de la conectividad, el valor agregado, la diferenciación de la calidad a través de sistemas de trazabilidad y/o certificación y el acceso responsable a los mercados públicos y privados.

Asimismo, esta red constituye una plataforma regional comprometida con la protección forestal y la producción sostenible, incluyendo actores públicos y

privados, así como representantes de la cooperación internacional y organizaciones sociales (Proamazona 2019).

## **2.2. Marco metodológico**

Para realizar este documento, se recopiló información actualizada proveniente de artículos científicos, sitios web y bibliotecas virtuales. Estas fuentes proporcionaron opiniones e ideas de diversos autores, lo que permitió profundizar en el proceso de investigación.

Este trabajo se llevó a cabo bajo la modalidad de investigación no experimental de carácter bibliográfico, haciendo uso de técnicas como la síntesis, el análisis y el resumen, para procesar la información recopilada de manera efectiva.

## **2.3. Resultados**

Una de las principales tecnologías para el manejo sostenible en la actividad ganadera del Ecuador es la aplicación de tecnologías de monitoreo, gestión inteligente, robótica, sensores, big data, sistemas de alimentación automatizados, monitoreo de la salud animal, tecnologías de reproducción asistida, sistemas de manejo inteligente y dispositivos GPS-GPRS, estos sistemas permite a los ganaderos del Ecuador supervisar y optimizar el uso de los recursos naturales, así como mejorar la trazabilidad y la calidad de los productos ganaderos. Estas herramientas tecnológicas facilitan una toma de decisiones más informada y permiten identificar áreas de mejora en la gestión ambiental y la eficiencia productiva, contribuyendo así a un manejo ganadero más sostenible en el país.

La implementación de sistemas de producción ganadera integrada combina la cría de ganado con la agricultura, la silvicultura y la producción de energía renovable, creando así un ciclo cerrado que minimiza los residuos y maximiza la eficiencia de los recursos. Además, estos sistemas fomentan la diversificación de ingresos para los ganaderos, reduciendo su dependencia exclusiva de la actividad ganadera y fortaleciendo su resiliencia económica ante posibles crisis.

Las practicas sostenible en Ecuador, nos permite evitar el uso de químicos y hormonas y gestionar eficientemente los recursos naturales, reduce la huella de carbono asociada con la producción ganadera, siendo crucial para abordar la emergencia climática en el país. Además de mitigar las emisiones, promueve el

desarrollo rural sostenible y mejora la calidad de vida de las comunidades locales. Modelos como la ganadería extensiva y prácticas como el pastoreo rotativo y los sistemas silvopastoriles son ejemplos de enfoques sostenibles que pueden ayudar a reducir los impactos ambientales negativos de la ganadería. La gestión eficiente del estiércol y la integración de árboles en los sistemas de producción ganadera también son estrategias clave para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero y promover la biodiversidad.

Las tecnologías desempeñan un papel crucial en el manejo sostenible de la ganadería en Ecuador, desde dispositivos de seguimiento hasta sistemas de gestión de datos; estas herramientas permiten a los ganaderos monitorear y gestionar sus operaciones de manera más eficiente, reduciendo así el impacto ambiental, mejorar la eficiencia productiva, ayudan a mitigar los efectos negativos en el medio ambiente al convertir desechos animales en recursos útiles y permitir una gestión más proactiva de los impactos ambientales, facilitan el acceso a información y recursos esenciales para el éxito a largo plazo de la ganadería sostenible, contribuyendo así a la protección forestal y la producción sostenible en la región

#### **2.4. Discusión de resultados**

Sin embargo, es importante destacar que, si bien las tecnologías aplicadas al manejo ganadero ofrecen numerosos beneficios ambientales, su adopción y despliegue efectivo pueden enfrentar ciertos desafíos. Yagual (2018), estos desafíos se encuentran los costos de implementación y mantenimiento, así como la necesidad de capacitación y acceso a la tecnología para los productores ganaderos. Además, la aceptación y adaptación de estas tecnologías pueden variar según el contexto socioeconómico y cultural de las regiones ganaderas. Conuerdo con lo dicho con Herrera (2023), para maximizar el impacto positivo de estas tecnologías, abordar estos desafíos y promover políticas y programas que faciliten su adopción generalizada en la industria ganadera, si bien las tecnologías aplicadas ofrecen un camino prometedor hacia un manejo ganadero más sostenible, se requiere un enfoque integral y colaborativo para garantizar su implementación exitosa y su contribución efectiva a la reducción del impacto ambiental.

La adopción de prácticas sostenibles en la ganadería resulta en beneficios económicos para los ganaderos. Aunque requiere inversión inicial, como en infraestructura, a largo plazo se observa una mayor eficiencia en el manejo del ganado. La mejora en la calidad y disponibilidad del pasto permite una mayor carga animal por unidad de área, aumentando así la productividad por hectárea. Además, al reducir la dependencia de insumos externos como suplementos alimenticios o fertilizantes, se logran ahorros significativos en los costos de producción. Conuerdo con Lajes (2020), que la implementación de sistemas de pastoreo rotativo en la actividad ganadera del Ecuador muestra que esta tecnología no solo contribuye a la sostenibilidad ambiental, sino que también puede generar beneficios económicos para los productores.

## **3 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **3.1. Conclusiones**

Para promover el manejo sostenible de la actividad ganadera en Ecuador, se cuentan con diversas alternativas tecnológicas que pueden ser implementadas, estas alternativas tecnológicas están dirigidas a aumentar la eficiencia en la producción y de esta manera educir el impacto ambiental y fomentar el bienestar animal.

El empleo de tecnologías de monitoreo, como los collares GPS para el ganado, permite a los ganaderos supervisar la ubicación y el comportamiento de sus animales, facilitando la gestión del pastoreo, la prevención de robos y la seguridad del ganado.

La implementación de Sistemas de Pastoreo Rotativo puede mejorar la calidad del pasto, aumentar la eficiencia en la producción y disminuir la compactación del suelo.

### **3.2. Recomendaciones**

Adoptar tecnologías de monitoreo, como los collares GPS para el ganado, para mejorar la gestión del pastoreo y la seguridad del ganado. Estas herramientas permiten a los ganaderos supervisar la ubicación y el comportamiento de sus animales, lo que contribuye a prevenir robos y optimizar la distribución del ganado en los potreros.

Fomentar la Integración agricultura-ganadería en las fincas, utilizando el estiércol del ganado como abono para los cultivos, como una estrategia que puede generar un sistema más eficiente y sostenible, aprovechando los nutrientes del estiércol para mejorar la fertilidad del suelo y reducir la dependencia de fertilizantes químicos.

Implementar sistemas de pastoreo rotacional ayuda a optimizar el uso de los pastizales y reduce la presión sobre ellos, permitiendo su recuperación y mejorando la calidad del forraje.

El uso de sistemas de gestión de datos agrícolas y ganaderos puede ayudar en la toma de decisiones informadas.



## 4. REFERENCIAS Y ANEXOS

### 4.1. Referencias Bibliográficas

Areandina 2019. Tecnología en Producción de Ganadería Sostenible. (en línea). Consultado 4 mar 2024. Disponible en. <https://www.areandina.edu.co/tecnologia/virtual/produccion-de-ganaderia-sostenible>.

BBVA 2020. La ganadería sostenible ayuda a enfrentar la crisis climática.(en línea). Consultado 4 mar 2024. Disponible en. <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/la-ganaderia-sostenible-ayuda-a-enfrentar-la-crisis-climatica/>.

BID.2019. Ganadería sostenible: el reto de disminuir la contaminación aumentando la productividad.(en línea, blog). Consultado 4 mar 2024. Disponible. <https://blogs.iadb.org/sostenibilidad/es/ganaderia-sostenible-el-reto-de-disminuir-la-contaminacion-aumentando-la-productividad/>.

Capsa vida. 2021. ¿Qué papel juega el uso de la tecnología en la ganadería?.( en línea, blog). Consultado 4 mar 2024. Disponible. <https://capsavida.com/blog/uso-tecnologia-ganaderia/>.

Campo.2017. Aplicar tecnología a la agricultura ganadera de ecuador.(en línea, blog). Consultado 4 mar 2024. Disponible en. <https://qampo.es/blog/tecnologia-en-la-agricultura/>.

Club ganadero.2023. 3 ejemplos de tecnologías en ganadería inteligente.(en línea, blog). Consultado.5 mar 2024. Disponible en. <https://www.clubganadero.com/ganaderia-inteligente/>

El productor.2020. Ecuador: Innovación tecnológica para una ganadería sostenible.(en línea). Consultado 4 mar 2024. Disponible en. <https://elproductor.com/2020/02/ecuador-innovacion-tecnologica-para-una-ganaderia-sostenible/>.

Envira.2020.Monitorización de la salud del animal ganadería.(en línea).Consultado 5 mar 2024.Disponible en. <https://envira.es/monitorizacion-salud-animal-granjas/>.

FAO(Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2017. Ganadería sostenible y cambio climático en América Latina y el Caribe. Washington D.C.,s.e.,s.p.(en línea) consultado el 10 de 1 2024. Disponible en: <http://www.fao.org/americas/perspectivas/ganaderia-sostenible/es/>.

FAO(Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2018. World food and agriculture - Statistical pocketbook 2018. Rome. 254 p. libro. (en línea) Consultado el 10 de 1 2024. Disponible en: <https://www.fao.org/3/CA1796EN/ca1796en.pdf>.

FAO. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura).2023.(en línea).Consultado 4 mar 2024).Disponible en. <https://www.fao.org/newsroom/detail/unlocking-the-potential-of-sustainable-livestock-production/es#:~:text=La%20producci%C3%B3n%20ganadera%20sostenible%20fomenta,futuro%20m%C3%A1s%20sostenible%20y%20resiliente>.

Fontagro.2018. intensificación sostenible de sistemas ganaderos.(en línea).Consultado 4 mar 2024.Disponible en. <https://www.fontagro.org/new/proyectos/sistemas-ganaderos-con-leguminosas>.

Ganaderia.2023.Obtenga una ganadería sostenible y eficiente con las tecnologías integradas.(en línea).Consultado 3 mar 2024.Disponible en. <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/obtenga-una-ganaderia-sostenible-y-eficiente-con-las-tecnologias-integradas>.

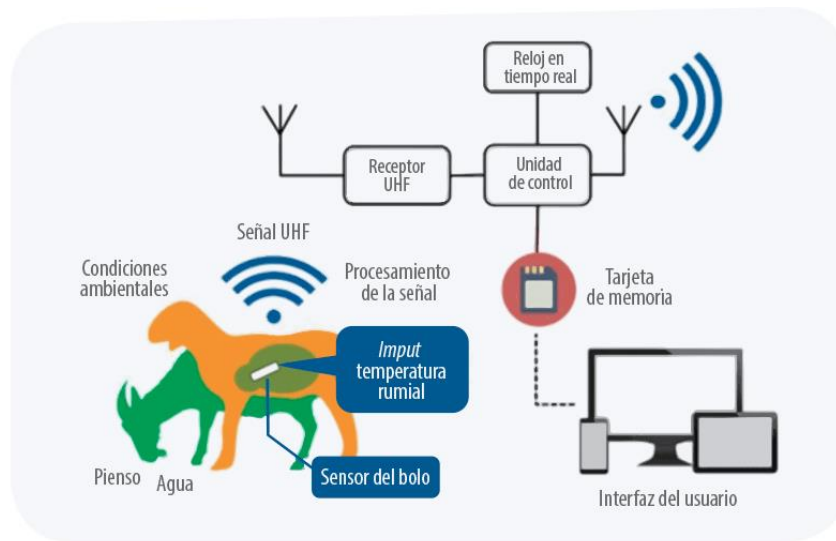
Ganadería.2022. Cómo el sistema de monitoreo de ganado mejora la calidad de vida del animal.(en línea).Consultado 5 mar 2024.Disponible en. <https://www.universodelasaludanimal.com/ganaderia/como-el-sistema-de-monitoreo-de-ganado-mejora-la-calidad-de-vida-del-animal/>.

Lee, I.2017. Big data: dimensiones, evolución, impactos y desafíos. Horizontes empresariales, 60(3), 293-303. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2017.01.004>

- Linak. 2020. Sistemas de automatización de la alimentación.(en línea).Consultado 5 mar 2024.Disponible en. <https://www.linak-latinamerica.com/%C3%A1reas-de-negocio/ganader%C3%ADa/sistemas-de-automatizaci%C3%B3n-de-la-alimentaci%C3%B3n/#:~:text=Los%20sistemas%20de%20automatizaci%C3%B3n%20de,suministrarlas%20seg%C3%BAn%20se%20haya%20programado.>
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería).2016 . Integrando la reversión de la degradación de tierras y reduciendo los riesgos de desertificación en provincias vulnerables. Ecuador. 1-3p. Revista. (en línea) Consultado el 11 de 1 de 2024. Disponible en: <http://www.ganaderiaclimaticamenteinteligente.com/documentos/REPORTE%20DE%20AVANCES%20N12.pdf>.
- Mundo Agropecuario.2023. Avances tecnológicos revolucionan la ganadería: la era de la agricultura de precisión.(en línea).Consultado 4 mar 2024.Disponible. <https://mundoagropecuario.com/avances-tecnologicos-revolucionan-la-ganaderia-la-era-de-la-agricultura-de-precision/>.
- Proamazona.2019. Ganadería sostenible en Ecuador.(en línea).Consultado 4 mar 2024.Disponible en. <https://www.proamazonia.org/produccion-sostenible/ganaderia-sostenible/>.
- Pérez.2018.Ganaderia y sostenibilidad en ecuador. (en línea).Consultado.4 mar 2024.Disponible en. <https://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea32s/ch49.htm>.
- A Rafaela (2015). Agroactiva 2015: el INTA presentó el primer tambo robotizado del país. (Disponible: <https://bit.ly/38aF9af> verificado: 03 de mayo del 2022).
- REQUELME, N; BONIFAZ, N. 2012. Caracterización de sistemas de producción lechera de Ecuador. La Granja. Cuenca. Revista de Ciencias de la Vida vol. 15, núm. 1, 2012, pp. 55-68. (en línea) Consultado el 12 de ene 2024, Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4760/476047399006.pdf>.
- Numinews.2021. Sensores aplicados a la monitorización de la actividad ruminal.(en línea).Consultado 5 mar 2024.Disponible en. <https://rumiantes.com/sensores-aplicados-a-la-monitorizacion-de-la-actividad-ruminal/>.

- Studenta.2020. Avances Tecnológicos en la Ganadería Sustentable.(en línea).Consultado.4 mar 2024.Disponible en. <https://es.studenta.com/content/125695166/avances-tecnologicos-en-la-ganaderia-sustentable>.
- Scielo.2017. Tecnologías limpias aplicadas a la agricultura.(en línea).Caracas 28 p.Consultado 4 mar 2024.Disponible en. [https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0378-18442003000500002](https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442003000500002).
- Salvador.2017. síntesis acerca del estado del conocimiento sobre ganadería, cambio climático y degradación de tierras en Ecuador.(en línea). Quito 44 p.Consultado 4 mar 2024.Disponible en. <https://www.biopasos.com/documentos/2/033.pdf>.
- Troya & Hurtado. 2012. Provincia de Los Ríos. Ecuador. Ecuador. Blog. s.e., s.p (en línea) Consultado el 15 de 1 de 2024, Disponible en: [https://es.wikipedia.org/wiki/Provincia\\_de\\_Los\\_R%C3%ADos](https://es.wikipedia.org/wiki/Provincia_de_Los_R%C3%ADos).
- Vega.2020. La tecnología en la producción de alimentos: ¿cómo ayuda al campo?.(en línea).Consultado.4 mar 2024.Disponible en. <https://thefoodtech.com/seguridad-alimentaria/la-tecnologia-en-la-produccion-de-alimentos-como-ayuda-al-campo/>.
- Vermon.2024. SENSORES EN AGRICULTURA Y GANADERÍA.(EN LINEA).CONSULTADO 5 MAR 2024.dISPONIBLE EN. <https://www.grupovermon.com/sensores-en-agricultura-y-ganaderia/>.
- Zambrano, C., Zambrano, L., Pincay, D., & Calo, S. 2021. Impactos ambientales generados por la ganadería. Santo Domingo, Ecuador. Consultado el 12 de 1 de 2024. Disponible en: <https://revistas.unesum.edu.ec/index.php/unesumciencias/article/view/255>.

## 4.2.ANEXOS



**Anexo 1.** Diagrama de sistema de monitorización basado en sensores

**Fuente:** (Sagarpa 2017).



**Anexo 2.** Vacunación de bovino

**Fuente.** (Pérez 2022).



**Anexo 3. Ganadería Mundial**

**Fuente.** (Ganadería 2022).



**Anexo 4. Alternativas tecnológicas**

**Fuente.** (Mundo agropecuario 2023).



**Anexo 4. Alternativas tecnológicas**

**Fuente.** (Mundo agropecuario 2023).



**Anexo 5. Ganadería Sostenible**

**Fuente.** (Pérez 2018).



#### **Anexo 6. Biotecnología y mejora genética del ganado**

**Fuente.** (Envira 2020).



#### **Anexo 7. Agricultura de Precisión**

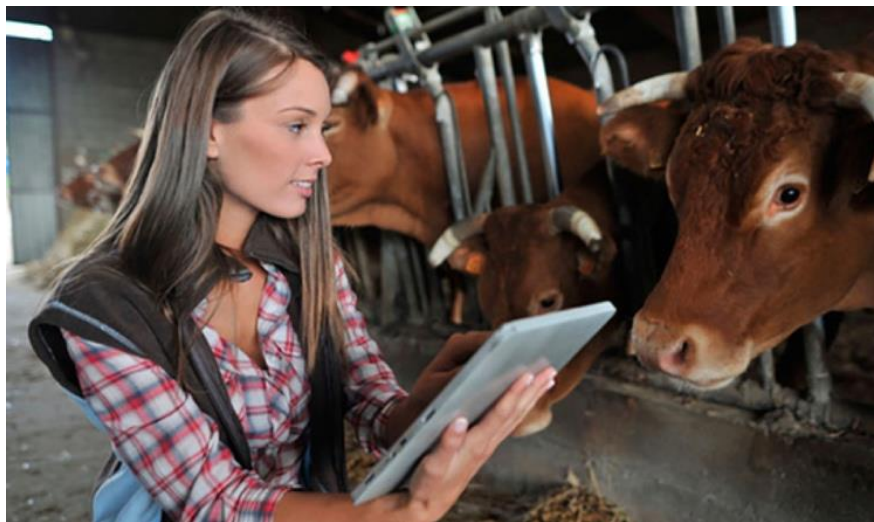
**Fuente.** (Vega 2020).





### **Anexo 8. Sensores**

**Fuente.** (Vermon 2024).



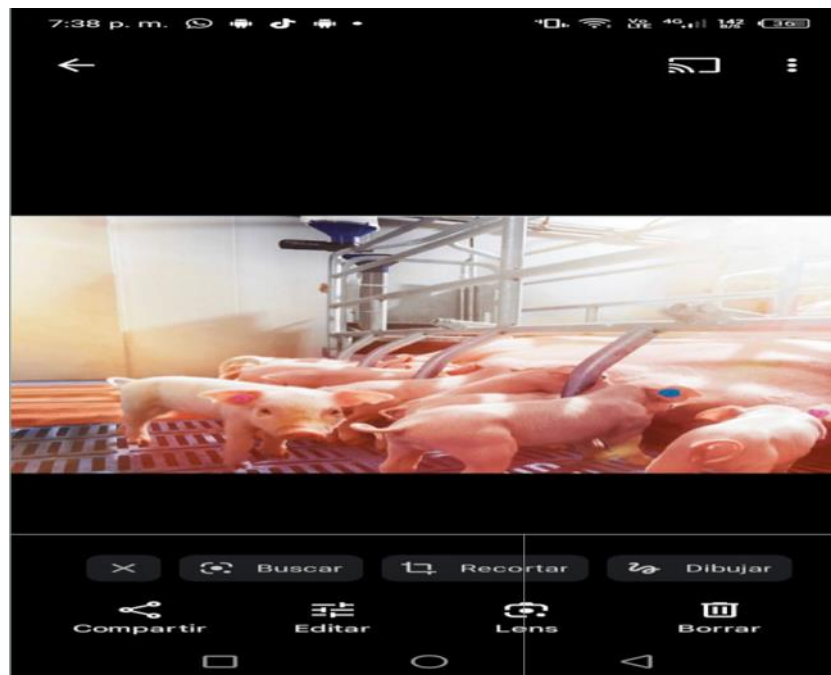
### **Anexo 9. Big Data**

**Fuente.** (Sagarpa 2017).



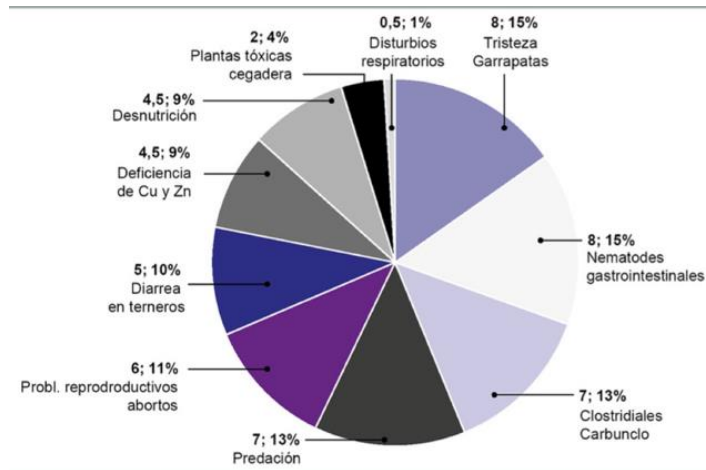
**Anexo 9.** Robótica de ordeño

**Fuente.** (Rafaela 2015).



**Anexo 10.** Sistema de alimentación automatizado

**Fuente.** (Linak 2020).



### Anexo 11. Ganadería Sostenible en Ecuador

Fuente. (Proamazona 2019).



### Anexo 12. Tecnología aplicada para el ganado

Fuente. (Herrera 2023).



**Anexo 13.** Tecnologías limpias aplicadas al ganado

**Fuente.** (SciELO 2017).



**Anexo 13.** Tecnologías limpias aplicadas al ganado

**Fuente.** (SciELO 2017).