

Diseño de arquitectura básica para el corral de manejo y restricción de ejemplares bovina.

Sharom Lorena Silgado Gutiérrez.

Jessica Casas Camacho

Director del proyecto:

Dr. Farín Samir Gómez García

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD.

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente ECAPMA

Zootecnia

2024

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Agradecimientos

Gracias Dios, iluminaste mi camino y fortaleciste mi espíritu en cada paso de este trasegar académico. Todo esto es gracias a tu guía; Hoy como profesional veo tu promesa cumplida.

Agradecimiento a la Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente ECAPMA ZAO, la dirección zonal de la ZAO y en especial al Dr. Farín Samir Gómez García director de este proyecto aplicado.

Jessica Casas Camacho.

En primer lugar, agradezco a Dios, quien ha sido mi fuente de fortaleza y guía en cada paso de este camino. Su presencia constante me ha dado el valor para enfrentar los desafíos y la serenidad para continuar con fe y determinación.

A mi padre, por su ejemplo de esfuerzo y dedicación, enseñándome a nunca rendirme frente a los retos. A mi abuela y a mi tía, por su amor inagotable, sus consejos sabios y su fe constante en mis capacidades, incluso en los momentos más difíciles. A mi querida Tayra, por estar siempre a mi lado, brindándome compañía y alegría en cada paso del camino.

Extiendo un especial reconocimiento a mi tutor Samir Gómez, cuyo guía y paciencia fueron fundamentales para la realización de este proyecto. Su conocimiento y orientación me permitieron crecer profesionalmente y superar cada desafío con seguridad. A todos ustedes, mi eterna gratitud, pues este logro es también suyo.

Sharom Lorena Silgado.

Resumen

La infraestructura ganadera es fundamental en la producción bovina, ya que influye en la eficiencia operativa, la seguridad laboral y el bienestar animal (AmBiotec Solutions, 2025). En particular, el diseño de los corrales de manejo y restricción desempeña un papel crucial al optimizar el manejo del ganado y reducir los riesgos para los operarios. Sin embargo, en las áreas rurales, se pueden encontrar estructuras construidas de manera empírica, sin atender parámetros técnicos que consideren la morfometría bovina ni las condiciones de seguridad ocupacional, lo que limita su funcionalidad y eficiencia.

Esta investigación propone el rediseño arquitectónico de los corrales, integrando conocimientos técnicos para mejorar su usabilidad, seguridad y sostenibilidad. El diseño se basa en la caracterización fenotípica de los bovinos, contemplando variables como tamaño, temperamento y adaptación al entorno, lo que permite definir espacios funcionales que optimicen el manejo y con materiales adecuado que faciliten superficies antideslizantes, iluminación estratégica y pasillos que permitan el desplazamiento natural del ganado, reduciendo el estrés y el riesgo de accidentes.

El problema identificado radica en la falta de criterios técnicos en las infraestructuras actuales, sobre todo en zonas rurales como San Martín-Meta, lo que compromete la seguridad de los operarios y el bienestar del ganado. El modelo se fundamenta en la integración de principios de arquitectura funcional, seguridad laboral y bienestar animal, alineándose con normativas como la Ley 576 de 2000, que establece criterios bioéticos en la producción ganadera.

San Martín, Meta, es un referente en la ganadería extensiva de los Llanos Orientales, con condiciones agroecológicas que requieren infraestructuras adaptadas a altas temperaturas y alta humedad. El modelo arquitectónico no solo responde a estas necesidades, sino que también es

adaptable a otros contextos productivos, ajustando materiales y diseño a cada entorno. Al combinar conocimientos tradicionales con tecnología moderna, esta investigación busca fortalecer la infraestructura ganadera, promoviendo un manejo más eficiente, seguro y sostenible del ganado.

Palabras claves: Infraestructura ganadera, manejo bovino, bienestar animal, seguridad ocupacional, producción ganadera sostenible.

Abstract

Livestock infrastructure is essential in cattle production, as it directly impacts operational efficiency, occupational safety, and animal welfare (AmBiotec Solutions, 2025). Specifically, the design of handling and restraint corrals plays a crucial role in optimizing livestock management and minimizing risks for workers. However, in rural areas, empirically built structures are still common, lacking technical criteria that consider bovine morphometry or occupational safety standards, which limits their functionality and efficiency.

This research proposes the architectural redesign of cattle corrals by integrating technical knowledge to enhance usability, safety, and sustainability. The design is based on the phenotypic characterization of cattle, considering variables such as size, temperament, and environmental adaptation. This allows the definition of functional spaces that optimize animal handling, using appropriate materials that provide non-slip surfaces, strategic lighting, and corridors that facilitate the natural movement of cattle, thereby reducing stress and accident risk.

The core issue identified lies in the absence of technical standards in existing infrastructure, particularly in rural areas like San Martín, Meta, compromising both operator safety and animal welfare. The proposal is grounded in the integration of principles from functional architecture, occupational safety, and animal welfare, aligned with regulations such as Law 576 of 2000, which outlines bioethical criteria for livestock production.

San Martín, Meta, is a key region for extensive cattle ranching in the Eastern Plains of Colombia, with agroecological conditions that demand infrastructure adapted to high temperatures and humidity. The proposed architectural model not only addresses these specific needs but is also adaptable to other productive contexts by adjusting materials and design according to local conditions. By combining traditional knowledge with modern technology, this

research aims to strengthen livestock infrastructure, promoting safer, more efficient, and sustainable cattle management.

Keywords: Livestock infrastructure, cattle handling, animal welfare, occupational safety, sustainable cattle production.

Tabla de Contenido

| | |
|--|----|
| Introducción | 16 |
| Definición del problema..... | 20 |
| Justificación..... | 22 |
| Objetivos | 24 |
| Objetivo General | 24 |
| Objetivos Específicos | 24 |
| Marco Teórico..... | 25 |
| Infraestructura Ganadera | 25 |
| Corral ganadero | 25 |
| Manejo bovino..... | 26 |
| Fenotipo estándar de bovinos | 26 |
| Arquitectura básica del corral | 27 |
| Áreas y subáreas de manejo y restricción | 27 |
| Consideraciones climáticas y ambientales..... | 27 |
| Bienestar animal..... | 28 |
| Seguridad Ocupacional..... | 28 |
| Producción ganadera sostenible..... | 29 |
| Zootecnia | 29 |
| Marco Legal | 30 |

| | |
|--|----|
| Normatividad sobre la producción bovina | 30 |
| Sanidad y bienestar animal | 31 |
| Medio ambiente | 31 |
| Normatividad sobre las condiciones laborales | 31 |
| Salud y Seguridad en el Trabajo | 31 |
| Protección social | 32 |
| Contratación rural | 32 |
| Otras normas relevantes | 32 |
| Decreto 1776 de 2016. | 32 |
| Decreto 2364 de 2017 | 32 |
| Metodología. | 33 |
| Fase 1. Diagnostico | 33 |
| Criterios de Evaluación para la observación | 33 |
| Espacio y disposición. | 34 |
| Materiales de construcción | 34 |
| Diseño de pasillos y puertas. | 34 |
| Sistemas de alimentación e hidratación | 34 |
| Ventilación y drenaje..... | 34 |
| Fase 2. Revisión Técnica y Normativa | 34 |
| Fase 3. Formulación del Modelo Arquitectónico..... | 35 |

| | |
|---|----|
| Resultados | 36 |
| Fase 1. Resultados del Diagnostico | 36 |
| Espacio y disposición..... | 36 |
| Materiales de construcción..... | 37 |
| Diseño de pasillos y puertas..... | 37 |
| Sistemas de alimentación e hidratación | 38 |
| Ventilación y drenaje | 38 |
| Fase 2. Parámetros para corrales ganaderos acorde a los requisitos técnicos y normativos..... | 42 |
| 1. Parámetros de infraestructura..... | 42 |
| Ubicación y servicios básicos | 42 |
| Diseño estructural y funcional..... | 42 |
| Necesidades Infraestructurales Según el Sistema Productivo..... | 43 |
| Corrales en Producción Lechera..... | 43 |
| Corrales en Producción Cárnica | 43 |
| Restricción y Seguridad Del Corral. | 43 |
| Restricción Humana | 44 |
| Restricción Animal. | 44 |
| Señalización y Delimitación | 45 |
| Diseño de Manga Ganadera y de Corral. | 47 |
| Tipos de Diseño de corral..... | 48 |

| | |
|--|----|
| Materiales del corral | 48 |
| Dimensiones de Corral | 48 |
| Componentes. | 49 |
| Áreas Funcionales según el proceso productivo..... | 49 |
| Necesidades para el Desarrollo de Arquitectura corral de Manejo y Restricción bovino | 50 |
| 2.Parámetros de bienestar animal | 53 |
| Espacio y libertad de movimiento. | 53 |
| Acceso a agua y alimento..... | 53 |
| Superficie del suelo. | 53 |
| Reducción del estrés..... | 53 |
| Condiciones sanitarias..... | 53 |
| Capacitación del personal..... | 54 |
| Arquitectura diseñada para el bienestar animal..... | 54 |
| Áreas de Confort para Ejemplares Bovinos | 54 |
| Área de espera de terneros..... | 54 |
| Áreas de vacas sin ordeñar | 54 |
| Áreas de vacas ordeñadas | 55 |
| Área de aislamiento animal. | 55 |
| Áreas de Manejo y restricción animal. | 55 |
| Bienestar Animal y Seguridad en la Producción Ganadera | 55 |

| | |
|--|----|
| 3. Parámetros Zootécnicos para la Gestión y Manejo Animal..... | 56 |
| Gestión Ambiental y Bienestar Animal. | 57 |
| Subprocesos Comunes en la Producción Bovina..... | 57 |
| Selección y Mejoramiento Genético..... | 57 |
| Infraestructura y Servicios Básicos. | 58 |
| Procesos Operativos Estandarizados Zootécnicos (POEZ)..... | 58 |
| Buenas Prácticas de Manejo (BPM)..... | 58 |
| 4. Parámetros de seguridad y salud en el trabajo..... | 58 |
| Implementación del SG-SST en Corrales Ganaderos..... | 59 |
| Capacitación y uso de EPP..... | 59 |
| Prevención de eventos adversos en el corral..... | 59 |
| Planes de emergencia y evacuación..... | 60 |
| Necesidades del personal en los corrales ganaderos. | 60 |
| Responsables y funciones del personal en el manejo del corral..... | 60 |
| Control De Acceso y Seguridad..... | 61 |
| Protocolos de emergencia..... | 62 |
| Mantenimiento..... | 62 |
| Fase 3. Ajuste del Modelo de enfoque arquitectónico de corrales bovinos..... | 63 |
| Conclusiones..... | 65 |
| Recomendaciones..... | 67 |

| | |
|---------------------------------------|----|
| Glosario de terminología técnica..... | 69 |
| Bibliografía..... | 72 |

Lista de Tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1 <i>Resumen resultados del diagnóstico por vereda.....</i> | 36 |
| Tabla 2 <i>Relación normativa, bibliográfica de los riesgos identificados por Eje de análisis del Diagnostico en campo en San Martin Meta</i> | 39 |

Lista de Figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1 <i>Patio de maniobras de Manejo y restricción animal</i> | 38 |
| Figura 2 <i>Arquitectura corral de Manejo y Restricción bovino.</i> | 51 |
| Figura 3 <i>Corral tipo Bovinos de Carne</i> | 51 |
| Figura 4 <i>Corral tipo bovinos de Lechería</i> | 52 |
| Figura 5 <i>Clasificación de Zonas del Corral de Manejo Bovino.</i> | 52 |
| Figura 6 <i>Esquema modelo de ajuste arquitectónico para corral ganadero</i> | 63 |

Introducción

La ganadería bovina en Colombia es una de las principales actividades agropecuarias, con un impacto significativo en la economía nacional. En 2024, el sector agrícola, que incluye la ganadería, registró un crecimiento del 8,1 % en comparación con el año anterior, consolidándose como el mayor aportante al Producto Interno Bruto (PIB) del país (LR, 2025). Su contribución al PIB nacional fue del 0,8 %, representando el 47 % del crecimiento total de la economía y alcanzando una participación del 10,2 % dentro del valor agregado del sector agrícola ((DANE, 2025). Estos datos evidencian la relevancia del sector ganadero no solo como motor económico, sino también como fuente esencial de empleo en zonas rurales y componente clave en la seguridad alimentaria del país.

La infraestructura ganadera desempeña un papel determinante en la eficiencia y sostenibilidad del sector. Su diseño influye directamente en la productividad, la seguridad de los trabajadores y el bienestar animal (Lozano & Restrepo, 2016). Instalaciones como corrales, mangas de manejo y sistemas de restricción permiten optimizar las prácticas ganaderas, mejorando la administración del ganado y reduciendo riesgos operativos (MSD, 2023). Un enfoque técnico en la construcción de estas estructuras mejora la rentabilidad del sector y contribuye a una producción sostenible alineada con las normativas de bienestar animal.

Para el proyecto se definieron como variables en el diseño de la infraestructura ganadera el bienestar animal, la seguridad ocupacional y el manejo adecuado de los bovinos. El bienestar animal implica la creación de entornos que permitan a los animales expresar comportamientos naturales y mantener su salud física y mental, lo que impacta directamente en la calidad de los productos ganaderos (Tafur & Acosta, 2006).

La seguridad ocupacional protege a los trabajadores que interactúan con el ganado, minimizando riesgos de accidentes y enfermedades laborales (Union de Mutas, 2023).

Asimismo, el diseño de corrales y espacios de manejo debe considerar tanto las características fisiológicas del ganado como las necesidades operativas de los trabajadores, optimizando la funcionalidad del sistema ganadero (FINAGRO, s. f.).

Se plantea que, una infraestructura bien diseñada puede mejorar tanto la seguridad laboral como el bienestar animal. La implementación de corrales y sistemas de manejo adaptados a las necesidades fisiológicas y comportamentales del ganado reduce el estrés y el riesgo de lesiones, mejorando la productividad y rentabilidad del sector (García, s. f.; Romo Valdez et al., 2021). Además, el diseño adecuado de las instalaciones contribuye a la eficiencia operativa, permitiendo una mejor organización del trabajo y reduciendo costos asociados a accidentes o enfermedades en los animales (AGRONET & GOV, 2024).

En Colombia, la infraestructura ganadera ha avanzado en las últimas décadas, adaptándose a normativas de bienestar animal y seguridad laboral, y promoviendo la sostenibilidad (FEDEGAN, 2024; SIC, 2022). No obstante, en las regiones rurales persisten desafíos, especialmente debido a infraestructuras tradicionales que carecen de un diseño técnico adecuado (Sandoval et al., 2023).

El departamento del Meta es uno de los principales polos ganaderos del país, donde la ganadería extensiva de doble propósito juega un rol clave en la economía regional. Sin embargo, enfrenta problemas de sostenibilidad y eficiencia productiva (ICA, 2022). Muchas de sus infraestructuras ganaderas no cumplen con los estándares técnicos necesarios, lo que afecta tanto la operatividad como el bienestar animal (ICA, 2022). La falta de tecnologías apropiadas y el uso

de estructuras inadecuadas limitan la productividad y aumentan el impacto ambiental de la actividad.

En respuesta, se han propuesto modelos de ganadería sostenible que integran prácticas de conservación con desarrollo productivo, buscando mejorar la infraestructura y los sistemas de manejo para optimizar el uso del suelo y reducir los efectos negativos sobre el ecosistema (World Wildlife Fund, 2022). En San Martín, un municipio del Meta, la ganadería es predominante, pero las infraestructuras existentes están basadas en construcciones empíricas sin criterios técnicos, lo que genera estrés en los animales, reduce la eficiencia operativa y compromete la seguridad de los trabajadores (Díaz Moreno, 2016).

Además, la falta de planificación del uso del suelo ha dificultado la adopción de modelos ganaderos tecnificados y sostenibles. La coexistencia de diversas actividades agropecuarias y los conflictos por la tierra han obstaculizado la modernización del sector (El Cuarto Mosquetero, 2025). Es necesario, por tanto, mejorar la infraestructura ganadera integrando conocimientos técnicos y tradicionales, garantizando un manejo eficiente, seguro y sostenible del ganado.

Este proyecto se centra en el diseño arquitectónico de corrales para mejorar las infraestructuras ganaderas. El objetivo es definir los parámetros que optimicen el manejo de los bovinos, garantizando la seguridad de los trabajadores y el bienestar animal. El diseño considera la morfometría bovina, las condiciones climáticas y operativas del contexto regional, utilizando materiales adecuados y prácticas arquitectónicas modernas. De esta manera, se busca contribuir al desarrollo sostenible del sector, mejorando la eficiencia operativa y reduciendo los impactos negativos sobre los animales y los trabajadores.

El proyecto se desarrolló en tres etapas: primero, se realizó un diagnóstico en el municipio de San Martín para identificar las condiciones y limitaciones de las infraestructuras

ganaderas; en la segunda etapa, se definieron los parámetros arquitectónicos normativos y contractuales agrupados en cuatro dimensiones: infraestructura física, bienestar animal, aspectos zootécnicos y seguridad y salud en el trabajo (SST); y, finalmente, en la tercera etapa, se elaboró un modelo arquitectónico de corral ganadero adaptado a los sistemas de producción cárnico o lechero.

Los resultados de las tres etapas se presentan en tres secciones: la primera describe el diagnóstico de la infraestructura en San Martín; la segunda desarrolla los parámetros arquitectónicos agrupados, especificando criterios técnicos y normativos; y la tercera presenta el modelo arquitectónico propuesto, adaptado a las necesidades del entorno productivo llanero.

Definición del problema

La ganadería bovina en Colombia enfrenta serios desafíos estructurales y de manejo que afectan su sostenibilidad, eficiencia y competitividad. Entre los problemas más destacados se encuentran la falta de planificación técnica en las infraestructuras, el uso de prácticas de manejo inadecuadas y la escasa inversión en el sector, lo que repercute directamente en la productividad, la salud del ganado y la seguridad de los trabajadores (Contexto Ganadero, 2024).

En regiones como el departamento del Meta, estas deficiencias son especialmente evidentes. El uso empírico de corrales y estructuras de manejo, construidos sin criterios técnicos adecuados, afecta significativamente la operatividad del sector. Según el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA, 2015), estas carencias incrementan la incidencia de enfermedades, accidentes laborales y trastornos en el comportamiento de los animales. Además, la Federación Colombiana de Ganaderos FEDEGAN (2018), ha señalado que muchas fincas, especialmente las de pequeño y mediano tamaño, carecen de infraestructuras ganaderas diseñadas siguiendo principios de bioseguridad, ergonomía y bienestar animal, lo que limita la modernización y el desarrollo del sector.

En el municipio de San Martín, Meta, se han observado infraestructuras ganaderas construidas de manera improvisada, sin planificación técnica y sin tener en cuenta aspectos fundamentales como la morfometría bovina o las condiciones de seguridad ocupacional. Estas deficiencias no solo dificultan el manejo eficiente del ganado, sino que también aumentan los riesgos para los trabajadores y afectan el rendimiento del hato, generando pérdidas económicas y comprometiendo la sostenibilidad de las fincas (Contexto Ganadero, 2025).

Las consecuencias de estas deficiencias son claras. El bienestar animal se ve comprometido por espacios inadecuados que generan estrés y predisponen a los animales a

enfermedades (Tafur & Acosta, 2006). En términos productivos, la falta de infraestructuras adecuadas reduce la calidad de los productos ganaderos y aumenta los tiempos operativos (MSD, 2023). Además, la ausencia de condiciones de seguridad en los espacios de trabajo incrementa el riesgo de accidentes laborales, con implicaciones graves en la salud y seguridad ocupacional de los operarios (Piccardo, s. f.).

Frente a este panorama, organizaciones internacionales como la Sociedad Americana de Ingenieros Agrícolas y Biológicos (ASABE) y organizaciones nacionales como FEDEGAN han propuesto lineamientos técnicos que integran criterios de diseño centrados en el bienestar animal, la ergonomía para el operario y la funcionalidad productiva. Estas directrices, promovidas bajo el marco de las Buenas Prácticas Ganaderas (BPG), son esenciales para orientar el rediseño de infraestructuras ganaderas que sean eficientes, seguras y sostenibles (ASABE, 1990; FEDEGAN, s. f.).

Así, el problema no se limita únicamente a la baja tecnificación de los corrales, sino que constituye un obstáculo estructural para el desarrollo del sector ganadero colombiano. Por tanto, es fundamental formular un modelo arquitectónico de corral que integre parámetros técnicos, zootécnicos y de seguridad laboral, adaptados a las realidades climáticas, productivas y socioeconómicas de regiones como el Meta. En este contexto, surge la siguiente pregunta de investigación: ¿A qué parámetros debe obedecer la infraestructura del corral para optimizar la funcionalidad, el bienestar animal y la seguridad laboral en los sistemas de producción bovina en Colombia?

Justificación

La infraestructura en la ganadería desempeña un papel crucial en la eficiencia productiva, el bienestar animal y la seguridad laboral. Un diseño adecuado de corrales y áreas de manejo no solo optimiza las operaciones diarias, sino que también garantiza condiciones óptimas para los animales y reduce riesgos para los trabajadores. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, s. f.), destaca que una ganadería sostenible contribuye significativamente a la seguridad alimentaria, la reducción de la pobreza y la protección del medio ambiente.

Es necesario establecer criterios técnicos que delimiten adecuadamente las áreas de una unidad mínima de corral, conforme al bienestar animal, la normativa vigente y una producción sostenible. Al respecto, la Ley 576 de 2000, en su Artículo 51, indica que los profesionales en ciencias animales deben aplicar criterios bioéticos y de calidad en sistemas de confinamiento, producción y conservación del entorno (Ley 576., 2000). Así, los corrales deben garantizar condiciones dignas para los animales y seguridad para el personal.

En el contexto Colombiano, la ganadería ha sido históricamente un pilar fundamental de la economía, especialmente en regiones como el departamento del Meta. Según la Federación Colombiana de Ganaderos (Fedegán), en 2022 se registraron más de 29 millones de cabezas de ganado en el país, reflejando la importancia y magnitud de este sector (FEDEGAN, 2022). Durante 2024, la ganadería bovina mostró un crecimiento notable, con un incremento del 11,8% en el cuarto trimestre, contribuyendo significativamente al PIB nacional (API, 2025).

El proyecto se articula con los propósitos de desarrollo actuales del país acorde al PND actual, puesto que busca fortalecer el sector agropecuario mediante la implementación de prácticas sostenibles y el mejoramiento de infraestructuras rurales (DNP, 2023). Especialmente

porque la tecnificación arquitectónica se alinea con los objetivos asociados a la convergencia regional, que busca reducir brechas en zonas rurales mediante infraestructura productiva, y con la promoción del trabajo digno y decente en el campo. También se alinea con los principios de bioeconomía y sostenibilidad al proponer soluciones que fortalecen el bienestar animal y la eficiencia operativa en sistemas de producción ganadera.

Asimismo, la iniciativa se relaciona con catalizadores como los sistemas nacionales de productividad e innovación, el fortalecimiento del Sistema Nacional de Protección y Bienestar Animal (SINAPYBA) y las metas de mejorar la infraestructura logística para el sector agropecuario (DNP, 2023). Esto refuerza su pertinencia técnica y normativa, aportando directamente al desarrollo rural sostenible, la seguridad laboral y el cumplimiento de estándares éticos en la producción de alimentos.

Además, la investigación contribuye a la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, específicamente a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) relacionados con el fin de la pobreza (ODS 1), hambre cero (ODS 2), trabajo decente y crecimiento económico (ODS 8), y producción y consumo responsables (ODS 12) (Naciones Unidas, 2020). La FAO subraya que la transformación sostenible del sector ganadero es esencial para lograr una mejor producción, nutrición, medio ambiente y calidad de vida (FAO, s. f.).

En este contexto, el diseño de una propuesta arquitectónica integral para corrales ganaderos, que optimice la funcionalidad, el bienestar animal, la seguridad del personal y la eficiencia operativa en sistemas de producción de carne y leche, es pertinente y necesario. Esta iniciativa no solo responde a las necesidades actuales del sector, sino que también se enmarca en las políticas nacionales e internacionales que promueven una ganadería más sostenible y eficiente.

Objetivos

Objetivo General

Diseñar una propuesta arquitectónica integral para corrales ganaderos que optimice la funcionalidad, el bienestar animal, la seguridad del personal y la eficiencia operativa en sistemas de producción de carne y leche.

Objetivos Específicos

Diagnosticar las deficiencias funcionales, estructurales y de seguridad presentes en la infraestructura de manejo y contención de bovinos en fincas ganaderas acorde al contexto, mediante observación en campo y análisis contextual.

Identificar los parámetros técnicos, normativos y principios de bienestar animal, bioseguridad y ergonomía laboral que deben integrarse en el diseño arquitectónico de infraestructuras ganaderas.

Diseñar y ajustar un modelo arquitectónico de corral ganadero que responda a las necesidades productivas, climáticas y socio territoriales del municipio de San Martín, incorporando criterios de funcionalidad, seguridad laboral y bienestar animal.

Marco Teórico

El diseño de instalaciones adecuadas para el manejo y restricción de bovinos es un componente esencial en los sistemas de producción ganadera, ya que incide directamente en la eficiencia operativa, el bienestar animal y la seguridad de los trabajadores. Estos elementos, integrados desde un enfoque técnico y zootécnico, permiten desarrollar sistemas productivos más sostenibles, seguros y rentables, especialmente en regiones como los Llanos Orientales de Colombia, donde las condiciones climáticas y productivas presentan desafíos particulares. Para ello, en el marco del presente proyecto se definen conceptos claves que permiten orientar la definición técnica y sentar la base conceptual de los parámetros que componen la propuesta arquitectónica.

Infraestructura Ganadera

La infraestructura ganadera comprende el conjunto de instalaciones físicas destinadas a facilitar la producción animal, como corrales, establos, salas de ordeño, bretes, embarcaderos, entre otros. Estas infraestructuras deben diseñarse de acuerdo con criterios técnicos y adaptarse al entorno climático, la especie animal y las necesidades productivas. Un diseño adecuado mejora la eficiencia del manejo, reduce el estrés animal y previene accidentes laborales (Fraser, 2006). En contextos rurales como el departamento del Meta, donde predomina la ganadería extensiva, las limitaciones en infraestructura generan deficiencias en la productividad y seguridad de las operaciones (Díaz, 2016).

Corral ganadero

El corral ganadero es un espacio confinado destinado al manejo, observación y restricción de los animales en actividades como vacunación, pesaje, ordeño o embarque. Su arquitectura debe responder a las necesidades fisiológicas del ganado, considerando aspectos

como el tamaño corporal, el comportamiento de grupo, el flujo de animales y la seguridad tanto del operario como del animal (MSD, 2023). Según la Sociedad Americana de Ingenieros Agrícolas y Biológicos (ASABE), los corrales deben diseñarse con materiales resistentes, pendientes para drenaje, suelos antideslizantes y pasillos con ángulos que faciliten el desplazamiento natural del animal, evitando puntos ciegos o zonas de acumulación (ASABE, 1990).

Manejo bovino

El manejo bovino se refiere a todas las prácticas cotidianas que se realizan sobre el ganado bovino, incluyendo la alimentación, el control sanitario, el manejo reproductivo y las labores de restricción o movilización. Un manejo inadecuado puede ocasionar estrés, lesiones y baja productividad, mientras que una gestión apropiada mejora la calidad de vida del animal y la eficiencia del sistema productivo (Tafur & Acosta, 2006). Además, prácticas de bajo estrés durante el manejo han demostrado aumentar la ganancia de peso y mejorar la calidad de la carne y la leche (Grandin, 2020).

Fenotipo estándar de bovinos

Abarca las características físicas y comportamentales observables que son esenciales para su adaptación y productividad en entornos específicos. En el municipio de San Martín, departamento del Meta, Colombia, la raza criolla Sanmartinero y otras con predominancia de *Bos indicus* han desarrollado adaptaciones notables a las condiciones locales. Estas condiciones incluyen una precipitación anual promedio de aproximadamente 3.100 mm y temperaturas que oscilan entre 24 °C y 30 °C, factores que favorecen el crecimiento de forrajes naturales y pastos mejorados, fundamentales para la alimentación bovina (Martinez Correal, 2020).

La determinación del fenotipo estándar implica identificar atributos como el tamaño corporal, temperamento, capacidad de adaptación al entorno y respuesta al estrés. Estos factores son cruciales para establecer requisitos específicos en el diseño de infraestructuras ganaderas, asegurando que se ajusten a las necesidades de los animales y faciliten prácticas de manejo eficientes y seguras.

Arquitectura básica del corral

El diseño de las instalaciones debe considerar el biotipo de los bovinos, incluyendo la disposición de corrales, pasillos y puertas, para garantizar la seguridad de los animales y del personal. Una infraestructura adecuada mejora la eficiencia en el manejo y permite adaptarse a diversas situaciones, como la separación de animales o la administración de tratamientos veterinarios (Grandin, 2020).

Áreas y subáreas de manejo y restricción

Es esencial contar con zonas especializadas dentro del corral para actividades específicas como vacunación, inseminación artificial y otras prácticas veterinarias. Además, se deben incluir áreas de descanso y abrevaderos para asegurar que los animales dispongan de condiciones óptimas durante su permanencia en las instalaciones (Grandin, 2020).

Consideraciones climáticas y ambientales

Factores como la luminosidad, que favorece la fotosíntesis y el crecimiento del forraje, y la velocidad del viento, que afecta la sensación térmica y la dispersión de humedad en los potreros, influyen directamente en la productividad ganadera. La humedad relativa, que aumenta en la temporada de lluvias, mejora la disponibilidad de agua y reduce los costos de suplementación. Estos elementos son fundamentales para el desarrollo de instalaciones adaptadas a las

condiciones climáticas de la región, garantizando el bienestar animal y la eficiencia operativa del sistema productivo (Rogerio, 2023).

Bienestar animal.

El bienestar animal es un componente esencial en el diseño de instalaciones ganaderas, ya que influye directamente en la salud, la productividad y el comportamiento del ganado. Para minimizar el estrés durante el manejo y restricción, es necesario incorporar condiciones adecuadas como iluminación suave, pisos antideslizantes, ventilación correcta y pasillos con diseño curvo que permitan el movimiento natural de los animales (García, s. f.; Grandin, 2020). Estas características no solo reducen riesgos de lesiones, sino que también facilitan un manejo seguro tanto para los operarios como para el hato.

En Colombia, el bienestar animal está regulado por normas como la Resolución 136 de 2020 del ICA, que establece lineamientos para instalaciones de producción bovina, y se sustenta en el enfoque de las cinco libertades del bienestar animal (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2020). Su implementación mejora la calidad de vida de los animales y la eficiencia de los sistemas productivos, siendo un requisito técnico, ético y legal dentro de una ganadería sostenible (MSD, 2023).

Seguridad Ocupacional

La seguridad ocupacional en el sector ganadero es clave para proteger al personal que interactúa con animales de gran tamaño y maquinaria pesada. Los riesgos incluyen golpes, patadas, caídas, zoonosis y trastornos musculoesqueléticos. El Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST), reglamentado en Colombia por el Decreto 1072 de 2015, obliga a las explotaciones agropecuarias a implementar protocolos para la prevención de riesgos laborales, incluyendo la capacitación del personal y el uso de equipos de protección personal

(Dec. 1072, 2015). Según la Organización Internacional del Trabajo (2011), la inversión en infraestructura segura reduce significativamente los incidentes laborales en entornos ganaderos.

Producción ganadera sostenible

La producción ganadera sostenible busca equilibrar la productividad económica con la conservación ambiental y el bienestar social. Esto implica el uso eficiente de los recursos, la adopción de tecnologías limpias y el respeto por el bienestar animal. En Colombia, iniciativas como el Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible promueven prácticas como los sistemas silvopastoriles, que combinan árboles, pastos y animales en un mismo sistema, reduciendo la deforestación y mejorando la productividad (FEDEGAN, 2018). La FAO (s. f.), destaca que una ganadería sostenible no solo mejora los ingresos de los productores, sino que contribuye a los Objetivos de Desarrollo Sostenible, en particular los ODS 2 (Hambre Cero), 12 (Producción y Consumo Responsable) y 15 (Vida de Ecosistemas Terrestres) (Naciones Unidas, 2020).

Zootecnia

La zootecnia es la ciencia que estudia la producción, manejo, mejoramiento y aprovechamiento de los animales domésticos, considerando factores como la genética, la nutrición, la reproducción y el bienestar animal. Desde esta disciplina, se desarrollan estrategias para aumentar la productividad de manera ética, eficiente y sostenible (Alonso et al., 2019). En el contexto del diseño de instalaciones ganaderas, la zootecnia aporta criterios fundamentales para establecer las dimensiones, materiales y distribución funcional de los espacios, con base en el comportamiento y fisiología animal.

Marco Legal

La normativa vigente en Colombia relacionada con la producción bovina y los derechos de sus trabajadores es un conjunto de leyes y regulaciones que abarcan aspectos de sanidad, medio ambiente, bienestar animal, comercio y condiciones laborales:

Normatividad sobre la producción bovina:

La normativa actual en Colombia referente al manejo y restricción de bovinos es esencial en varios aspectos del sector agropecuario y la salud ocupacional. Estos lineamientos están diseñados para propender el bienestar animal y la sostenibilidad ambiental. Primero establecen parámetros para el tratamiento adecuados de los ejemplares bovinos, asegurando condiciones de manejo digno y minimizando el sufrimiento. Esto no solo responde a imperativos zootécnicos, sino que también mejora la calidad de los productos derivados, como la carne y la leche, garantizando su seguridad para el consumo humano.

Además, la normativa reglamenta la movilización y trazabilidad de los bovinos, fundamental para controlar brotes de enfermedades infecciosas que puedan afectar tanto al ganado como a las personas. La implementación de estrictas medidas sanitarias y protocolos de bioseguridad ayuda a controlar enfermedades como la fiebre aftosa, la brucelosis y la tuberculosis bovina, fortaleciendo la competitividad del sector bovino colombiano en el mercado internacional, donde se valoran altos estándares de calidad.

Estas regulaciones también promueven prácticas sostenibles y respetuosas con el medio ambiente, abordando cuestiones como la gestión de residuos y el uso racional de recursos naturales. La correcta aplicación de estas normas puede reducir el impacto ambiental de la actividad ganadera, contribuyendo a la conservación de ecosistemas para producción bovina.

Por tanto, se presenta un compilado de normas que abarcan los aspectos mencionados:

Sanidad y bienestar animal

Ley 576 de 2000: encargada de regular el ejercicio de la medicina veterinaria y zootecnia.

Resolución 2341 de 2007: establece las medidas para la prevención, control y erradicación de enfermedades de control oficial en el ganado bovino (ICA, 2007).

Decreto 1500 de 2007: define el sistema oficial de inspección, vigilancia y control sanitario de la carne y productos cárnicos sostenibles.

Resolución 3651 de 2014: encargada de regular el bienestar animal en la producción ganadera, abarcando las condiciones de transporte, alojamiento y manejo de los ejemplares bovinos.

Medio ambiente

Ley 99 de 1993: da inicio al Ministerio del Medio Ambiente y regula el Sistema Nacional Ambiental (SINA), incluyendo las normas relacionadas con el uso sostenible de los recursos naturales.

Decreto 1076 de 2015: compila y actualiza la normativa ambiental en nuestro país, incluyendo las regulaciones relacionadas con el uso del suelo y el manejo de los recursos hídricos en actividades agropecuarias.

Normatividad sobre las condiciones laborales

Código Sustantivo del Trabajo: encargado de regular las relaciones laborales, los derechos y deberes de los empleadores y/o empleados, incluyendo aspectos de contratación, salarios, jornadas laborales, descansos y terminación de contratos.

Salud y Seguridad en el Trabajo

Ley 1562 de 2012: Modifica el Sistema General de Riesgos Laborales y establece medidas enfocadas en la prevención de accidentes y enfermedades laborales.

Resolución 0312 de 2019: Indica los estándares mínimos del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el trabajo (SG-SST).

Protección social

Ley 100 de 1993: Da inicio al Sistema de Seguridad Social Integral, que abarca las pensiones, salud y riesgos laborales.

Contratación rural

Ley 1429 de 2010: fomenta la formalización del empleo y el trabajo decente en el sector rural.

Decreto 583 de 2016: Reglamenta la formalización de la propiedad rural y la promoción del empleo rural.

Otras normas relevantes

Decreto 1776 de 2016. Inicia las Zonas de Interés de Desarrollo Rural, Económico y Social (ZIDRES), que promueven proyectos agroindustriales en zonas con potencial de desarrollo, siempre que se garantice el respeto a los derechos ambientales y laborales.

Decreto 2364 de 2017. Establece el régimen de formalización laboral en el sector agropecuario, incentivando así la mejora de las condiciones laborales de los trabajadores rurales.

La normatividad vigente en nuestro país, como la Ley 1774 de 2016 brinda un marco legal enfocado en el aseguramiento de la realización de estas buenas prácticas con un enfoque único en el bienestar animal (Congreso de la República Colombiana, 2016).

Metodología

El proyecto se estructuró en tres fases metodológicas complementarias: diagnóstico en campo, revisión documental técnica y formulación del modelo arquitectónico de corral ganadero. Se aplicó un enfoque mixto que combinó observación directa estructurada con análisis documental especializado, permitiendo contrastar la situación actual de los predios con estándares técnicos, zootécnicos y de bienestar animal. Esta estrategia metodológica busca garantizar la pertinencia contextual de la propuesta sin perder rigurosidad técnica (Sanchez et al., 2018; Yuni & Urbano, 2006).

Fase 1. Diagnostico

Se aplicó la técnica de observación directa no participativa en 17 predios ganaderos ubicados en seis veredas del municipio de San Martín (Altamira, Aribas, Bajo Camoa, Brisas del Camoa, Camoita y Chaparra), entre el 10 y el 22 de septiembre de 2024. Esta técnica permitió recopilar información cualitativa y cuantitativa sobre las condiciones actuales de los corrales y su funcionalidad operativa. Según Sanchez et al. (2018), la observación directa estructurada permite identificar situaciones reales del entorno sin alterar el comportamiento de los actores.

Los aspectos evaluados incluyeron: Condición estructural de los corrales y materiales utilizados, Sistemas de restricción, alimentación e hidratación, Riesgos de seguridad ocupacional y animal, Condiciones sanitarias: drenaje, acumulación de residuos, ventilación. La observación se basó en los criterios técnicos establecidos por los principios de bienestar animal, eficiencia zootécnica, bioseguridad y seguridad laboral.

Criterios de Evaluación para la observación. Los resultados del diagnóstico fueron organizados según cuatro parámetros estratégicos, los cuales se seleccionaron como ejes de análisis técnico:

Espacio y disposición. Se compararon las áreas observadas en los predios con recomendaciones dependiendo del tipo de manejo. El diagnóstico se centró en identificar los posibles déficits de espacio, de zonificación (alimentación, descanso, restricción) y sobrepoblación en varias instalaciones.

Materiales de construcción. Para identificar los materiales usados, contrastando con recomendaciones de uso de materiales duraderos, fáciles de limpiar y resistentes a la intemperie como acero galvanizado y concreto.

Diseño de pasillos y puertas. Se evaluó la existencia y disposición de pasillos para el manejo del ganado, teniendo en cuenta que el mínimo recomendado para evitar estrés y accidentes.

Sistemas de alimentación e hidratación. El diagnóstico observó la existencia y ubicación de sistemas de bebederos y comederos adecuados para evitar la competencia evidente entre animales.

Ventilación y drenaje. Para establecer la suficiencia en el flujo de aire y acumulación de lodo por falta de drenajes. Estas condiciones pueden contravenir los principios de confort térmico, higiene y control de enfermedades, recomendados por organismos como el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

Fase 2. Revisión Técnica y Normativa.

La revisión bibliográfica se desarrolló en dos momentos: antes del diagnóstico, para definir criterios de evaluación, y después, para consolidar los parámetros de diseño. El análisis documental incluyó literatura especializada que incluye, pero no se limita a las siguientes fuentes:

Infraestructura: Sobre Superficie, materiales, diseño funcional. Albright (1997), Bickert (2000), Gardin (2013), FAO, INTA.

Bienestar animal: Sobre Accesibilidad al agua, espacio, reducción de estrés. Brown-Brandl (2013), Aland (2009).

Zootecnia: Enfocado en los sistemas de manejo, estabulación, organización animal acorde a los manuales técnicos de manejo animal, FAO, INTA.

Seguridad ocupacional: Respecto al diseño seguro, materiales, rutas de manejo, fundamentado en los protocolos de bioseguridad, ergonomía rural, buenas prácticas ganaderas.

Fase 3. Formulación del Modelo Arquitectónico.

Con base en el diagnóstico y los parámetros técnicos revisados, se procedió al ajuste y diseño de un modelo arquitectónico de corral ganadero adaptado a las condiciones agroecológicas, sociales y productivas del municipio de San Martín, Meta. Este modelo busca integrar criterios de sostenibilidad, eficiencia operativa, ergonomía, seguridad laboral y bienestar animal, favoreciendo su aplicabilidad en contextos rurales con limitaciones estructurales y presupuestales.

Resultados

Fase 1. Resultados del Diagnóstico

Se realizó un diagnóstico estructurado de campo en diversas veredas con alta actividad ganadera de San Martín, Meta – Colombia, como Altamira, Aribas, Bajo Camoa, Brisas del Camoa, Camoita y Chaparra. Este municipio cuenta con una extensión territorial de aproximadamente 595.992 hect, de las cuales el 63 % equivalente a 375.170 hect, ganaderas, principalmente bajo sistemas de doble propósito. Las visitas técnicas permitieron observar de manera directa las condiciones estructurales y operativas de los corrales utilizados para el manejo y restricción de bovinos en fincas de distintos tamaños. A continuación, se relacionan los principales hallazgos, número de predios y fechas de la observación realizada en San Martín:

Tabla 1

Resumen resultados del diagnóstico por vereda.

| Vereda | Fecha de visita | NºPredios evaluados | Principales resultados observados |
|------------------|-----------------|---------------------|---|
| Altamira | 10/09/24 | 3 | Corrales con estructuras de madera deterioradas, sin áreas para manejo y restricción. |
| Aribas | 12/09/24 | 2 | Uso de materiales inadecuados, aumentando el riesgo de accidentes para operadores. |
| Bajo Camoa | 15/09/24 | 4 | Diseño empírico con problemas de drenaje. |
| Brisas del Camoa | 18/09/24 | 3 | Infraestructura deficiente, sin zonas diferenciadas. |
| Camoita | 20/09/24 | 2 | Corrales improvisados con cercas inestables, alto riesgo de fugas y accidentes. |
| Chaparra | 22/09/24 | 3 | Área del corral inapropiada para el gran número de animales. |

Nota. En la tabla se resumen los resultados de las visitas del Diagnóstico base de la investigación presentados por vereda. Elaboración propia, 2025.

Espacio y disposición

Se evidenció déficit de espacio por animal en corrales de encierre y zonas de espera, lo que ocasiona hacinamiento, estrés y dificulta el manejo. Este hallazgo contrasta con las

recomendaciones de Gardner (1983), Albright (1997), Bickert (2000), sobre las medidas del corral acorde a la actividad de manejo, considerando necesidades de movilidad y descanso. Los espacios reducidos comprometen el bienestar animal y la eficiencia productiva (FEDEGAN, s. f.). La situación, revela una vulneración de parámetros técnicos esenciales para garantizar condiciones mínimas de confort y salud en la actividad ganadera.

Materiales de construcción

Se identificó el uso frecuente de madera deteriorada y materiales improvisados en corrales. Según FINAGRO (s. f.), los materiales deben ser resistentes, duraderos, fáciles de limpiar y seguros para animales y operarios. Albright (1997) y Bickert (2000), recomiendan el uso de concreto, acero galvanizado y madera tratada, especialmente en zonas húmedas, para garantizar estabilidad, higiene y bajo mantenimiento. La ausencia de estos materiales incrementa los riesgos operacionales, y dificulta el cumplimiento de estándares básicos de bioseguridad, prolongando el deterioro y elevando los costos a largo plazo.

Diseño de pasillos y puertas

Los pasillos y accesos en las fincas no cumplen con dimensiones ni características adecuadas, dificultando el desplazamiento del ganado y aumentando su nivel de estrés. Aland (2009), recomienda un ancho mínimo de 2.5 metros para evitar aglomeraciones y permitir un tránsito fluido, mientras que Grandin (2020), señala la importancia de puertas seguras, silenciosas, sin bordes filosos y pasillos sin ángulos cerrados ni superficies resbaladizas. La falta de estos elementos compromete la seguridad operativa, eleva el riesgo de lesiones y afecta negativamente el bienestar y comportamiento del animal.

Sistemas de alimentación e hidratación

Se evidenció una concentración excesiva de animales en torno a bebederos y comederos, generando competencia, estrés y baja ingesta. Brown et al. (2006), recomiendan un bebedero por cada 20–30 animales, y un espacio lineal de comedero de 70 cm por adulto (FEDEGAN, 2018; Romo et al., 2021). La omisión de estos parámetros afecta el acceso equitativo al alimento y agua, especialmente en grupos con jerarquías marcadas. Incorporar diseños adecuados o sistemas automatizados puede mejorar la eficiencia y el bienestar animal.

Ventilación y drenaje

Se observó la ausencia de sistemas de ventilación eficaces, lo que agrava el estrés térmico en épocas calurosas. Romo et al., (2021), señalan que una buena ventilación previene acumulación de gases y mejora el bienestar animal. El diseño debe incorporar techos elevados y aberturas laterales, orientados a los vientos predominantes. Además, el drenaje deficiente generó acumulación de lodo, favoreciendo enfermedades. El ICA ICA (2015), recomienda un sistema de drenaje inclinado con canales de evacuación para asegurar condiciones higiénicas.

Patio de maniobras de Manejo y restricción animal.

Figura 1

Patio de maniobras de Manejo y restricción animal.



Fuente: Elaboración propia 2025.

A continuación, se presenta una tabla que resume los principales riesgos identificados como resultado del diagnóstico realizado en diferentes veredas. La información se organiza en torno a los cinco ejes técnicos clave para el bienestar animal y la eficiencia operativa en sistemas ganaderos. Se incluyen recomendaciones específicas, la relación normativa y los hallazgos observados en campo:

Tabla 2

Relación normativa, bibliográfica de los riesgos identificados por Eje de análisis del Diagnóstico en campo en San Martín Meta.

| Eje | Recomendación según bibliografía | Relación normativa | Riesgos por Vereda |
|----------------------------|--|---|---|
| Espacio y disposición | Mínimo 2.5 m ² a 3 m ² por animal en corrales de engorde; entre 10 m ² -12 m ² y 20 m ² para vacas lecheras según tipo de estabulación. (Gardner, 1983; Albright, 1997; Bickert, 2000; FEDEGAN) | Ley 576 de 2000, Resolución 2341 de 2007 (para el control y erradicación de enfermedades en bovinos), Resolución 3651 de 2014 (Bienestar animal en la producción ganadera), Ley 99 de 1993 (Aprovechamiento adecuado del espacio -Ministerio del Medio Ambiente, SINA), Decreto 1076 de 2015 (Normativa ambiental agropecuaria), Código Sustantivo del Trabajo (Relaciones laborales en el sector agropecuario – Riesgos del uso de espacios inadecuados) | Altamira: La falta de espacio adecuado para el manejo y restricción aumenta el estrés, reduce la comodidad y aumenta el riesgo de lesiones. Chaparra: El hacinamiento por insuficiencia de espacio eleva la agresividad y puede resultar en peleas entre animales. |
| Materiales de construcción | Utilizar materiales resistentes y | Decreto 1076 de 2015 (Normas ambientales para la construcción | Aribas: El uso de materiales inadecuados incrementa el |

| Eje | Recomendación según bibliografía | Relación normativa | Riesgos por Vereda |
|--|--|--|--|
| | duraderos como acero galvanizado, concreto y madera tratada. (FINAGRO, s. f.) | agropecuaria), Ley 99 de 1993 (sobre el uso sostenible de recursos naturales), Ley 1429 de 2010 (Sobre la formalización del empleo y trabajo decente en el sector rural). | riesgo de accidentes, afectando tanto la seguridad de los animales como de los trabajadores. Camoita: Cercas inestables generan fuga de animales y posibles lesiones por caídas. |
| Diseño de pasillos y puertas | Pasillos con un ancho mínimo de 2.5 m; puertas seguras y silenciosas; adecuada inclinación del piso. (Aland, 2009; Grandin, 2020) | Ley 1562 de 2012 (Sistema General de Riesgos Laborales), Resolución 0312 de 2019 (SG-SST), Código Sustantivo del Trabajo, Ley 1429 de 2010 (Formalización del empleo rural), Decreto 2364 de 2017 (Mejora de las condiciones laborales en el sector agropecuario). | Bajo Camoia: El diseño deficiente de los pasillos crea congestión y dificulta el manejo, lo que aumenta el riesgo de lesiones tanto para el ganado como para los operadores. Brisas del Camoia: La infraestructura insuficiente reduce la eficiencia operativa y aumenta el estrés animal. |
| Sistemas de alimentación e hidratación | Un bebedero por cada 20-30 animales; espacio de comedero de 70 cm por animal adulto; sistemas automatizados para mejorar la eficiencia. (Brown | Ley 576 de 2000 (Regulación de la medicina veterinaria y zootecnia), Resolución 3651 de 2014 (Bienestar animal en la producción ganadera), Decreto 1076 de 2015 (Normativa ambiental agropecuaria), Ley 99 de 1993 (Normas de uso sostenible de recursos naturales), Ley 100 de 1993 (Sistema de | Brisas del Camoia: La falta de zonas diferenciadas para la alimentación genera competencia, provocando estrés y reducción de la ingesta de alimento, afectando la nutrición. |

| Eje | Recomendación según bibliografía | Relación normativa | Riesgos por Vereda |
|-----------------------|--|---|--|
| Ventilación y drenaje | et al., 2006; FEDEGAN, 2018) | Seguridad Social Integral), Ley 1429 de 2010 (Formalización del empleo rural) | |
| | Ventilación natural mediante techos elevados y aberturas laterales; drenaje con canales de recolección y evacuación. (Romo Valdez et al., 2021; ICA, 2015) | Ley 99 de 1993 (Regula el Sistema Nacional Ambiental - SINA), Decreto 1076 de 2015 (Normativa ambiental agropecuaria), Ley 576 de 2000 (Regulación de la medicina veterinaria y zootecnia), Ley 1429 de 2010 (Formalización del empleo rural), Ley 100 de 1993 (Sistema de Seguridad Social Integral), Decreto 1776 de 2016 (ZIDRES), Ley 1562 de 2012 (Sistema General de Riesgos Laborales) | Bajo Camoa: El drenaje deficiente provoca acumulación de agua y estiércol, lo que aumenta el riesgo de enfermedades infectocontagiosas y dificulta las labores de limpieza. Camoita: La falta de drenaje adecuado genera condiciones insalubres, favoreciendo la proliferación de patógenos. |

Nota. La tabla relaciona los ejes de análisis del Diagnóstico realizado, los estándares o recomendaciones identificados en la revisión bibliográfica, hace una relación normativa general y relaciona los principales riesgos identificados en las veredas visitadas.

Fase 2. Parámetros para corrales ganaderos acorde a los requisitos técnicos y normativos

Esta sección presenta los parámetros arquitectónicos recomendados para el diseño de corrales ganaderos, resultado de una revisión técnica, bibliográfica y normativa. Su organización en cuatro ejes: infraestructura, bienestar animal, zootecnia y seguridad ocupacional, permitiendo un análisis integral que orienta la adecuación de espacios más eficientes, seguros y sostenibles para la producción bovina.

Parámetros de infraestructura

El diseño de corrales ganaderos debe basarse en criterios de seguridad, funcionalidad y durabilidad, priorizando materiales resistentes como madera, concreto o metal que cumplan con requisitos estructurales y sanitarios. Estas infraestructuras, destinadas al encierro, manejo y restricción del ganado bovino, deben adaptarse al número de animales manejados y a las condiciones topográficas del terreno (Ramos, 2001).

Ubicación y servicios básicos. Se recomienda seleccionar sitios con buena pendiente y drenaje natural. La infraestructura debe incorporar servicios esenciales como energía eléctrica (de red o renovable), agua (por gravedad o bombeo) y drenaje eficiente para prevenir encharcamientos, especialmente en zonas con alta pluviosidad. En entornos urbanos o plantas de beneficio, se deben implementar sistemas de alcantarillado que conecten con biodigestores o plantas de tratamiento, conforme a la normatividad ambiental vigente.

Diseño estructural y funcional. La eficiencia operativa depende en gran medida del diseño de la manga, embudos y zonas de manejo. Según Birkner (1987), una manga de al menos 8 metros reduce el estrés animal y facilita el encierro. El cerco perimetral debe alcanzar los 2 metros para evitar fugas y garantizar la contención segura del ganado.

Necesidades Infraestructurales Según el Sistema Productivo

Corrales en Producción Lechera. Su infraestructura debe cumplir con Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento (POES). Deben contar con establos higiénicos y ventilados, corrales y salas de espera amplias, áreas de alimentación con acceso simultáneo al alimento, y salas de ordeño funcionales con equipos automatizados que optimicen el proceso como retiradores de pezoneras, puertas de apriete y sistemas de salida rápida, optimiza el tiempo y la eficiencia del proceso, especialmente cuando se manejan grandes volúmenes de producción (Tadich, 2011).

Corrales en Producción Cárnica. Diseñados para actividades sanitarias, reproductivas y zootécnicas, deben incluir mangas, bretes, cepos y embudos dispuestos estratégicamente, los cuales permiten una conducción eficiente del ganado para actividades de pesaje, tratamientos veterinarios, vacunación o inseminación. Estas estructuras deben adaptarse a diferentes tamaños de animales, garantizar la ventilación, superficies antideslizantes y minimizar el estrés durante el manejo.

Ambos modelos productivos requieren de la integración de zonas de seguridad que permitan regular el manejo y acceso a los animales, necesarias a considerar en el diseño arquitectónico e infraestructura de un corral ganadero:

Restricción y Seguridad Del Corral. El diseño debe contemplar zonas diferenciadas para animales y personas, regulando su acceso para garantizar la seguridad, el bienestar animal y el cumplimiento de Buenas Prácticas Ganaderas (BPG) y normas de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST). La restricción humana implica el control del personal en áreas críticas, con protocolos de acceso y formación técnica. La restricción animal permite el confinamiento

temporal del ganado para facilitar tareas veterinarias, prevenir accidentes y optimizar los tiempos de intervención.

Las zonas de restricción son áreas específicas dentro del corral destinadas al tránsito y manejo del ganado. Su diseño debe considerar: Delimitación física clara, mediante vallas, cercas, puertas y señalización visible. Pasillos de manejo con un ancho mínimo de 70 cm para animales jóvenes y hasta 1,5 m para animales adultos, con superficies antideslizantes y sin obstáculos. Altura mínima del cercado perimetral de 2,0 m, como se recomienda en contextos de manejo bovino para evitar fugas (Birkner, 1987). Diseño de zonas de espera y encierro con espacio suficiente para que los animales puedan moverse sin aglomeraciones: se estima un mínimo de 2,5 m² por animal adulto (Ramos, 2001). Y Accesos controlados, con puertas tipo guillotina o abatibles, para facilitar el flujo unidireccional de los animales.

Estas áreas permiten canalizar el movimiento del ganado, reduciendo el estrés, evitando accidentes y optimizando el trabajo diario.

Restricción Humana. La restricción de acceso al personal debe establecerse con base en el nivel de riesgo y las tareas que se realizan en cada zona. Se deben definir protocolos que incluyan: Ingreso exclusivo de personal autorizado y capacitado en zonas de manejo intensivo (manga, brete, cepo, zona de ordeño), Señalización de acceso restringido y uso obligatorio de elementos de protección personal (EPP) según la normativa de SST, y Capacitación continua del personal en técnicas de manejo seguro y respeto al comportamiento animal, reforzando las competencias establecidas por las BPG y los POES. Esta restricción mejora la seguridad laboral, promueve el manejo responsable del ganado y evita errores operativos.

Restricción Animal. Consiste en delimitar el movimiento del ganado dentro del corral mediante sistemas estructurales que incluyan: Mangas de conducción con altura mínima de 1,5 m

y materiales resistentes, Cepos o bretes individuales, que aseguren la inmovilización temporal del animal para actividades zootécnicas, minimizando el riesgo de lesiones, y las Zonas de cuarentena y aislamiento, necesarias para animales enfermos o recién ingresados, con cercas dobles y un mínimo de 5 metros de distancia del resto del corral, conforme a protocolos sanitarios establecidos. Estas medidas permiten controlar el comportamiento animal, facilitar las tareas veterinarias y garantizar un entorno seguro para todos los actores del sistema productivo.

Señalización y Delimitación General de Zonas y Áreas del Corral. Una correcta organización del corral ganadero permite optimizar las tareas de manejo, tratamiento y alimentación. Para ello es importante comprender las zonas del corral de manejo bobino y las áreas que las pueden componer, así como su señalización: la zona perimetral asegura el confinamiento del ganado. La zona interna permite el manejo ordenado, mientras que las zonas de procedimiento (como bretes y mangas) están destinadas a actividades como vacunación, pesaje y marcación, facilitando la restricción y cuidado de los ejemplares sin maltrato.

La infraestructura debe estar diseñada con base en criterios de resistencia, funcionalidad y bioseguridad, considerando las condiciones ambientales del entorno y la carga animal. Las áreas del corral se deben delimitar estratégicamente en función del nivel de acceso, el tipo de actividad desarrollada y los requerimientos operativos, de seguridad y de bienestar animal. A continuación, se detallan las especificaciones mínimas para cada tipo de zona:

Áreas Restringidas (Áreas Rojas). Son espacios de alta interacción con el ganado, donde se requiere máxima precisión en el diseño para garantizar un manejo seguro. Infraestructura mínima recomendada: Materiales estructurales: acero galvanizado, concreto armado o madera tratada de alta resistencia a la humedad y al impacto. Altura de cercas o mangas: mínimo 1,60 m, sin bordes filosos ni materiales que puedan generar lesiones. Ancho de mangas: entre 0,70 m

y 1,00 m, permitiendo el paso individual del animal sin posibilidad de giro. Superficie del piso: de concreto con acabado antideslizante o recubrimiento de caucho, con un sistema de drenaje con pendiente mínima del 2%. Iluminación artificial y ventilación cruzada: para operaciones en horarios nocturnos o zonas cerradas.

Estas áreas deben estar delimitadas con señalización visible y accesos controlados mediante portones de seguridad. Todo el diseño debe favorecer el flujo continuo y unidireccional de los animales, evitando retrocesos o aglomeraciones.

Áreas Semirrestringidas (Áreas Amarillas). Son zonas de tránsito controlado que conectan áreas operativas y de contención. Parámetros mínimos de infraestructura: Pasillos de circulación: mínimo 1,20 m de ancho, con superficie lisa pero no resbalosa. Cercado lateral: de al menos 1,40 m de altura, fabricado en tubos galvanizados o madera resistente, con buena visibilidad para el operario. Zonas de espera: con capacidad de al menos 2,5 m² por animal adulto y sombreado en clima cálido. Puntos de acceso: puertas reforzadas con sistema de cierre manual o mecánico, asegurando la movilidad y el resguardo del personal.

Áreas No Restringidas (Áreas Verdes). Destinadas al soporte logístico, administrativo y de bienestar del personal. Requisitos mínimos: Construcción de oficinas y zonas comunes: en materiales de fácil limpieza (concreto, bloques, techos termoacústicos). Accesibilidad: pisos nivelados, iluminación natural, señalización clara y zonas de almacenamiento delimitadas. Áreas de descanso y comedor: con mobiliario higiénico, ventilación natural y cumplimiento de normas básicas de sanidad laboral. Aunque no haya manejo animal, estas zonas deben mantenerse organizadas y libres de contaminantes, asegurando un ambiente profesional y seguro.

Área de Cuarentena. Zona crítica para la prevención de enfermedades infecciosas y la contención de riesgos sanitarios. Características técnicas mínimas:

Ubicación física: separada al menos 10 metros de otros corrales, con barrera física vegetal o estructural.

Superficie mínima: al menos 4 m² por animal, con espacio techado y zona de observación.

Construcción sanitaria: paredes lavables, pisos de concreto con pendiente y canaletas de evacuación de residuos.

Abastecimiento de agua potable: bebedero individual y punto para lavado de manos y desinfección de calzado.

Control de acceso: ingreso únicamente por un punto, con pediluvio, lavamanos y señalización de bioseguridad.

Esta zona debe cumplir rigurosamente con protocolos de desinfección, aislamiento y monitoreo veterinario, siendo uno de los pilares del sistema preventivo de salud animal.

Diseño de Manga Ganadera y de Corral. La infraestructura ganadera debe estar orientada al manejo eficiente y seguro del ganado, minimizando el estrés y previniendo accidentes tanto para los animales como para el personal.

En este sentido, la manga ganadera es un componente clave: consiste en un pasillo alargado, de 70 a 80 cm de ancho y entre 10 y 15 metros de largo, con paredes sólidas y sin salientes, lo cual facilita tareas como el pesaje, vacunación e inspección veterinaria. Los diseños curvos o en ángulo son preferibles, ya que se adaptan al comportamiento natural del ganado, mejorando su desplazamiento.

Por su parte, el corral de manejo debe estar dividido en zonas funcionales que incluyan áreas de espera, zonas de clasificación, embarque y direccionamiento, así como espacios para procedimientos específicos. Estas divisiones permiten un flujo continuo y seguro del ganado, evitando hacinamiento o dificultades en el control. La zona de espera debe proporcionar entre 2 y

3 m² por animal, mientras que el área de manejo general requiere entre 1.5 y 2.5 m² por cabeza. Las puertas deben medir entre 3.5 y 4.2 metros de ancho, facilitando un paso fluido sin generar estrés.

Tipos de Diseño de corral: se destacan las estructuras cuadradas, que optimizan el espacio y permiten una distribución centralizada para facilitar el trabajo. Los diseños redondos, aunque más complejos en construcción, favorecen el flujo continuo y la supervisión desde un único punto. La elección del diseño dependerá de la topografía del terreno y de las necesidades específicas del productor.

Materiales del corral: Los materiales deben ser duraderos, seguros y adecuados al clima. Entre los más usados están: Madera, Económica y fácil de trabajar, pero requiere tratamiento contra humedad y plagas. Ideal para zonas rurales. Acero galvanizado: Muy resistente y duradero, perfecto para estructuras expuestas a la intemperie. Concreto: Ideal para suelos de manejo, por su firmeza, higiene y facilidad de limpieza. Materiales reciclados (ej. llantas): Pueden complementar la estructura, aportando sostenibilidad.

Dimensiones de Corral. El espacio debe ajustarse al número y tipo de animales, el sistema de producción y las condiciones del lugar. Dimensiones recomendadas: Manga: Ancho de 70–80 cm y largo de 10–15 m. Zona de espera: 2 a 3 m² por animal. Y bretes y básculas: 2.5 m de largo x 0.75–1 m de ancho. Por otra parte, las puertas deben tener entre 3.5 a 4.2 metros de ancho para permitir el paso cómodo del ganado sin causar estrés ni accidentes (Grandin, 2024). Se recomienda entre 1.5 y 2.5 m² por animal en corrales de manejo general. Por ejemplo, para 50 bovinos, se necesitarían entre 75 y 125 m² (Contexto Ganadero, 2025). Un corral muy pequeño genera hacinamiento, y uno demasiado grande complica el control. Por ello, es importante distribuir zonas específicas de manejo para guiar el ganado de manera eficiente.

Componentes. Para que la infraestructura optimice la funcionalidad y la seguridad tales como: bretes para inmovilización individual (dispositivo de inmovilización individual que funciona como un cepo o jaula), corredores de seguridad para la circulación del personal sin contacto con el ganado (Grandin, 2024)., burladeros para proteger a los operarios (Grandin, 2024), escalinatas de acceso en áreas elevadas (Contexto Ganadero, 2024)., y escaletas o marcadores visuales para guiar el movimiento del animal. Adicionalmente, el cabrestante puede ser útil para mover cargas pesadas, aunque su uso debe ser cuidadoso para no generar estrés (Engormix, 2008).

Áreas Funcionales según el proceso productivo. El diseño de corral debe considerar las necesidades de los procesos que se realicen en el predio, para ello se pueden definir las siguientes necesidades:

El embarque del ganado, requiere una rampa o embarcadero que facilite la carga y descarga hacia los vehículos de transporte, reduciendo aglomeraciones y accidentes. Igualmente, es vital contemplar un área de dirección y traslado, diseñada para evitar ángulos cerrados y propiciar caminos curvos que respeten la etología del bovino. El área de embudo, por su parte, concentra al ganado y lo canaliza hacia zonas específicas como la manga o el brete.

El hospedaje animal, destinado al descanso, recuperación y protección frente al clima, y un corral de encierre para mantener agrupados a los animales en procedimientos temporales, y si es necesario el corral de aparte para clasificar y separar animales según criterios de manejo, su conexión directa con mangas y otras zonas permite un flujo eficiente y seguro del ganado. La zonificación clara y estratégica del corral es esencial para separar zonas de procedimiento, confinamiento y tránsito, garantizando una operación fluida y segura.

Manejo de la leche, la infraestructura debe contemplar la sala de ordeño construida bajo criterios de inocuidad alimentaria establecidos por normativas nacionales como las del Invima (INVIMA, 2024). Este espacio debe incluir pisos antideslizantes, materiales desinfectables como el acero inoxidable, sistemas adecuados de drenaje y protocolos estrictos de bioseguridad.

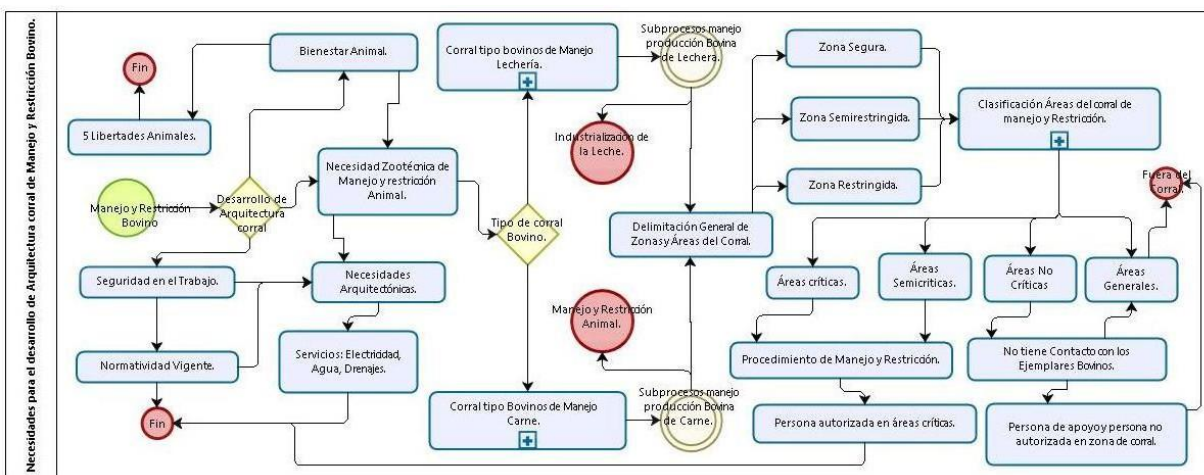
El ordeño puede realizarse de forma manual o mecánica. En el primero, es necesario aplicar una técnica cuidadosa que no comprometa la calidad del producto. En el segundo, el uso de equipos automatizados agiliza el proceso y mejora la eficiencia, siempre que se mantengan correctamente calibrados y limpios. En ambos casos para prevenir zoonosis, se deben aplicar protocolos estrictos de higiene y bioseguridad, como el lavado de manos y la limpieza de ubres. Además, el equipo de ordeño debe estar en buenas condiciones, y las vacas deben estar adaptadas al proceso, mostrando docilidad y siguiendo rutinas con facilidad, lo que reduce el estrés y mejora la eficiencia.

Finalmente, el acopio de la leche requiere un sistema de **almacenamiento** en cantinas y tanques refrigerados, que mantengan la cadena de frío y aseguren la inocuidad del producto hasta su transporte. Estos tanques deben cumplir con controles de calidad permanentes para evitar la proliferación de bacterias y garantizar un producto apto para el consumo humano.

Necesidades para el Desarrollo de Arquitectura corral de Manejo y Restricción bovino. Entendiendo que las necesidades del corral pueden variar acorde a los procesos productivos, el comportamiento del animal, las condiciones geográficas del predio y climáticas de la zona. A continuación, se presentan los esquemas que resumen las necesidades arquitectónicas en los corrales, acorde a las estructuras funcionales, la delimitación de zonas y de áreas restringidas.

Figura 2

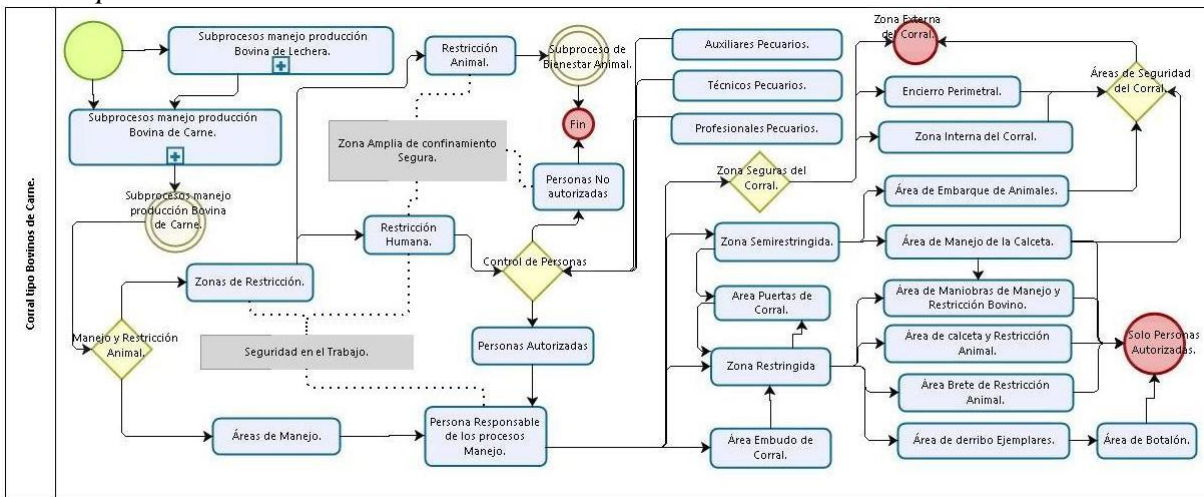
Arquitectura corral de Manejo y Restricción bovino.



Fuente. Farin Samir Gómez García, director del proyecto, 2025.

Figura 3

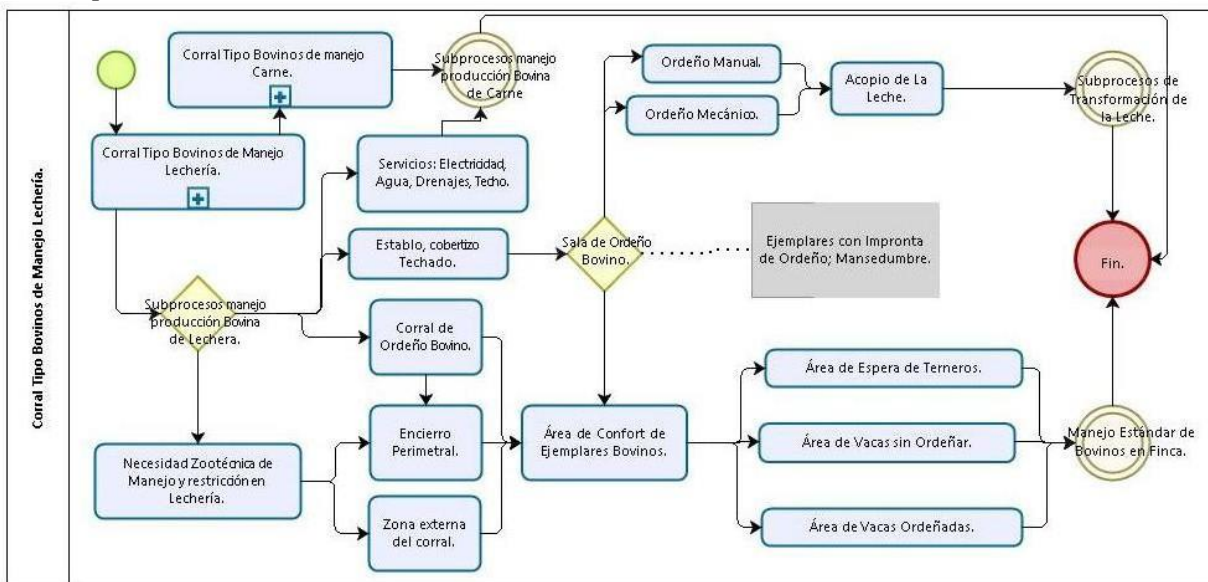
Corral tipo Bovinos de Carne



Fuente. Farin Samir Gómez García, director del proyecto, 2025.

Figura 4

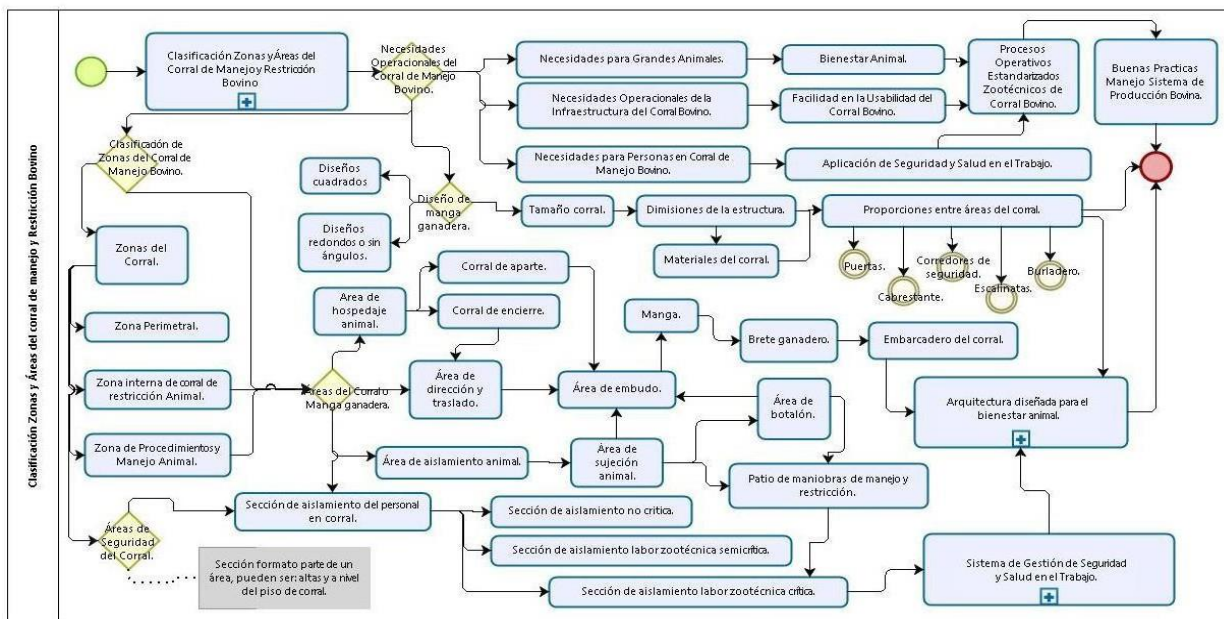
Corral tipo bovinos de Lechería



Fuente. Farin Samir Gómez García, director del proyecto, 2025.

Figura 5

Clasificación de Zonas del Corral de Manejo Bovino.



Roadmap diseñado por F. Samir G.

Fuente. Autoría propia .

Parámetros de bienestar animal

El bienestar animal es un eje central en el diseño y manejo de corrales tecnificados para bovinos. Este debe garantizarse mediante condiciones que promuevan la salud, el confort y el comportamiento natural de los animales. Las áreas funcionales previamente definidas (zona de descanso, alimentación, bebida, desplazamiento y manejo) deben responder a los siguientes parámetros clave.

Espacio y libertad de movimiento. Cada animal debe contar con suficiente área para moverse, echarse y levantarse sin interferencias, lo que reduce el estrés y evita lesiones. La zona de descanso y desplazamiento debe estar dimensionada para facilitar estos comportamientos naturales.

Acceso a agua y alimento. La zona de alimentación y bebida debe asegurar el acceso continuo a agua limpia y fresca, y una dieta adecuada a cada etapa productiva. Es fundamental evitar la competencia entre individuos, garantizando espacios suficientes para todos (Castañeda, 2016).

Superficie del suelo. Las superficies de tránsito y descanso deben ser antideslizantes, secas y de fácil limpieza. El uso de materiales que reduzcan la humedad y eviten caídas es esencial para la bioseguridad y el confort animal.

Reducción del estrés. Las zonas de manejo deben permitir la movilización en grupos pequeños, con movimientos suaves, barreras visuales y sin gritos ni golpes. Estas prácticas reducen el estrés, fortalecen el sistema inmune y mejoran el rendimiento productivo.

Condiciones sanitarias. La limpieza regular de todas las zonas, el control de parásitos y el manejo adecuado de desechos son fundamentales para prevenir enfermedades y mejorar la supervivencia y bienestar del hato (Castañeda, 2016).

Capacitación del personal. El equipo humano debe estar formado en manejo ético, técnicas de contención, reducción del estrés y reconocimiento temprano de signos de enfermedad. Una intervención oportuna mejora el pronóstico de salud y el bienestar general (Toro-Mujica, 2023).

Arquitectura diseñada para el bienestar animal. El diseño de corrales tecnificados debe priorizar la seguridad, comodidad y comportamiento natural de los bovinos. La infraestructura debe facilitar un movimiento fluido, prevenir lesiones y reducir estímulos estresantes mediante materiales resistentes y no abrasivos, pisos antideslizantes, accesos amplios y señalización adecuada (Grandin, 2024). Elementos como sombra, ventilación, drenaje eficiente y separaciones funcionales permiten cumplir con las Buenas Prácticas Ganaderas (BPG) y las exigencias del ICA y la FAO en cuanto a bienestar animal. Estas condiciones se articulan con las áreas específicas del corral:

Áreas de Confort para Ejemplares Bovinos. Espacios amplios, secos y limpios para descanso, que permiten al animal echarse y levantarse sin dificultad. Favorecen la salud, reducen enfermedades relacionadas con el estrés y estimulan interacciones sociales positivas.

Área de espera de terneros. Diseñada para reducir estímulos negativos en ejemplares jóvenes. Debe garantizar protección climática, piso seguro y manejo calmo por personal capacitado.

Áreas de vacas sin ordeñar. Contigua a la sala de ordeño, facilita el tránsito sin estrés ni riesgo de accidentes. Su limpieza y buen drenaje previenen infecciones, aportando a la inocuidad lechera.

Áreas de vacas ordeñadas. Espacio de recuperación postordeño, con acceso a agua y alimento, piso drenado y facilidades para promover la reintegración maternofilial, minimizando estrés por separación.

Área de aislamiento animal. Se emplea para ejemplares enfermos o en manejo especial. Debe contar con acceso independiente, confort térmico, ventilación, higiene rigurosa y uso de EPP por parte del personal, garantizando bioseguridad y manejo clínico eficaz.

Áreas de Manejo y restricción animal. Relacionadas en los anteriores parámetros pueden ser: Área de maniobras: Espacio funcional para procedimientos veterinarios o zootécnicos, con iluminación adecuada y acceso seguro. Calceta y brete: Estructuras de sujeción que permiten intervenir animales de forma segura y eficiente, reduciendo el estrés durante el manejo. Área de derribo y botalón: Destinadas a procedimientos complejos o revisión física sin comprometer la estabilidad del animal. Su uso requiere personal especializado y protocolos de bienestar. Embudo del corral: Canaliza animales hacia el brete en condiciones de bajo estrés gracias a un diseño progresivo y visualmente neutro. Puertas del corral: Su correcta ubicación mejora la circulación, previene lesiones y facilita la organización interna.

Finalmente, el encierro perimetral garantiza la contención, seguridad sanitaria y prevención de amenazas externas. Su resistencia estructural y ubicación estratégica favorecen los POEZ y la eficiencia operativa interna del sistema ganadero.

Bienestar Animal y Seguridad en la Producción Ganadera. El bienestar animal y la seguridad en el trabajo (SST) son esenciales para una producción ganadera eficiente y ética. Un manejo etológico adecuado reduce el estrés, mejora la salud del ganado y la calidad de los productos, disminuyendo el uso de medicamentos. Paralelamente, la capacitación del personal, el

uso de EPP y los protocolos de bioseguridad previenen riesgos laborales y la contaminación de animal.

La infraestructura debe permitir una circulación segura, con pasillos confinados, zonas de descanso fuera del área operativa y señalización de emergencias. Estas medidas reducen accidentes y garantizan una respuesta oportuna ante eventos críticos. Todo ello responde a lo establecido en la Ley 1774 de 2016, que promueve el respeto por la vida animal y la implementación de buenas prácticas ganaderas (Congreso de la República Colombiana, 2016).

Parámetros Zootécnicos para la Gestión y Manejo Animal

El manejo eficiente y ético del ganado destinado a producción cárnica requiere infraestructuras adecuadas que garanticen tanto la productividad como el bienestar animal. La arquitectura de los corrales constituye un componente esencial dentro del sistema zootécnico, ya que permite la ejecución de prácticas de restricción, alimentación, clasificación y control sanitario (González M., 2015).

Como se revisó en los anteriores parámetros para conseguir una correcta funcionalidad en los corrales una infraestructura bien diseñada optimiza el flujo de animales, reduce el estrés y previene lesiones. Los corrales deben estar equipados con: Pasillos amplios y sin ángulos agudos, que se adapten al comportamiento instintivo del ganado para favorecer un tránsito fluido. Sistemas de puertas y compuertas eficientes, que faciliten el manejo individual y grupal. Y Zonificación por categorías zootécnicas (edad, peso, condición sanitaria), para un manejo más técnico y especializado.

Así mismo, los parámetros zootécnicos contemplan los materiales y condiciones estructurales, en el entendido de que deben ser resistentes y seguros. Visto previamente, se recomiendan materiales duraderos y de fácil mantenimiento, suelos antideslizantes y con drenaje

eficiente, para prevenir enfermedades pódales, acumulación de lodo y condiciones insalubres, también cierres seguros, capaces de resistir la presión animal y minimizar el riesgo de escapes o accidentes. Para los parámetros zootécnicos los criterios estructurales significan el correcto manejo del animal, asegurando no solo su bienestar animal sino la efectividad del sistema productivo.

Tomando esto en cuenta el equipamiento integrado para mejorar la eficiencia operativa, los corrales deben integrar: Bebederos automáticos y comederos estratégicamente ubicados. Espacios para manejo sanitario y zootécnico regular como vacunaciones, pesajes o tratamientos. Y sistemas de confinamiento temporal, que faciliten las tareas rutinarias sin alterar el comportamiento natural del animal.

Gestión Ambiental y Bienestar Animal. La sostenibilidad en la producción bovina implica una gestión responsable del entorno. Esto incluye: Manejo adecuado de residuos, acceso a zonas sombreadas y agua fresca, infraestructura que reduzca el estrés y fomente conductas naturales. Teniendo en cuenta que los anteriores parámetros reúnen muchos de los requerimientos necesarios en este sentido, en cuanto a los requerimientos zootécnicos es importante tener en cuenta los subprocesos de cada modelo productivo, es decir a las actividades específicas que se deben tener en cuenta y su relación con los requerimientos arquitectónicos que ya se revisaron.

Subprocesos Comunes en la Producción Bovina.

Selección y Mejoramiento Genético. La selección de ejemplares debe basarse en características como: Tasa de crecimiento, conversión alimenticia, resistencia a enfermedades y temperamento.

Infraestructura y Servicios Básicos. Una instalación eficiente debe contar con: electricidad, agua, drenaje y techado, establos ventilados, espaciosos y con luz natural y cobertizos resistentes y funcionales como áreas de manejo, techo aislante, duradero, que considere la orientación solar y los vientos. Estos elementos incrementan la inocuidad, comodidad animal y eficiencia operativa.

Procesos Operativos Estandarizados Zootécnicos (POEZ). Los POEZ en corrales bovinos se enfocan en: Protocolos de manejo con bajo nivel de estrés, Flujo seguro de animales, Reducción de riesgos en la manipulación, Estos procedimientos estandarizados mejoran el rendimiento, bienestar animal y las condiciones de seguridad y salud en el trabajo (SST).

Buenas Prácticas de Manejo (BPM). Las BPM son esenciales en todo sistema de producción bovina y comprenden: Manejo ético y cuidadoso de los animales. Evitar el hacinamiento, manejo brusco y transporte inadecuado. Mantenimiento de instalaciones seguras, limpias y funcionales. Y un ambiente diseñado adecuadamente es clave para la productividad, la inocuidad y el bienestar tanto de animales como de operarios.

Parámetros de seguridad y salud en el trabajo

En Colombia, el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST), reglamentado por el Decreto 1072 de 2015, aplica a todos los trabajadores, incluyendo dependientes, independientes, cooperados y en misión. El SG-SST busca identificar y controlar los riesgos laborales, implementando medidas preventivas para garantizar entornos de trabajo seguros. En el ámbito ganadero, especialmente en el manejo de bovinos, este sistema debe adaptarse a riesgos específicos, como el trato con animales grandes, enfermedades zoonóticas, maquinaria pesada y otras labores relacionadas (Union de Mutas, 2023). Por lo que es indispensable establecer medidas orientadas a la prevención de lesiones,

el diseño seguro de las instalaciones, la capacitación constante del talento humano y la planificación ante emergencias. (Ministerio del Trabajo, 2015; Pérez, 2021).

Implementación del SG-SST en Corrales Ganaderos. La implementación del SG-SST en los corrales debe incluir:

Identificación de peligros y evaluación de riesgos: Evaluando factores como el comportamiento animal, el estado de las instalaciones, condiciones ergonómicas, uso de equipos de protección personal (EPP), y protocolos de bioseguridad.

Prevención de lesiones: Diseño seguro de instalaciones, capacitación constante del personal y planificación ante emergencias.

Diseño seguro del corral: Las instalaciones deben ser diseñadas para minimizar el esfuerzo físico, evitar riesgos como caídas o embestidas, y mejorar la eficiencia. Elementos como mangas, corrales de espera y sistemas automáticos deben facilitar el flujo de animales y personas, reduciendo el estrés del ganado.

Capacitación y uso de EPP. La capacitación continua es esencial para prevenir accidentes. El personal debe conocer técnicas seguras de manejo y restricción animal, el uso adecuado de herramientas y equipos, y protocolos de emergencia. Además, el uso de EPP (botas, guantes, cascos, chalecos, mascarillas) es obligatorio para protegerse de lesiones por contacto con animales o maquinaria.

Prevención de eventos adversos en el corral. Para gestionar los riesgos en el corral, se deben establecer protocolos operativos estandarizados (POEZ) que cubran todas las actividades críticas, como el manejo de animales, la limpieza de instalaciones y la aplicación de medicamentos. La señalización de áreas peligrosas y las rutas de evacuación son esenciales para una gestión segura del entorno.

Planes de emergencia y evacuación. Los corrales deben contar con planes de emergencia específicos para situaciones como lesiones graves, incendios o escapes de animales. Estos planes deben incluir rutas de evacuación claramente señalizadas y accesibles, zonas seguras y procedimientos para movilizar tanto al personal como a los animales durante una contingencia. Los simulacros periódicos garantizan la efectividad de estos planes.

Necesidades del personal en los corrales ganaderos. El bienestar del personal también es crucial. Además de la capacitación en manejo y seguridad, deben existir áreas de descanso adecuadas, servicios sanitarios y zonas de hidratación. La ergonomía es otro aspecto importante, reduciendo el esfuerzo físico y la exposición a posturas forzadas. La incorporación de tecnologías como compuertas hidráulicas o sistemas automatizados puede ayudar a reducir los riesgos y aumentar la eficiencia.

Responsables y funciones del personal en el manejo del corral. La correcta ejecución del SG-SST depende de la asignación clara de responsabilidades. Los roles clave dependerán del tamaño del sistema productivo y la disponibilidad de recursos del mismo, sin embargo, los principales son:

Profesionales Pecuarios: Pueden ser responsables de la administración técnica del corral, evaluando el desempeño zootécnico, capacitación del personal en SST y la productividad del corral. Sus funciones incluyen el diagnóstico y tratamiento de enfermedades, la planificación y supervisión de programas de reproducción y mejora genética. Estos profesionales deben estar presentes en áreas del corral, como instalaciones físicas del recinto del corral.

Técnicos pecuarios: Los técnicos pecuarios tienen una formación más específica y son responsables de tareas técnicas y supervisión de los auxiliares. Sus funciones incluyen la supervisión del bienestar animal, implementación de programas de nutrición, el manejo

reproductivo y la administración de tratamientos médicos veterinarios. Usan las áreas de tratamiento y en los corrales de manejo donde se realizan procedimientos de salud y reproducción. Además, deben supervisar las áreas de cuarentena para asegurarse de que los animales enfermos o recién llegados estén adecuadamente aislados y tratados.

Auxiliares pecuarios. Los auxiliares pecuarios son responsables de las tareas diarias y de apoyo en el manejo de los bovinos. Sus funciones incluyen la alimentación, limpieza y cuidado general de los animales, así como la asistencia en procedimientos básicos como el ordeño o la administración de medicamentos bajo supervisión profesional. Estos trabajadores deben estar presentes principalmente en las áreas de alimentación y corrales, donde se realiza el manejo de los animales. Su presencia constante en estas áreas es vital para asegurar un entorno limpio y seguro, tanto para los animales como para los operarios.

Mayoral de Corral: Responsable de coordinar y supervisar las labores diarias, asegurando el cumplimiento de las normas de SST y monitoreo accesos e identificar infracciones, así como, de los protocolos de emergencia. **Técnicos Pecuarios y Auxiliares Pecuarios:** Encargados del manejo y restricción animal, mantenimiento de instalaciones y monitoreo del bienestar animal.

Control De Acceso y Seguridad. El control de acceso es esencial para prevenir accidentes. Solo las personas con formación en manejo seguro de bovinos y SST deben ingresar a las áreas de riesgo. Para ello, se debe implementar un sistema de identificación visible y restringir el acceso a zonas críticas mediante barreras físicas y señalización. Además, se deben realizar sesiones periódicas de sensibilización sobre la importancia del cumplimiento de las normas de seguridad.

Personas no autorizadas. En un corral ganadero, las personas no autorizadas incluyen, principalmente, niños y aquellas personas que no tienen experiencia o conocimientos sobre las

labores que se realizan en este entorno. La presencia de estas personas representa un riesgo significativo tanto para ellas como para los animales y el personal capacitado. Las precauciones que deben tomarse para evitar la presencia de personas no autorizadas incluyen la colocación de señalización clara que restrinja el acceso a las áreas de trabajo, la instalación de cercas o barreras físicas, y la supervisión constante de los trabajadores

Protocolos de emergencia. Los protocolos de emergencia deben estar claramente establecidos, abarcando desde la evacuación de personas no autorizadas hasta el manejo de animales agresivos y la administración de primeros auxilios. Es fundamental contar con botiquines de primeros auxilios adecuados para personas y animales.

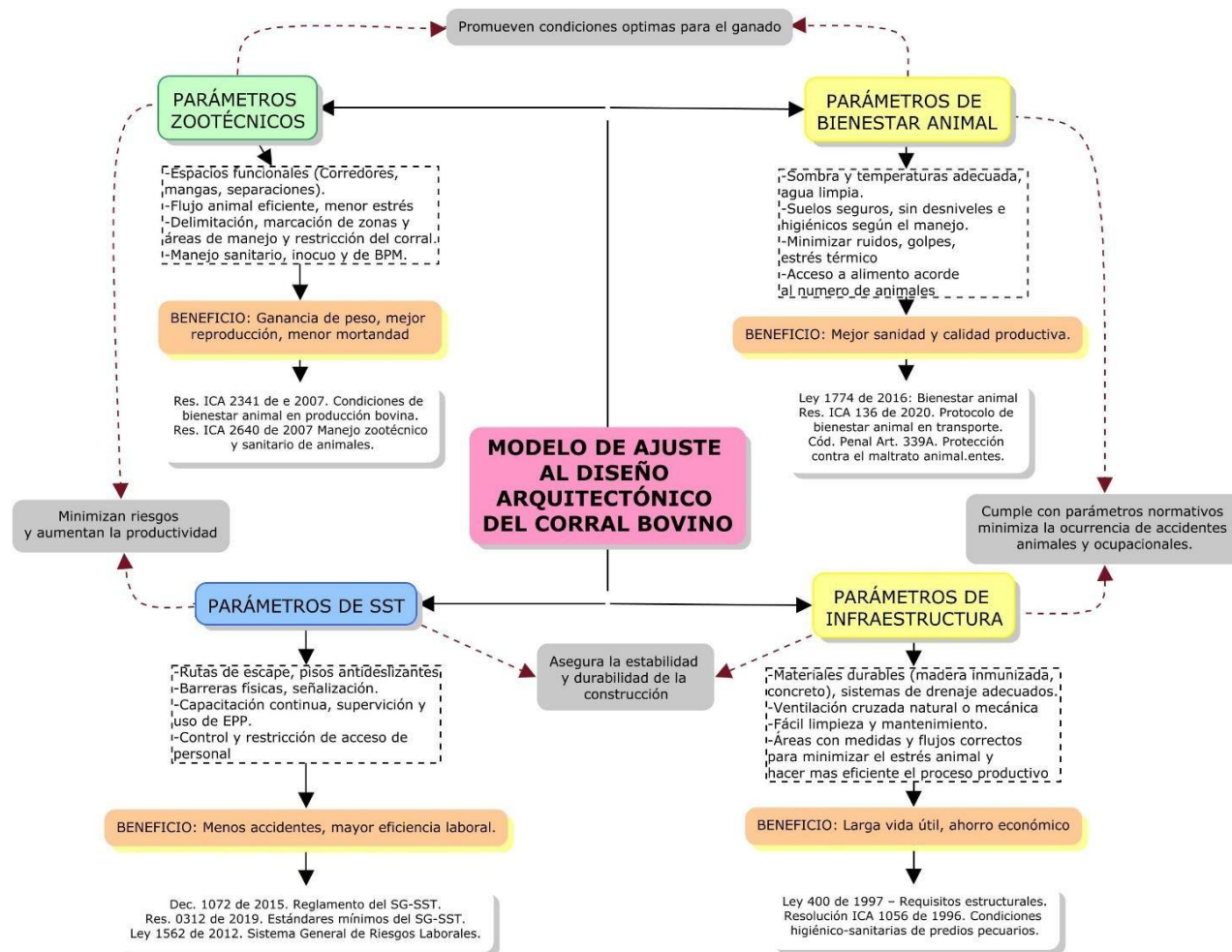
Mantenimiento. Para que el corral funcione correctamente, es fundamental el mantenimiento de las instalaciones. Es responsabilidad de los operadores garantizar que las instalaciones, las zonas, áreas y secciones de los corrales, se mantengan en buenas condiciones para la seguridad en general. Esto incluye el mantenimiento y las reparaciones regulares para prevenir problemas que puedan afectar el bienestar animal y SST.

En resumen, para garantizar la seguridad y salud en los corrales ganaderos, es necesario un enfoque integral que abarque desde el diseño adecuado de las instalaciones, la capacitación del personal, el uso de equipos de protección, hasta el establecimiento de protocolos de emergencia y el control estricto del acceso a las zonas de riesgo. La implementación efectiva del SG-SST es clave para proteger tanto a los trabajadores como a los animales, asegurando un ambiente laboral eficiente y seguro.

Fase 3. Ajuste del Modelo de enfoque arquitectónico de corrales bovinos

Figura 6

Esquema modelo de ajuste arquitectónico para corral ganadero



Fuente. Elaboración propia, 20025.

La formulación e implementación de un modelo de ajuste arquitectónico para el diseño de corrales bovinos, estructurado a partir de parámetros zootécnicos, de bienestar animal, seguridad en el trabajo (SST) y diseño infraestructural, constituye el eje central del presente proyecto. Este modelo representa una herramienta clave para la optimización integral del sistema productivo ganadero, bajo criterios de eficiencia, sostenibilidad y bienestar.

Desde el enfoque zootécnico, se prioriza la funcionalidad de los espacios (como corrales, mangas y áreas de manejo), lo que permite mejorar el flujo animal, reducir niveles de estrés y, en consecuencia, favorecer mayores tasas de ganancia de peso, reproducción y supervivencia. A su vez, los parámetros de bienestar animal se traducen en condiciones óptimas de confort térmico, higiene y seguridad, disminuyendo la incidencia de enfermedades y aumentando la calidad sanitaria y productiva de carne y leche.

En lo que respecta a la seguridad en el trabajo, el modelo arquitectónico incorpora elementos normativos y técnicos que garantizan rutas de escape seguras, pisos antideslizantes y barreras físicas protectoras, reduciendo el riesgo de accidentes y fortaleciendo un ambiente laboral eficiente y confiable. Por su parte, el diseño infraestructural contempla el uso de materiales durables, sistemas de drenaje, ventilación y distribución espacial adecuados a las condiciones locales, asegurando así la estabilidad, durabilidad y bajo costo de mantenimiento de las instalaciones.

En conjunto, este modelo arquitectónico propone una solución integral que responde tanto a exigencias normativas como a las necesidades prácticas del sector ganadero, promoviendo un sistema de producción más rentable, resiliente, tecnificado y comprometido con el bienestar animal, la seguridad laboral y la sostenibilidad ambiental.

Conclusiones

El presente proyecto evidenció la necesidad de rediseñar la infraestructura destinada al manejo de bovinos en zonas rurales como San Martín, Meta, donde predomina la construcción empírica de corrales sin criterios técnicos ni normativos. Esta situación compromete la eficiencia del sistema productivo, el bienestar animal y la seguridad laboral.

A partir del diagnóstico de campo y la revisión técnica especializada, se desarrolló un modelo arquitectónico fundamentado en parámetros zootécnicos, de bienestar animal, seguridad y salud en el trabajo (SST), e infraestructura, que articula funcionalidad, bioseguridad y sostenibilidad. El enfoque metodológico permitió establecer lineamientos de diseño acordes con la morfometría del ganado, las condiciones agroclimáticas de la región y la operatividad de los sistemas ganaderos locales.

El modelo propuesto define espacios funcionales diferenciados según el estado fisiológico y sanitario del animal, incorpora estrategias para el manejo seguro y eficiente del ganado, como: corredores de manejo, áreas de espera y zonas de contención— y garantiza condiciones óptimas de ventilación, drenaje y accesibilidad. Así mismo, integra principios de bienestar animal basados en la reducción del estrés, la facilitación del movimiento natural y el acceso continuo a recursos básicos, en concordancia con las cinco libertades y el marco normativo nacional.

En el ámbito de la SST, se contemplan rutas de evacuación, pisos seguros, barreras físicas, señalización, uso obligatorio de EPP y protocolos de capacitación, fortaleciendo la prevención de riesgos laborales. Esta perspectiva integral permite alinear el diseño arquitectónico con prácticas seguras, éticas y eficientes de producción ganadera.

Finalmente, el modelo se enmarca en las directrices de la Ley 576 de 2000 y el Plan Nacional de Desarrollo 2022–2026, además de contribuir a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente en lo relacionado con trabajo decente, producción responsable y salud animal. Su aplicabilidad en contextos rurales lo posiciona como una propuesta replicable que impulsa la transformación estructural y funcional de la ganadería nacional hacia estándares más técnicos, seguros y sostenibles.

Recomendaciones

El presente estudio resalta la importancia de considerar el corral ganadero como una unidad estratégica dentro del sistema productivo bovino, especialmente en regiones como los Llanos Orientales, donde la ganadería extensiva no solo es una actividad económica predominante, sino también una práctica profundamente arraigada en la cultura local. En este contexto, el diseño de la infraestructura no debe limitarse a criterios técnicos estandarizados, sino que debe adaptarse a las realidades económicas, culturales, ecológicas y sociales de los territorios ganaderos.

Como primera recomendación, se sugiere avanzar hacia un estudio aplicado que permita validar la propuesta arquitectónica mediante pruebas de campo. Este estudio deberá incorporar criterios estructurales específicos, incluyendo dimensiones funcionales de zonas y áreas, resistencia de materiales, facilidad de mantenimiento y condiciones de uso. Es fundamental realizar ensayos comparativos con distintos tipos de materiales disponibles en el entorno, considerando su comportamiento frente a las condiciones climáticas del trópico húmedo, su costo y accesibilidad para pequeños y medianos productores.

Asimismo, se propone ampliar el enfoque técnico del diseño mediante la inclusión de prácticas ancestrales y saberes tradicionales, particularmente los relacionados con el manejo bovino, la disposición del terreno y la organización del trabajo en comunidad. La articulación de estos conocimientos con principios arquitectónicos y zootécnicos contemporáneos puede generar soluciones más sostenibles, culturalmente pertinentes y apropiadas para el entorno llanero.

En futuros trabajos, será clave profundizar en la identificación de variables regionales como el tipo de raza predominante, las prácticas de manejo, la economía local, la tradición ganadera y las condiciones del suelo, factores que influyen directamente en el desempeño

funcional de la infraestructura. Es necesario desarrollar diseños flexibles que puedan ajustarse a la diversidad productiva del país, reconociendo que no existe un modelo único de corral, sino múltiples posibilidades adaptables a los sistemas de producción de carne y leche.

Finalmente, se recomienda que las propuestas arquitectónicas para infraestructura ganadera sean integradas a políticas públicas locales y programas de extensión rural, de modo que puedan ser escaladas con acompañamiento técnico y financiamiento, facilitando la adopción en fincas familiares y cooperativas ganaderas. Esto permitirá avanzar hacia una ganadería más competitiva, segura y respetuosa del entorno, en coherencia con los Objetivos de Desarrollo Sostenible y las metas del Plan Nacional de Desarrollo de Colombia.

Referencias Bibliografía

- AGRONET, & GOV. (2024, mayo 14). *Optimizando la productividad ganadera con un diseño inteligente de potreros*. <https://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/Optimizando-la-productividad-ganadera-con-un-dise%C3%B1o-inteligente-de-potreros.aspx>
- Aland, A. &. (2009). Sustainable animal production. *Wageningen Academic Publishers*.
<https://www.fao.org/4/u7600t/u7600T00.htm#Contents>
- Albright, J. L. (1997). The Behavior of Cattle. *CAB International*.
- Alonso Pesado, F., Buntinx Dios, S. E., Campos Montes, G. R., de Juan Guzman, L. F., Hernández Cerón, J., Loza Arvizu, C. V., & Monroy López, J. F. (2019). *Principios Generales de Zootecnia*. UNAM.
<https://fmvz.unam.mx/fmvz/principal/archivos/Zootecnia.pdf>
- AmBiotec Solutions. (2025, enero 28). La importancia del bienestar animal en la ganadería moderna y ética. *Ambiotec Solutions*. <https://www.ambiotecsolutions.com/la-importancia-del-bienestar-animal-en-la-ganaderia-moderna-y-etica/>
- API. (2025, febrero 18). *Sector ganadero colombiano destaca en 2024 con un crecimiento del 11,8% en carne y 13,2% en leche*. Agenciapi.co.
<https://www.agenciapi.co/noticia/regiones/sector-ganadero-destaca-en-2024-con-un-crecimiento-del-11-8-en-carne-y-13-2-en-leche>
- ASABE. (1990, abril). *Uniform Terminology for Livestock Production Facilities*.
<https://doi.org/10.13031/2013.37166>
- Asociación de Academias de la lengua Española. (2010a). *Arisco, arisca*. ASALE.
<https://www.asale.org/damer/arisco>

- Asociación de Academias de la lengua Española. (2010b). *Embretar, embretarse*. ASALE.
<https://www.asale.org/damer/embretar>
- Bickert, W. G. (2000). *Dairy Freestall Housing and Equipment*. NY: Northeast Regional Agricultural Engineering Service. NRAES-129
- Birkner, J. (1987). *MANGAS Y CORRALES PARA VACUNOS* (INTA Bariloche, Vol. 2, pp. 15-19). Centro Regional Patagonia. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/instalaciones/07-mangas_y_corrales_para_vacunos.pdf
- Brown-Brandl, T., Eigenberg, R. A., & Nienaber, J. (2006). Heat Stress Risk Factors of Feedlot Heifers. *Department of Animal Science: Faculty Publications*.
<https://digitalcommons.unl.edu/animalscifacpub/610>
- Callejo Ramos, A. (2001). *DISEÑO DE INSTALACIONES DE ORDEÑO*.
https://oa.upm.es/34365/1/INVE_MEM_2001_186644.pdf
- Castañeda, R. R. (2016). *Manual de buenas prácticas ganaderas en la producción de carne bovina*. (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)).
- Código de Ética para el ejercicio profesional de la medicina veterinaria, la medicina veterinaria y zootecnia., Pub. L. No. Ley 576, Artículo 51 (2000).
https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-105017_archivo_pdf.pdf
- Congreso de la República Colombiana. (2016). *Ley 1774 de 2016, por la cual se modifica el Código Civil y se crea el Estatuto Nacional de Protección de los Animales*. *Diario Oficial No. 49.786*.
- Contexto Ganadero. (2024, febrero 27). *Por qué fracasan los proyectos ganaderos y cómo evitarlo*. CONtexto Ganadero. <https://www.contextoganadero.com/ganaderia->

sostenible/por-que-fracasan-los-proyectos-ganaderos-y-como-evitarlo?utm_source=chatgpt.com

Contexto Ganadero. (2025, enero 22). *¿Cuál es el impacto del mantenimiento de infraestructura en los costos de producción ganadera?* CONtexto Ganadero.

https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/el-impacto-del-mantenimiento-de-infraestructura-en-los-costos-de-produccion-ganadera?utm_source=chatgpt.com

DANE. (2025, febrero 17). *DANE - PIB Información técnica*. Producto Interno Bruto (PIB) nacional trimestral. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-nacionales-trimestrales/pib-informacion-tecnica>

Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo, Pub. L. No. Decreto 1072 (2015).

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=72173>

Díaz Moreno, I. A. (2016). *Paisajes palmeros en los Llanos colombianos: Estado, nostalgia y trabajo en San Martín, Meta*. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/56425>

DNP. (2023). *Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026, Colombia, Potencia Mundial de la Vida*.

Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026. <https://www.dnp.gov.co:443/plan-nacional-desarrollo/pnd-2022-2026>

El Cuarto Mosquetero. (2025, marzo 28). *La disputa por la tierra sigue siendo un reto para la construcción de paz en San Martín, Meta*. El Cuarto Mosquetero.

<https://elcuartomosquetero.com/la-disputa-por-la-tierra-sigue-siendo-un-reto-para-la-construccion-de-paz-en-san-martin-meta/>

Engormix. (2008). *Animales por metro cuadrado*. <https://www.engormix.com>

FAO. (s. f.). *Ganadería sostenible | Portal de apoyo a las políticas y la gobernanza | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*.

- PolicySupport. Recuperado 8 de abril de 2025, de <https://www.fao.org/policy-support/policy-themes/sustainable-livestock/es>
- FEDEGAN. (s. f.). *Buenas Prácticas Ganaderas*. Recuperado 8 de abril de 2025, de https://www.fedegan.org.co/programas/buenas-practicas-ganaderas?utm_source=chatgpt.com
- FEDEGAN. (2018). *Manual de buenas prácticas ganaderas para la producción bovina sostenible*. Federación Colombiana de Ganaderos. <https://www.fedegan.org.co/publicaciones/manual-buenas-practicas-ganaderas>
- FEDEGAN. (2022, diciembre 16). *FEDEGÁN presenta la Hoja de Ruta para la ganadería en Colombia 2022-2026* [Federación Colombiana de Ganaderos]. <https://www.fedegan.org.co/noticias/fedegan-presenta-la-hoja-de-ruta-para-la-ganaderia-en-colombia-2022-2026>
- FEDEGAN. (2024, octubre 22). *Crecimiento del sector ganadero y agropecuario en Colombia en 2024*. TVGan. <https://tvgan.com.co/blogs/news/crecimiento-del-sector-ganadero-y-agropecuario-en-colombia-en-2024>
- FINAGRO. (s. f.). *Recomendaciones en diseño de corrales para el manejo de ganado | Finagro*. Recuperado 2 de abril de 2025, de <https://www.finagro.com.co/noticias/recomendaciones-diseno-corrales-manejo-ganado>
- Fraser, D. (2006). *El Bienestar Animal y la Intensificación de la Producción Animal—Una Interpretación Alternativa*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). <https://www.fao.org/sustainable-food-value-chains/library/detalles/es/c/278610/>
- García, M. (s. f.). *Manejo del estrés en vacas lechera*.
- Gardner, H. (1983). *Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences*. Basic Books.

González, M. (2015). *Principios de Zootecnia General*.

Grandin, T. (Ed.). (2020). *Improving Animal Welfare: A Practical Approach*.

Grandin, T. (2024). *Principios de diseño y manejo de corrales para ganado*.

<https://www.grandin.com>

Hernández Olarte, J. A. (2022). *Caracterización de procesos operativos estandarizados zootécnicos (POEZ) en Roedores del Bioterio, en el Bioparque los Ocarros*.

<http://repository.unad.edu.co/handle/10596/57956>

ICA. (2007). *Resolución 2341 de 2007 Por la cual se reglamentan las condiciones sanitarias y de inocuidad en la producción primaria de ganado bovino y bufalino destinado al sacrificio para consumo humano*. [Instituto Colombiano Agropecuario - ICA].

<https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/identifica/normas-identifica/resoluciones/ica/r2341>

ICA. (2015). Buenas prácticas ganaderas en predios de producción de carne y leche. *Instituto Colombiano Agropecuario*. <https://www.ica.gov.co/getattachment/35f0d70e-b2dd-4bfc-ac1f-ba169b5ccdca/Publicacion-5.aspx>

ICA. (2022, febrero 14). *Con el ICA y AGROSAVIA, avanza la ganadería en el Meta* | ICA - *Instituto Colombiano Agropecuario*. Portal Corporativo ICA.

<https://www.ica.gov.co/noticias/ica-agrosavia-trabajan-ganaderia-meta>

INVIMA. (2024). *Calidad e inocuidad de alimentos*.

<https://www.minsalud.gov.co/salud/Paginas/inocuidad-alimentos.aspx>

Lozano Espitia, I., & Restrepo, J. C. (2016). *El papel de la infraestructura rural en el desarrollo agrícola en Colombia*. <http://www.repository.fedesarrollo.org.co/handle/11445/3351>

LR. (2025, febrero 18). *Café, cultivos y ganadería, los principales jalonadores de la agricultura y el PIB en 2024* [Editorial La República SAS]. Diario La República.

<https://www.larepublica.co/economia/caf%C3%A9-cultivos-y-ganaderia-los-principales-jalonadores-de-la-agricultura-y-el-pib-en-2024-4065399>

Manual de condiciones de bienestar animal propias de cada una de las especies de producción del Sector Agropecuario para las especies Equinas, Porcinas, Ovinas y Caprinas., Pub. L. No. Resolución 136 (2020). <https://fedequinas.org/wp-content/uploads/2021/07/Res-136-de-2020-Bienestar-animal.pdf>

Martinez Correal, G. (2020). Colombian creole cattle Sanmartinero, its conservation and sustainable contribution to bovine production in the Colombian Orinoquia. *FAO*, 28(3-4), 69-86. <https://www.fao.org/family-farming/detail/es/c/1731097/>

Menoyo, P. (2024). *Etimología de Veterinaria*. Etimologías de Chile - Diccionario que explica el origen de las palabras. <https://etimologias.dechile.net/?veterinario>

Ministerio del Trabajo. (2015). *Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo—Ministerio del trabajo*. <https://www.mintrabajo.gov.co/relaciones-laborales/riesgos-laborales/sistema-de-gestion-de-seguridad-y-salud-en-el-trabajo>

MSD. (2023, marzo 29). *Instalaciones ganaderas bovinas: Tipos de sistemas de producción y problemas de salud a los que se enfrentan*. Universo de la Salud Animal. <https://www.universodelasaludanimal.com/ganaderia/instalaciones-ganaderas-bovinas-tipos-de-sistemas-de-produccion-y-problemas-de-salud-a-los-que-se-enfrentan/>

Naciones Unidas. (2020). *Objetivos de Desarrollo Sostenible* [Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible]. Desarrollo Sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>

- OIT. (2011). *Seguridad y salud en el trabajo en la agricultura*. Organización Internacional del Trabajo.
https://www.ilo.org/sites/default/files/wcmsp5/groups/public/@ed_protect/@protrav/@safework/documents/normativeinstrument/wcms_161137.pdf
- Pérez, L. (2021). *Gestión integral de la salud animal: Enfoques en bienestar y productividad*.
- Piccardo, H. (s. f.). *Prevención de riesgos en el manejo del ganado bovino de leche y de carne* [Asociación Chilena de Seguridad]. ACHS. Recuperado 8 de abril de 2025, de <https://www.achs.cl/empresas/fichas/detalle/trabajadores/prevencion-de-riesgos-en-el-manejo-del-ganado-bovino-de-leche-y-de-carne>
- Rogério. (2023, julio 31). Bienestar de las vacas lecheras: Cuidado de las instalaciones y del medio ambiente. *Certified Humane Latino | Bienestar animal*.
<https://certifiedhumanelatino.org/bienestar-de-las-vacas-lecheras-cuidado-de-las-instalaciones-y-del-medio-ambiente/>
- Romo Valdez, A., Pérez Linares, C., Ríos Rincón, F., Figueroa Saavedra, F., Barreras-Serrano, A., Castro Pérez, I., Romo Valdez, A., Pérez Linares, C., Ríos Rincón, F., Figueroa Saavedra, F., Barreras Serrano, A., & Castro Pérez, I. (2021). Importancia del espacio vital en la respuesta productiva y bienestar del ganado bovino productor de carne en confinamiento. *Abanico veterinario*, 11. <https://doi.org/10.21929/abavet2021.42>
- Sanchez Carlessi, H., Reyes Romero, C., & Mejía Sanchez, K. (2018). *Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística*. (1.^a ed.). Universidad Ricardo Palma.
- Sandoval, D., Triana Ángel, N., Ortíz, D., & Burkart, S. (2023). *Ganadería sostenible en Colombia: Diagnostico y desafíos de la implementación de los lineamientos de política para la ganadería bovina sostenible 2022-2050*. <https://hdl.handle.net/10568/134937>

- SIC. (2022, septiembre 1). *Ganadería 4.0 en Colombia, una apuesta Tecnológica | Sede Electronica*. <https://sedeelectronica.sic.gov.co/publicaciones/boletin-tecnologico/agroindustria-y-alimentos/ganaderia-40-en-colombia-una-apuesta-tecnologica>
- Tadich, N. (2011). Bienestar animal en bovinos lecheros. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 24(3), 293-300.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0120-06902011000300007&lng=en&nrm=iso&tlng=es
- Tafur Garzón, M. A., & Acosta Barbosa, J. M. (2006). *Bienestar animal: Nuevo reto para la ganadería*. ICA. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/14846>
- Tauromaquia de Castilla y León. (2024). *Glosario de términos taurinos* (Castilla y León) [Text]. Junta de Castilla y León. <https://tauromaquia.jcyl.es/web/es/informacion-interes/glosario-terminos-taurinos.html>
- Toro-Mujica, P. (2023). *Bienestar en bovinos: Principios y mejores prácticas*. Universo de la Salud Animal. <https://www.universodelasaludanimal.com/ganaderia/claves-para-el-bienestar-animal-en-el-ganado-bovino/>
- Union de Mutas. (2023). *Guía de Seguridad y Salud en el Sector Ganadero*. 17.
<https://portalseguridadysalud.uniondemutuas.es/app/uploads/2023/05/Guia-de-seguridad-y-salud-en-el-sector-ganadero-LI-255-ES2023-01.pdf>
- World Wildlife Fund. (2022, septiembre 13). *Ganadería sostenible en el Meta: Producir conservando*. <https://www.wwf.org.co/?378575/Ganaderia-sostenible-en-el-Meta-producir-conservando>

Yuni, J. A., & Urbano, C. A. (2006). *Técnicas para investigar y formular proyectos de investigación*. (2.^a ed., Vol. 1). Brujas. <https://ies6043-sal.inf.d.edu.ar/sitio/upload/YUNI-URBANO-2006-Tecnicas-para-investigar.pdf>

Glosario de terminología técnica.

Arisca: Referido a persona, asustada, miedosa. (Asociación de Academias de la lengua Española, 2010a).

BPM: Buenas Practicas de Manejo.

Broche: Puerta hecha en alambre de púa, cercando dos postes de sosten.

Cepos: Es igual a botalón, siendo un madero grueso donde se asegura el ejemplar bovino por los cuernos o cuello del animal para inmovilizar y restringir la fuerza y el brio del semoviente.

Coso: Definir. Es equivalente a corral; sitio o lugar cercado, donde se lidian los bovinos a darles manejo y restricción. Otra definición, lugar donde se realizan las labores zootécnicas; también es lugar donde se da albergue a los animales a lidiar en tareas zootécnicas (Tauromaquia de Castilla y León., 2024).

Corrales: Recintos que existen en las plazas de toros que se hallan comunicados entre sí por puertas, para facilitar el apartado de las reses (Tauromaquia de Castilla y León., 2024). Son las divisiones del corral de manejo y restricción para fines de este proyecto aplicado.

Embarcadero: Lugar que permite el embarque de los animales, para trasladarlos de un lugar a otro (Tauromaquia de Castilla y León., 2024).

Embretar: Encerrar un animal en el brete. (Asociación de Academias de la lengua Española, 2010b).

Empresa agropecuaria: En Colombia se define como finca o hacienda donde se realiza producción de material vegetal en grandes extensiones de tierra dividida en potreros, destinada para albergar ejemplares bovinos en pastoreo in situ.

Encargado: Lo mismo que mayoral en los llanos de Colombia.

Forrajear: Acción de un ejemplar, hacer un recorrido para buscar alimento y recolectarlo.

Grandes Animales: Son aquellos que en su edad adulta sobrepasan la talla y peso de un hombre adulto de talla normal, para este proyecto se entenderán como grandes animales aquellos que sobrepasan los 100 kilos.

Manga de Manejo: Pasillo estrecho en el que se introduce el ganado para facilitar la realización de tareas de saneamiento, curación, etc. Permite la entrada simultánea de varios animales (Tauromaquia de Castilla y León., 2024).

Mautes: Becerro al que no se le han puesto herraduras. (Asociación de Academias de la lengua española. 2010), ejemplar entre los 8 y 15 meses de edad.

Mayoral: Principal conocedor de los toros y encargado. Persona encargada del cuidado de los rebaños de ganadería brava. Tiene a sus órdenes a los vaqueros y mozos del campo. Representa al ganadero en su ausencia. Jefe principal de los pastores y el que cuida del gobierno de una cabaña de ganado (Tauromaquia de Castilla y León., 2024).

Novilla: Res vacuno hembra que no ha tenido ningún parto.

Novillo: Res vacuno macho de dos o tres años, que no está domado (Tauromaquia de Castilla y León., 2024).

Núcleo Ganadero: Predio o lugar geográfico donde está localizado un grupo de ejemplares bovinos mayor de 5 y menos 100 de animales.

Operadores de Corral: Personal autorizado de estar en zonas, áreas o secciones que conforman el recinto del corral.

POEZ: Los Procesos Operativos Estandarizados Zootécnicos; es la manera más eficaz (,) de llevar a cabo las prácticas realizadas en una producción de manera secuencial y correctamente

(,) va enfocado en (,) determinadas tareas operativas de rutina; de actividades considerando competencias laborales. Los POEZ describen distintas prácticas de una forma segura para los operantes y para los animales en la producción con el fin de no llegar a causar algún impacto negativo (,) Con una correcta interpretación de la competencia laboral (,) para poder evitar errores en los pasos a la hora de realizar la tarea determinada (,) se permite aprovechar el tiempo a la hora de realizar una competencia laboral (Hernández Olarte, 2022).

Potrero: Sección de terreno con material vegetal con capacidad de alimentar semovientes rumiantes, en especial bovinos, donde el ejemplar puede hacer forrajeo del material vegetal.

Puerta de Apriete: Puerta automatizadas con sensores para trabajar sin la intervención humana, perteneciente a la ganadería de precisión.

Puerta o Portera: Puerta que se coloca para separar los diferentes cercados de una misma finca en la que están separados los animales (Tauromaquia de Castilla y León., 2024).

RAB: Reproducción Avanzada Bovina.

Vacada: Conjunto o manada de ganado vacuno (Tauromaquia de Castilla y León., 2024).

Vareta: Palo usado para separar a los ejemplares bovinos en la maga de manejo.

Veterinaria: Para este trabajo se tomará su concepto; como su origen del latín, “*el que se ocupa del cuidado de los animales*” (Menoyo, 2024); en este caso se habla como el que hacer sobre los animales mas no con el perfil profesional de médico, sino con el quehacer diario del manejo de animales de carga o bestias de c