UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

TRABAJO DE TITULACIÓN COMO REQUISITO PREVIO PARA LA OBTENCION DEL TITULO DE MEDICINA VETERINARIA

EVALUACIÓN DE UN SISTEMA DE CRIANZA ARTIFICIAL EN TERNERAS.

AUTOR

CACERES PARRALES ISAAC LEONARDO

TUTOR

MACIAS CASTRO VERONICA

GUAYAQUIL, ECUADOR

2026

UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

CARRERA MEDICINA VETERINARIA

APROBACIÓN DEL TUTOR

El suscrito, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: **"EVALUACIÓN DE UN SISTEMA DE CRIANZA ARTIFICIAL EN TERNERAS",** realizado por **el** estudiante **CACERES PARRALES ISAAC LEONARDO**; con cédula de identidad N° **0955124482** de la carrera **MEDICINA VETERINARIA,** Unidad Académica **Guayaquil**, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos y legales exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

El estudiante presenta certificado de haber culminado exitosamente su trabajo de campo en la **hacienda "Pilar".**

Atentamente,

Firma del Tutor

Guayaquil, 6 de febrero del 2026

UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
CARRERA MEDICINA VETERINARIA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: **"EVALUACIÓN DE UN SISTEMA DE CRIANZA ARTIFICIAL EN TERNERAS"**, realizado por el estudiante **ISAAC LEONARDO CACERES PARRALES**, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

Dr. Fabrizio Arcos Alcivar, M.Sc.
PRESIDENTE

Mvz. Washington Yoong Kuffo, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Mvz. Carlos Amador Sacoto, Ph.D
EXAMINADOR PRINCIPAL

Mvz. Verónica Macías Castro, M.Sc.
EXAMINADOR SUPLENTE

Guayaquil, 16 de noviembre del 2026

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo de tesis a mis padres, tanto a mi madre como a mi padre, por su apoyo incondicional, su esfuerzo constante y por creer en mí durante toda mi formación universitaria. A mis abuelos paternos, que en paz descansen, quienes desde mi niñez despertaron en mí el amor y el interés por las actividades ganaderas, a través de la vida sencilla y el trabajo diario en su pequeña finca, experiencias que marcaron profundamente mi vocación. Asimismo, dedico este trabajo a Alexandra Ávila, por la motivación, el acompañamiento y el apoyo brindados a lo largo de este proceso académico.

AGRADECIMIENTO

Agradezco de manera especial al Dr. Nahin Jorgge, quien no solo fue un docente durante mi formación universitaria, sino también una guía fundamental en el ámbito de la ganadería, aportando conocimientos y experiencias que fortalecieron mi aprendizaje práctico y profesional.

Al Dr. César Calderón, quien ha contribuido significativamente a mi formación académica y profesional, desempeñándose como un gran mentor a lo largo de la carrera, brindando orientación, apoyo y motivación constante.

Al Dr. Fabrizio Arcos por transmitirme el amor, el respeto y la ética en el trato hacia los animales, enseñándome que el bienestar animal debe ser siempre una prioridad.

A la Dra. Verónica Macías y al Ing. David Rugel por su apoyo, orientación y acompañamiento constante durante todo el proceso de elaboración de esta investigación, así como por la disposición y el compromiso.

Autorización de Autoría Intelectual

Yo, **ISAAC LEONARDO CACERES PARRALES** en calidad de autor(a) del proyecto realizado, sobre **"EVALUACIÓN DE UN SISTEMA DE CRIANZA ARTIFICIAL EN TERNERAS"** para optar el título de **MEDICO VETERINARIO**, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación. Los derechos que como autor(a) me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Guayaquil, 6 de febrero del 2026

ISAAC LEONARDO CACERES PARRALES
C.I. 0955124482

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN 14
1.1. Antecedentes del problema 14
1.2. Planteamiento y formulación del problema 16
1.2.1. Planteamiento del problema 16
1.3. Justificación de la investigación 17
1.4. Delimitación de la investigación 17
1.5. Formulación del problema 18
1.6. Objetivo General 18
1.7. Objetivos Específicos 18
2. MARCO TEÓRICO 19
2.1. Estado del arte 19
2.2. Bases Científicas y teóricas de la temática 21
2.2.1. Sistema de crianza artificial 21
2.2.2. Tipos de crianza artificial 22
2.2.3. Raza Girolando en sistemas de crianza lechera bajo condiciones tropicales 23
2.2.4. Transferencia de inmunidad pasiva 24
2.2.5. Uso del calostro acidificado 25
2.2.6. Desarrollo de la glándula mamaria en terneras 26
2.2.7. Desarrollo ruminal y anatómico 27
2.2.8. Edad de destete 28
2.2.9. Escalas de evaluación de salud 30
2.2.10. Parámetros zootécnicos en terneras lactantes 31
2.2.11. Principales enfermedades en terneras 32
2.2.12. Mortalidad y morbilidad en terneras 33
2.2.13. Alimentación manual vs automatizada 34
2.2.14. Alojamiento en sistemas de crianza artificial 35
2.2.15. Bienestar animal en sistemas de crianza artificial 36
2.3. Marco Legal 37

2.3.1. Resolución de la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario **37**
2.3.2. Constitución de la República del Ecuador **38**
2.3.3. Directrices de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) **38**
3. MATERIALES Y MÉTODOS **39**
3.1. Enfoque de la investigación **39**
3.1.1. Tipo y alcance de la investigación **39**
3.1.2. Diseño de investigación **39**
3.2. Metodología **39**
3.2.1. Variables **39**
3.2.2. Matriz de operacionalización de variables **40**
3.2.3. Recolección de Datos **47**
3.2.4. Población y Muestra **50**
4. RESULTADOS **52**
4.1 Prácticas de manejo aplicadas en el sistema de crianza artificial en terneras. **52**
4.2 Tasa de crecimiento de las terneras bajo el sistema de crianza artificial. **54**
4.3 Relación entre el estado de salud y el comportamiento con el ambiente proporcionado. **62**
5. Discusión **67**
6. Conclusiones **71**
7. Recomendaciones **72**
Bibliografía **73**

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. *Resultados de la evaluación del manejo mediante escala de calificación en terneras bajo crianza artificial* 52
Tabla 2. *Peso corporal (kg) de las cuatro semanas del primer mes* 54
Tabla 3. *Peso corporal (kg) de las cuatro semanas del segundo mes* 55
Tabla 4. *Peso corporal (kg) de las cuatro semanas del tercer mes* 56
Tabla 5. *Altura de la cruz (cm) de las cuatro semanas del primer mes* 57
Tabla 6. *Altura de la cruz (cm) de las cuatro semanas del segundo mes* 57
Tabla 7. *Altura de la cruz (cm) de las cuatro semanas del tercer mes* 58
Tabla 8. *Promedios de Ganancia de Peso semanal (kg) e Incremento de Altura semanal (cm) según cruces* 59
Tabla 9. *Relación entre presencia de parásitos externos y la presencia de vectores en terneras* 62
Tabla 10. *Relación entre la limpieza del pelaje y la presencia de vectores en terneras* 63
Tabla 11. *Relación entre la presencia de parásitos externos y la higiene de corrales en terneras* 63
Tabla 12. *Relación entre la forma de movilidad e higiene de corrales en terneras* 64
Tabla 13. *Relación entre la distancia de evitación y animales por corral en terneras* 65
Tabla 14. *Relación entre comportamiento anormales y animales por corral en terneras* 66

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. *Evolución semanal del peso promedio (kg) según los cruces* 60
Figura 2. *Evolución semanal en altura promedio (cm) según los cruces* 60

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Hoja de registro para la valoración del manejo aplicado en el sistema de crianza artificial. 81
Anexo 2. Hoja de registro para receptar pesos y alturas de las terneras. 83
Anexo 3. Tablas de alturas y pesos recomendados para razas de terneras con biotipo lechero. 84
Anexo 4. Hoja de registro para la valoración del estado de salud de las terneras. 85
Anexo 5. Tabla para evaluar el comportamiento de las terneras. 86
Anexo 6. Ficha para la caracterización de los factores que componen el ambiente de las terneras. 88
Anexo 7. Terneras de un mes hasta los tres meses 89
Anexo 8. Terneras desde el nacimiento hasta el primer mes 89
Anexo 9. Tomando el porcentaje de humedad 89
Anexo 10. Midiendo el peso con cinta para biotipo lechero 89
Anexo 11. Ternera recién nacida con su mamá 90
Anexo 12. Toma de temperatura para evaluar el estado de salud 90
Anexo 13. Toma del peso a terneras recién nacidas con cinta para biotipo lechero 90

Resumen

En este estudio se evaluó un sistema de crianza artificial aplicado en terneras de propósito lechero, cuyo objetivo fue describir las prácticas de manejo, analizar la tasa de crecimiento, relacionar estado de salud y el comportamiento con el ambiente proporcionado. Está investigación fue desarrollada a partir de observaciones directas y toma de registros de indicadores productivos clínicos, ambientales y conductuales de las terneras pertenecientes al estudio. Los resultados mostraron que las prácticas de manejo evaluadas se mantuvieron de forma homogénea en aspectos como el suministro de calostro, frecuencia de alimentación, acceso al agua, higiene del equipo y condiciones generales de alojamiento. Por otro lado, en el crecimiento de las terneras se observó una evolución de forma progresiva en el peso (kg) y la alzada de cruz, con variaciones que podrían haberse atribuido principalmente a la presencia de distintos cruces raciales en la población evaluada. El análisis estadístico implementado mediante Chi cuadrado y test de Fisher evidenció relación estadísticamente significativa entre ciertos indicadores de salud y ambiente, lo que confirma la asociación de la influencia del entorno sobre el estado sanitario de las terneras. Sin embargo, otras variables conductuales y ambientales no mostraron relación estadística. De forma general, los resultados indican que el sistema de crianza artificial evaluado favorece un desarrollo adecuado de las terneras, no obstante, es necesario fortalecer el control ambiental y las medidas preventivas para optimizar el bienestar animal y reducir riesgos sanitarios.

Palabras clave: *crianza artificial, terneras, crecimiento, bienestar animal, manejo sanitario.*

Abstract

This study evaluated an artificial rearing system applied to dairy calves, with the aim of describing management practices, analyzing growth rates, and correlating health status and behavior with the environment provided. This research was based on direct observations and records of clinical, environmental, and behavioral production indicators of the calves included in the study. The results showed that the management practices evaluated were consistent in aspects such as colostrum supply, feeding frequency, access to water, equipment hygiene, and general housing conditions. On the other hand, calf growth showed a progressive evolution in weight (kg) and withers height, with variations that could have been attributed mainly to the presence of different breed crosses in the evaluated population. The statistical analysis implemented using the Chi-square and Fisher's tests showed a statistically significant relationship between certain health and environmental indicators, confirming the association between the influence of the environment and the health status of the calves. However, other behavioral and environmental variables showed no statistical relationship. In general, the results indicate that the artificial rearing system evaluated favors the adequate development of calves; however, it is necessary to fo

Keywords: artificial rearing, calves, growth, animal welfare, health management.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes del problema

El sistema de crianza artificial aplicado en terneras es una técnica comúnmente utilizada en la industria lechera, ya que resulta en una mejora de la producción al separar de forma temprana a las crías de sus madres, dicho método se caracteriza por alimentar a los animales con sustituto lácteo y concentrados formulados, lo que conlleva a monitorear así su desarrollo en un ambiente controlado, a pesar de ser una forma de manejo muy utilizada, diversos estudios plantean preocupaciones sobre el impacto que tiene este sistema de manejo sobre el bienestar y desarrollo de las terneras, a diferencia de las terneras de carne, las cuales se crían convencionalmente con sus madres en condiciones extensivas o semiextensivas. Esta amplia variedad de prácticas convencionales genera una gama igualmente variada de efectos sobre el bienestar de los terneros criados con fines agrícolas (Friend y Dellmeier, 1988).

Uno de los puntos críticos en este tipo de sistema es la transferencia de inmunidad pasiva, ya que los terneras al nacer dependen del calostro materno para adquirir anticuerpos y protección inmunológica en sus primeras semanas de vida. La calidad y cantidad de calostro que es suministrado a una ternera en sus primeras horas de vida es crucial para garantizar el éxito de toda su vida productiva , ya que asegura la sanidad del animal, la maduración y función neonatal del tracto intestinal, lo que influye directamente sobre los parámetros de mortalidad durante las diferentes etapas del desarrollo de las terneras (Nemocón et al., 2020). La falta de una transferencia de inmunidad eficiente puede elevar el riesgo de enfermedades, lo que afecta la tasa de supervivencia y la salud general de los animales en sus primeras etapas de vida.

Por otro lado, la separación temprana entre madre y cría puede limitar la expresión de comportamientos naturales y generar estrés en las terneras, lo cual ha sido vinculado a posibles problemas de desarrollo social y patrones de comportamiento anormales (Verdon, 2021). La imposibilidad de establecer vínculos

sociales en los primeros meses de vida puede verse reflejado en la capacidad de las terneras para interactuar con su entorno, lo que resulta en conductas indeseables que podrían afectar su integración futura en la producción lechera.

La percepción pública de los sistemas de crianza artificial ha generado un aumento en la demanda de prácticas de manejo que prioricen el bienestar animal, esto debido posiblemente a qué la sociedad muestra una creciente preocupación por las condiciones de vida y el manejo de los animales en la industria láctea, especialmente sobre la separación temprana y la individualización de las terneras (Sirovica et al., 2022). Por este motivo se destaca la necesidad de adaptar las prácticas de crianza a expectativas éticas y sociales, equilibrando la eficiencia productiva con el bienestar animal.

Los sistemas de crianza artificial también enfrentan desafíos relacionados con las condiciones de confinamiento, por ejemplo en estos sistemas, las terneras suelen ser alojadas en espacios limitados, lo que restringe su capacidad de moverse libremente y puede contribuir al estrés físico y emocional. Según Friend y Dellmeier (1988), Dichos factores de confinamiento afectan al bienestar de las terneras y pueden repercutir al su desarrollo físico, ya que se reduce la oportunidad de realizar ejercicio y actividad física, lo que resulta esencial para un crecimiento saludable

Sobre el tema de impacto en el crecimiento, tenemos que la alimentación artificial presenta varios desafíos, por lo que a pesar de los esfuerzos por ofrecer dietas balanceadas que lleguen a cumplir los requisitos nutricionales de las terneras, el cambio en la calidad de la leche materna y la fórmula que se utiliza en la crianza artificial influye en el ritmo de crecimiento y ganancia de peso, hay que destacar que este tipo de dieta requiere intervención humana, lo que puede incrementar la complejidad del procedimiento, y demanda una supervisión continua para poder asegurar que los terneros reciban la cantidad y calidad de nutrientes esenciales que requieren para su óptimo crecimiento (Nemocón et al., 2020).

El siguiente estudio se realizó debido a la necesidad de comprender y así mejorar los sistemas de crianza artificial de terneras, los cuales resultan fundamentales en la industria lechera actual, ya que equilibran la productividad con

altos estándares de bienestar animal, esto debido a que la práctica de la separación temprana entre la madre y la cría, que caracteriza a estos tipos de sistema ha suscitado controversia por sus posibles efectos negativos en el desarrollo físico y psicológico de los animales, puesto que limita la transmisión natural de inmunidad y la expresión de comportamientos sociales.

1.2. Planteamiento y formulación del problema

1.2.1. Planteamiento del problema

En la actualidad, la crianza artificial de terneras en explotaciones lecheras es un tema de creciente interés a causa de los retos en Bienestar Animal y rendimiento productivo. En este sistema los terneros se separan de sus madres poco después del nacimiento y son alimentados con fórmulas lácteas y balanceados según protocolos para garantizar su crecimiento. Sin embargo, este método, tanto en sistemas individuales como colectivos, ha causado preocupaciones sobre el confinamiento, el estrés por la separación materna y la falta de comportamientos naturales, afectando la salud física y psicológica de los animales. La literatura también señala sobre los riesgos como la limitada transferencia inmunológica y efectos negativos en la socialización, lo que sugiere que los métodos actuales pueden no cubrir completamente las necesidades básicas de los terneros.

Este contexto problemático se intensifica por la creciente preocupación social sobre las prácticas en la industria lechera, en especial la separación temprana de terneros, percibida como una práctica que compromete el Bienestar Animal y la aceptación pública de la industria. Es necesario replantear estos sistemas para equilibrar eficiencia productiva y salud integral de los terneros, abordando aspectos como el estrés, la susceptibilidad a enfermedades y el impacto de la infraestructura en su bienestar., lo que nos indica la necesidad de investigar enfoques de crianza que mitiguen estos desafíos, favoreciendo el bienestar animal y cumpliendo con las expectativas productivas y éticas del sector lechero.

1.3. Justificación de la investigación

La investigación sobre los sistemas de crianza artificial de terneras es esencial para comprender y mejorar las prácticas actuales en la industria lechera, donde la productividad debe equilibrarse con el bienestar animal, no obstante la separación temprana de la madre y la cría, una característica central de estos sistemas ha generado controversia por su impacto potencial en el desarrollo y la salud de las terneras (Sirovica et al., 2022).

Estudios previos han señalado que la crianza artificial, aunque permite una mayor supervisión y control en la alimentación, limita aspectos esenciales como la transmisión natural de inmunidad y la expresión de comportamientos sociales, lo que puede afectar negativamente el bienestar animal (Verdon, 2021). Esta investigación se justifica en la necesidad de documentar y describir el funcionamiento actual de un sistema de crianza artificial de terneras, con el propósito de generar información objetiva sobre sus prácticas, de manera que esta recopilación de datos permita contar con una base descriptiva que contribuya al conocimiento sobre este tipo de manejo en ambientes productivos reales.

Desde un punto de vista teórico-científico, los resultados de este estudio podrían llegar a contribuir al avance del conocimiento en el área de bienestar animal, especialmente en la optimización de prácticas de crianza para mejorar el desarrollo físico y psicológico de las terneras. La crianza artificial, al depender de intervenciones humanas para garantizar la salud y el crecimiento de los animales, requiere de un entendimiento profundo de los efectos a largo plazo en la salud y bienestar de las crías (Beaver et al., 2019). Por lo tanto, esta investigación tiene relevancia al aportar información descriptiva sobre las prácticas de crianza artificial de terneras en un contexto productivo real, contribuyendo al conocimiento técnico y científico sin buscar incidir directamente en el manejo o proponer cambios.

1.4. Delimitación de la investigación

La investigación se desarrolló en una unidad de producción lechera que implementa sistemas de crianza artificial de terneras. El estudio se llevó a cabo durante un período de doce semanas. La población de estudio estuvo conformada

por las terneras desde el nacimiento hasta el destete, las cuales fueron observadas directamente. Además, se hicieron encuestas al personal encargado del manejo con el propósito de describir las prácticas actuales aplicadas en el sistema de crianza artificial.

1.5. Formulación del problema

¿Cómo impacta el sistema de crianza artificial implementado en la Hacienda Pilar en el bienestar y desarrollo físico de las terneras durante su etapa de crecimiento temprano?

Objetivos

1.6. Objetivo General

Evaluar el sistema de crianza artificial de las terneras implementado en la hacienda Pilar.

1.7. Objetivos Específicos

- Describir las prácticas de manejo aplicados en el sistema de crianza artificial en terneras.
- Analizar la tasa de crecimiento de las terneras bajo el sistema de crianza artificial.
- Relacionar el estado de salud y comportamiento con el ambiente proporcionado.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Estado del arte

En los últimos años, la crianza artificial de terneras ha cobrado un creciente interés en el ámbito de la producción lechera y ganadera, debido al impacto que genera en la eficiencia del sistema y en el bienestar animal, este es un proceso, el cual consiste en un manejo controlado desde el nacimiento al destete, el cual permite una mejor supervisión del desarrollo de los animales y plantea desafío fundamentales, como la transferencia de inmunidad pasiva, la cual es un factor clave para la supervivencia y la salud de neonato en las primeras semanas de vida (Abuelo et al., 2019). Además, el bienestar animal, la eficiencia en la alimentación y el desarrollo funcional del sistema digestivo son áreas críticas en las que investigaciones han aportado avances significativos. Estos elementos son especialmente relevantes en regiones tropicales, donde las condiciones climáticas demandan estrategias adaptables.

En sistemas intensivos, el manejo del ternero se realiza en instalaciones cerradas, con alimentación controlada y ambientes higiénicamente monitoreados, permitiendo un mayor control sanitario (McAllister et al., 2020). Las prácticas recomendadas en estos sistemas incluyen unidades individuales al inicio de vida, seguidas por una transición a corrales grupales, lo cual ha sido asociado con una menor incidencia de enfermedades y una mejor supervisión del estado general.

La infraestructura juega un papel importante dentro del sistema de crianza artificial, ya que influye en las condiciones sanitarias, el confort y el desarrollo físico de las terneras. Esta debe considerar dimensiones adecuadas para el alojamiento, buena ventilación, superficies secas y limpias, así como protección contra condiciones climáticas extremas, debido que una infraestructura deficiente incrementa el riesgo de enfermedades respiratorias y digestivas, además de reducir la ganancia de peso diaria (Macêdo et al., 2019). En este contexto, la evaluación del entorno físico, los protocolos de alimentación, las prácticas sanitarias y el monitoreo del crecimiento resulta fundamental para valorar el funcionamiento del sistema de crianza artificial en terneras.

La alimentación con calostro de buena calidad en las primeras horas de vida es fundamental para garantizar una transferencia eficaz de inmunidad pasiva, como lo señalan estudios recientes, estos recomiendan suministrar al menos 10 % del peso vivo en calostro dentro de las primeras seis horas postparto, posteriormente, el suministro de leche entera o lacto-reemplazantes debe adaptarse al ritmo digestivo del neonato, garantizando su adecuado crecimiento y reduciendo el riesgo de enfermedades (Sinnott et al., 2021).

Diversos estudios han evaluado el impacto de la fuente de alimentación líquida en el desempeño de los terneros, destacando que aquellos alimentados con leche entera presentan mejores tasas de ganancia de peso y mayor eficiencia alimenticia en comparación con los que reciben lacto-reemplazantes. En este contexto, Nemocón et al. (2020) señalan que una alimentación estratégica durante las primeras semanas de vida influye significativamente en el desarrollo a largo plazo, ya que contribuye a reducir la incidencia de enfermedades y a mejorar el crecimiento.

En cuanto al manejo sanitario, estudios recientes han identificado como principales enfermedades de las terneras las infecciones entéricas, respiratorias y septicémicas. Las enfermedades respiratorias constituyen una de las principales causas de morbilidad y mortalidad en terneras jóvenes, especialmente en sistemas intensivos. Estas enfermedades pueden estar asociadas a condiciones deficientes de ventilación, alta densidad animal, cambios bruscos de temperatura y fallas en la inmunidad pasiva (Sun et al., 2021).

Por otro lado, las diarreas neonatales, frecuentemente causadas por patógenos como E. coli, Cryptosporidium y coronavirus bovino, representan un importante desafío sanitario. Según Majeed y Alazemi. (2023), estas enfermedades están fuertemente ligadas a prácticas deficientes de higiene, calidad del calostro y deficiente manejo en la alimentación. La adecuada limpieza de utensilios, instalaciones y la correcta desinfección del ombligo en las primeras horas son estrategias preventivas recomendadas.

La identificación temprana de enfermedades se ha facilitado mediante protocolos estandarizados como los propuestos por Sun et al. (2021), que

incorporan escalas visuales para evaluar secreciones nasales, presencia de tos, condición del pelaje y estado general del ternero. Estas herramientas permiten realizar evaluaciones objetivas del estado de salud y aplicar medidas correctivas de manera oportuna.

Por último, la evaluación de parámetros ambientales, como la temperatura, humedad, luminosidad y calidad del aire, también es esencial para prevenir enfermedades en climas tropicales. Brown et al. (2021) concluyeron que la implementación de sombra, ventilación cruzada y superficies drenantes en instalaciones ganaderas mejora significativamente el bienestar animal y disminuye los riesgos sanitarios. Así, un adecuado manejo ambiental es indispensable para el éxito de cualquier sistema de crianza artificial.

Los estudios señalan que las terneras criadas en aislamiento suelen experimentar un aumento en el estrés, lo que puede manifestarse en comportamientos anormales y una menor capacidad de adaptación a cambios en el entorno. Este aislamiento también puede limitar su desarrollo social, un aspecto fundamental para su integración en el sistema productivo posterior. Por otro lado, investigaciones como las de Pared et al. (2020) destacan que las condiciones del alojamiento y el manejo del ambiente influyen directamente en el consumo de alimentos sólidos y en la transición a una dieta rumiante. Estos hallazgos sugieren que un entorno social favorable podría potenciar estos beneficios, mejorando la ingesta y el desarrollo del sistema digestivo.

2.2. Bases Científicas y teóricas de la temática

2.2.1. Sistema de crianza artificial

La crianza artificial de terneras lecheras es una práctica ampliamente adoptada en sistemas intensivos de producción, que consiste en separar a la cría de su madre al poco tiempo del parto para alimentarla y manejarla bajo condiciones controladas por el ser humano. Esta estrategia tiene como finalidad optimizar el crecimiento, reducir el riesgo de transmisión de enfermedades, facilitar la vigilancia sanitaria y mejorar la eficiencia reproductiva de la vaca.

Según Beaver et al. (2019), la separación temprana madre-cría es una práctica controversial, pero común en la industria lechera, fundamentada en criterios sanitarios y económicos, ya que permite recolectar más leche para comercialización y reducir la exposición del ternero a patógenos ambientales o fecales, pero también puede afectar el comportamiento natural del animal si no se compensa con un ambiente enriquecido y un manejo adecuado. Este sistema implica proporcionar calostro de forma controlada en las primeras horas de vida y, posteriormente, alimentar al animal con leche entera o sustitutos lácteos, junto con concentrados iniciadores para estimular el desarrollo ruminal. Pared et al. (2020) demostraron que las estrategias de alimentación y el tipo de sustituto utilizado influyen significativamente en la ganancia de peso, el tiempo de adaptación al destete y el estado general del ternero.

Además, Roth et al. (2009) compararon la crianza artificial con la crianza materna y concluyeron que, aunque ambas pueden lograr buenos resultados productivos, la crianza artificial permite mayor control de los parámetros zootécnicos, sanitarios y nutricionales, lo que facilita la estandarización y el monitoreo técnico del proceso.

Este sistema se desarrolla principalmente en boxes individuales o en grupos pequeños, con alimentación manual o automatizada, dependiendo del tamaño y tecnificación de la explotación. Probo y Veronesi (2022) señalan que su éxito depende de un diseño adecuado de protocolos de manejo, alimentación, monitoreo clínico y alojamiento, enfocados en la prevención y bienestar animal.

2.2.2. Tipos de crianza artificial

La crianza artificial de terneras es una estrategia ampliamente utilizada en la producción lechera intensiva, especialmente en sistemas donde se busca mejorar el manejo sanitario, facilitar la alimentación controlada y monitorear de cerca el desarrollo de los animales, aunque diferentes modalidades dentro de este sistema, siendo las más comunes la crianza individual, en pares o en grupos pequeños, cada una presenta ventajas y desventajas que deben ser consideradas según los objetivos del establecimiento.

Por ejemplo, la crianza individual consiste en alojar a cada ternera en un compartimento separado (jaulas o boxes), lo cual permite una observación más precisa del consumo de alimento, la presencia de signos clínicos tempranos y la prevención de la transmisión de enfermedades. Sin embargo, este tipo de crianza puede afectar negativamente el comportamiento social, la capacidad de afrontamiento ante estímulos nuevos y el bienestar emocional, debido a la privación de contacto social. En contraposición, la crianza grupal o en pares permite la interacción social desde los primeros días de vida, lo que mejora el desarrollo comportamental y la competencia alimenticia, además de favorecer una transición más sencilla al destete. Roth et al. (2009) observaron que las terneras criadas en grupo presentan comportamientos de succión más naturales y mejores tasas de ganancia de peso, siempre que se mantenga un manejo adecuado de la higiene y la alimentación.

La decisión sobre el tipo de crianza depende de múltiples factores, como la infraestructura disponible, la experiencia del personal, los protocolos sanitarios establecidos y los objetivos productivos. Como lo señala el estudio de Barry et al. (2019), evaluar cada modalidad bajo un enfoque de bienestar animal permite tomar decisiones informadas y sostenibles, integrando dimensiones como la salud, la conducta y el confort. Además, las políticas de bioseguridad juegan un rol clave en la crianza artificial grupal. Aunque ofrece beneficios sociales y comportamentales, esta modalidad puede incrementar la transmisión de agentes patógenos si no se implementan prácticas rigurosas de desinfección, ventilación, densidad adecuada y manejo del alimento y agua.

2.2.3. Raza Girolando en sistemas de crianza lechera bajo condiciones tropicales

La raza Girolando es el resultado del cruzamiento entre bovinos Holstein (*Bos taurus*) y Gyr (*Bos indicus*), creada con el objetivo de combinar la alta producción láctea del Holstein con la resistencia, rusticidad y adaptabilidad al trópico del Gyr. Este biotipo ha demostrado ser eficiente en sistemas de producción lechera bajo condiciones ambientales adversas, como altas temperaturas, humedad elevada y exposición a enfermedades propias del trópico (Paes, 2023).

Dentro de las características más destacadas de esta raza se encuentra su capacidad de mantener una buena producción de leche incluso en condiciones de estrés térmico, estas vacas Girolando son conocidas por presentar una mayor eficiencia alimenticia, buena fertilidad, menor incidencia de mastitis y longevidad productiva, lo que las convierte en una alternativa sostenible para sistemas lecheros tropicales (Bravo, 2024).

En etapas tempranas, los animales de esta raza también han mostrado un desempeño adecuado en sistemas de crianza artificial, con una evolución progresiva en su desarrollo corporal, adaptabilidad al manejo intensivo y baja incidencia de enfermedades neonatales, dicha adaptabilidad favorece su implementación en programas de reemplazo, en los cuales se prioriza el crecimiento saludable y el bienestar animal desde el nacimiento hasta el destete.

2.2.4. Transferencia de inmunidad pasiva

La transferencia de inmunidad pasiva a través del calostro es un proceso fundamental en la crianza de terneros, según la teoría del desarrollo inmunológico temprano, los bovinos neonatos no reciben anticuerpos durante la gestación debido a la estructura de la placenta sindesmocorial, por lo que dependen exclusivamente del consumo de calostro en sus primeras horas de vida para adquirir inmunoglobulinas, principalmente IgG, esta inmunidad es esencial para protegerlos de enfermedades infecciosas en la etapa neonatal (Uyama et al., 2022).

Una adecuada transferencia de inmunidad pasiva se basa en tres factores clave conocidos como las "3Q": cantidad, calidad y rapidez; con respecto a la cantidad, se recomienda que el ternero reciba al menos el 10 % de su peso vivo en calostro dentro de las primeras 6 horas de vida, respecto a la calidad, el calostro debe tener una concentración mayor a 50 g/L de IgG, o más del 22 % en lectura Brix, lo cual se puede evaluar mediante un refractómetro, finalmente, la rapidez es crucial, ya que la capacidad de absorción intestinal de las inmunoglobulinas disminuye con el paso de las horas y se cierra casi por completo después de las 24 horas (Uyama et al., 2022).

Una transferencia deficiente de inmunidad pasiva, conocida como FTPI (Failure of Transfer of Passive Immunity), incrementa considerablemente la susceptibilidad del ternero a enfermedades como la diarrea neonatal y la neumonía, siendo responsable de una elevada tasa de morbilidad y mortalidad en la etapa pre-destete. Además, estudios han demostrado que los animales que no reciben una adecuada inmunidad pasiva presentan menores tasas de crecimiento, peor eficiencia alimenticia y menor productividad a largo plazo (Uyama et al., 2022).

En sistemas de crianza artificial, donde el contacto directo con la madre se omite, es aún más importante implementar protocolos estrictos para el manejo del calostro, como la recolección higiénica, el almacenamiento adecuado y la administración rápida las cuales son esenciales, también se puede recurrir al uso de calostro pasteurizado, congelado o incluso de suplementos comerciales de IgG en caso de no contar con calostro de buena calidad.

Por lo tanto, garantizar una correcta transferencia de inmunidad pasiva no solo es un pilar de la salud neonatal, sino que también determina el éxito general del sistema de crianza artificial en cuanto a bienestar animal y rendimiento productivo.

2.2.5. Uso del calostro acidificado

El uso de calostro acidificado representa una estrategia innovadora y eficiente para mejorar la disponibilidad de inmunoglobulinas durante el período de crianza artificial, especialmente en explotaciones con alta concentración de partos o donde no se puede administrar calostro fresco de inmediato.

Smith et al. (2022) demostraron que la acidificación del calostro con ácido fórmico hasta un pH de 4,0–4,5 reduce significativamente la carga bacteriana, incluyendo coliformes, sin afectar de manera negativa la concentración de inmunoglobulina G (IgG) ni su capacidad de neutralizar patógenos virales y bacterianos. Este método permite conservar el calostro sin refrigeración inmediata, manteniendo su calidad inmunológica y ofreciendo una alternativa práctica y económica para mejorar la higiene en la alimentación de terneros recién nacidos.

Esta práctica, además de facilitar el almacenamiento, también permite reutilizar el calostro excedente de vacas de alta producción, minimizando pérdidas y mejorando la eficiencia del sistema. Según Uyama et al. (2022), aunque no todos los estudios han evaluado directamente la efectividad del calostro acidificado en el campo, varios autores coinciden en que esta técnica puede formar parte de un programa integral de calostrado si se garantiza la calidad microbiológica y el monitoreo adecuado del pH y temperatura. Si bien el uso de calostro acidificado no está aun completamente estandarizado en todas las regiones, su inclusión en el diseño del sistema de crianza artificial podría ser una alternativa viable para garantizar la transferencia de inmunidad pasiva en condiciones donde el acceso a calostro fresco es limitado o irregular.

2.2.6. Desarrollo de la glándula mamaria en terneras

El desarrollo de la glándula mamaria en terneras es un proceso clave que comienza en etapas embrionarias y continúa durante la vida prepuberal, dónde, durante la etapa prepuberal, especialmente entre los 6 y 9 meses, la glándula mamaria de las terneras experimenta una fase crítica de crecimiento alvéolo-ductal, caracterizada por la ausencia de estimulación hormonal, esto permite una expansión eficiente del tejido epitelial, siempre que no se vea limitado por acumulación de grasa excesiva debido a sobrealimentación, de modo que un manejo nutricional adecuado es crucial en esta fase para asegurar el desarrollo funcional de los alvéolos (Vang et al., 2024).

La composición corporal de las terneras influye directamente en el desarrollo de la glándula mamaria, debido a que crecimiento acelerado o una dieta con alto contenido energético puede favorecer el depósito de grasa intramamaria, desplazando el tejido epitelial y afectando la futura producción de leche. Esta situación es especialmente preocupante en sistemas intensivos donde no se controla el índice de ganancia de peso diario (Vang et al., 2024).

Geige (2020) destaca que la estructura de la glándula mamaria se origina desde el desarrollo embrionario, pero es durante la vida prepuberal cuando se establece su capacidad funcional futura. Cualquier alteración en esta etapa, como

dietas inadecuadas o manejo deficiente, puede condicionar negativamente la productividad de la hembra en la etapa adulta.

La interacción entre estímulos nutricionales y factores hormonales regula el crecimiento mamario. Vang et al. (2024) explican que, aunque las hormonas sexuales son responsables de la diferenciación glandular posterior, los nutrientes suministrados durante la prepubertad pueden modular la expresión de genes relacionados con el desarrollo del epitelio secretor, esto nos confirma que la nutrición es tan importante como la genética.

Un exceso de energía en la dieta de las terneras prepuberales no solo compromete el espacio anatómico disponible para el crecimiento glandular, sino que puede afectar la vascularización y la conectividad del tejido mamario, esto significa que en glándulas más voluminosas, pero con menor densidad de tejido secretor funcional, lo que impacta directamente en la eficiencia lechera (Vang et al., 2024).

Geige (2020) también resalta la necesidad de monitorear no solo el peso, sino la composición corporal. Las terneras con altos niveles de grasa subcutánea y visceral presentan mayores riesgos de presentar glándulas mamarias con pobre arquitectura interna, esto puede dificultar los procesos de lactogénesis y colostrogénesis durante la primera lactancia.

Finalmente, mantener un crecimiento moderado mediante dietas equilibradas y adaptadas a la etapa fisiológica de la ternera es indispensable. Tanto la restricción como el exceso energético pueden resultar perjudiciales para el desarrollo glandular. La meta debe ser promover la formación de un tejido epitelial activo y funcional que garantice un buen rendimiento productivo en la adultez (Vang et al., 2024; Geige, 2020).

2.2.7. Desarrollo ruminal y anatómico

El desarrollo del rumen es un proceso clave en la transición de la ternera de una dieta líquida a una sólida, y su adecuada maduración anatómica y funcional es indispensable para lograr un destete exitoso y un crecimiento eficiente. En el sistema de crianza artificial, donde se reemplaza la leche materna por sucedáneos

y se fomenta la ingesta de concentrados desde etapas tempranas, este desarrollo puede acelerarse si se maneja correctamente.

Durante las primeras semanas de vida, el rumen de la ternera es funcionalmente inmaduro, a diferencia del estómago de los monogástricos, su capacidad fermentativa es limitada, por lo que la estimulación con alimentos sólidos ricos en almidón (como los concentrados iniciadores) es esencial para inducir el crecimiento de las papilas ruminales, todo esto ocurre gracias a la producción de ácidos grasos volátiles (principalmente butirato y propionato) producto de la fermentación microbiana.

McCoard et al. (2019) estudiaron cómo la edad de destete afecta directamente el desarrollo ruminal, observando que un destete prematuro sin suficiente estímulo sólido compromete la morfología del epitelio ruminal, mientras que una transición gradual favorece el crecimiento y funcionalidad del mismo. Las terneras alimentadas con mayores niveles de concentrado pre-destete mostraron mayor peso ruminal relativo y mejores tasas de fermentación.

Además, Curtis et al. (2018) señalaron que el entorno de alojamiento también influye en el desarrollo anatómico general, ya que factores como el espacio para caminar, la interacción social y la calidad del descanso modulan indirectamente la motilidad digestiva y el desarrollo físico armónico. Por ello, el alojamiento debe diseñarse considerando no solo aspectos sanitarios, sino también biomecánicos y conductuales que favorezcan el crecimiento.

En conclusión, la crianza artificial debe enfocarse en fomentar una adecuada estimulación del rumen desde etapas tempranas mediante el uso de alimentos iniciadores de alta palatabilidad y digestibilidad, junto con un protocolo de destete gradual. Esto garantiza un desarrollo anatómico eficiente, menor riesgo digestivo y mejores indicadores productivos a futuro.

2.2.8. Edad de destete

El destete representa una transición crítica en la vida de las terneras lecheras y su edad de implementación puede tener efectos significativos sobre el crecimiento, la salud, el comportamiento y el bienestar general de los animales. En

los sistemas de crianza artificial, la decisión de cuándo destetar a una ternera se basa principalmente en el consumo de alimento sólido, el desarrollo ruminal y las metas productivas del establecimiento, más que en criterios estrictamente etarios.

Tradicionalmente, el destete se ha llevado a cabo entre las 8 y 12 semanas de edad, sin embargo, estudios recientes han evaluado estrategias de destete temprano (antes de las 6 semanas) y tardío (después de las 12 semanas), observando diferencias sustanciales en el desempeño productivo. McCoard et al. (2019) demostraron que un destete temprano puede reducir los costos de alimentación y facilitar la transición hacia la producción sólida, pero también puede limitar el desarrollo del epitelio ruminal y aumentar el estrés si no se acompaña de una adecuada estimulación alimenticia y manejo ambiental.

Por su parte, Neave et al. (2019) argumentan que la edad de destete debe ajustarse al desarrollo individual de cada ternera, en su estudio, observaron que factores como la ingesta de concentrado, la velocidad de crecimiento y el temperamento del animal influyen en su preparación para el destete, lo que sugiere que un protocolo flexible y adaptado puede resultar más eficiente que uno fijo basado únicamente en la edad cronológica.

La maduración del sistema digestivo es clave en este proceso. La presencia de papilas ruminales funcionales y la capacidad de fermentación microbiana son esenciales para que la ternera pueda extraer nutrientes del alimento sólido tras el retiro de la leche. Un destete prematuro en ausencia de estos criterios puede provocar pérdida de condición corporal, disminución del consumo voluntario y mayor incidencia de enfermedades digestivas.

Desde una perspectiva de bienestar, el destete debe planificarse de manera gradual, reduciendo progresivamente el volumen de leche suministrado e incentivando el consumo de alimento iniciador de alta calidad, esto disminuye la frustración asociada al cambio y mejora la adaptación metabólica y conductual de la ternera. En conclusión, la edad de destete en terneras debe determinarse con base en criterios fisiológicos y de desarrollo más que por edad fija, tomando en cuenta la capacidad de ingesta de alimento sólido, el desarrollo ruminal y el estado general del animal, lo que optimiza tanto la salud como el desempeño post-destete.

2.2.9. Escalas de evaluación de salud

Las escalas de evaluación de salud son herramientas clínicas sistematizadas que permiten valorar de forma objetiva el estado sanitario de las terneras, facilitando la detección temprana de enfermedades y mejorando la toma de decisiones en sistemas de crianza artificial. Estos sistemas de puntuación integran signos clínicos específicos y parámetros fisiológicos observables que ayudan a clasificar el estado de salud del animal en distintos niveles de severidad.

Uno de los enfoques más ampliamente utilizados es el propuesto por Probo y Veronesi (2022), quienes realizaron una revisión detallada de los principales sistemas de puntuación clínica en terneros neonatales. Entre los indicadores evaluados se incluyen la temperatura rectal, la condición del pelaje, la presencia de secreción nasal u ocular, el comportamiento alimenticio y los patrones respiratorios, este tipo de escalas permite aplicar protocolos estandarizados que son reproducibles entre evaluadores y que pueden adaptarse a distintos contextos productivos.

Además, sistemas como el de la Universidad de Wisconsin (Calf Health Scoring Chart) han sido ampliamente validados y son recomendados por expertos para el monitoreo diario en terneras lactantes. Aunque este cuadro no fue publicado inicialmente en un artículo científico, su uso ha sido respaldado por estudios como el de Aly et al. (2020), que lo integran como parte de herramientas de evaluación de riesgo sanitario en bovinos jóvenes. La implementación de estas escalas no solo facilita la identificación de animales enfermos antes de que los signos clínicos se agraven, sino que también permite monitorear la eficacia de tratamientos, registrar tendencias de salud a lo largo del tiempo y establecer políticas preventivas. Además, permiten reducir la subjetividad del diagnóstico clínico, lo cual es especialmente útil cuando hay múltiples evaluadores en una explotación lechera.

En resumen, las escalas de evaluación de salud representan una herramienta indispensable en la crianza artificial, ya que permiten establecer un monitoreo continuo y riguroso de la condición clínica de las terneras, apoyando tanto el bienestar animal como la eficiencia sanitaria y productiva del sistema.

2.2.10. Parámetros zootécnicos en terneras lactantes

Los parámetros zootécnicos son indicadores fundamentales para evaluar el desempeño productivo de las terneras en sistemas de crianza artificial. Entre los más relevantes se encuentran la ganancia diaria de peso (GDP), la conversión alimenticia, el consumo de materia seca, la altura a la cruz, el perímetro torácico y la edad al destete. Estos indicadores permiten monitorear el crecimiento y desarrollo del animal, así como detectar desviaciones asociadas a problemas sanitarios o nutricionales.

La ganancia de peso es uno de los parámetros más utilizados y refleja de manera directa la eficiencia del sistema de crianza. Según el estudio de Broucek et al. (2020), las terneras criadas con métodos de alimentación controlada durante el periodo de lactancia presentaron ganancias promedio entre 0,6 y 0,9 kg/día, dependiendo del tipo de sistema y la calidad del alimento suministrado.

Otro aspecto importante es la conversión alimenticia, que mide cuántos kilogramos de alimento se requieren para lograr un kilogramo de ganancia de peso. Esta relación permite evaluar la eficiencia de los programas de alimentación. En sistemas artificiales bien diseñados, se han reportado conversiones entre 1,5 y 2,0, considerándose eficientes cuando se utilizan sucedáneos de leche y concentrados de alta calidad.

Además del peso corporal, otros parámetros como la altura a la cruz y el perímetro torácico son útiles para valorar el desarrollo estructural del animal. En su revisión, Curtis et al. (2018) destacan que el crecimiento equilibrado en peso y estructura es crucial para lograr novillas bien desarrolladas al momento de la primera inseminación, lo cual incide directamente en la productividad futura del hato.

El monitoreo sistemático de estos parámetros permite detectar tempranamente problemas relacionados con deficiencias nutricionales, enfermedades subclínicas o errores en el manejo. Asimismo, contribuye al ajuste individualizado de protocolos de alimentación, alojamiento y destete, optimizando el rendimiento del sistema y reduciendo pérdidas económicas.

Por lo tanto, el uso de indicadores zootécnicos debe ser parte integral del manejo técnico en la crianza artificial de terneras, ya que permite una evaluación objetiva del desempeño animal, facilitando la toma de decisiones basadas en evidencia y promoviendo el bienestar y la eficiencia productiva.

2.2.11. Principales enfermedades en terneras

Durante las primeras etapas de vida, las terneras lecheras presentan una alta susceptibilidad a enfermedades infecciosas, principalmente a nivel entérico y respiratorio. Las enfermedades diarreicas se identifican como la causa más frecuente de morbilidad, alcanzando tasas de riesgo del 25,2 %, mientras que las neumonías se ubican en segundo lugar con un 8,6 % (Alemu et al., 2022). Estas afecciones no solo comprometen el bienestar animal, sino que también generan pérdidas económicas significativas por mortalidad temprana, tratamiento veterinario y reducción del rendimiento productivo.

Los factores predisponentes a la morbilidad y mortalidad en terneras son multifactoriales e incluyen variables relacionadas con el manejo neonatal, como la administración oportuna de calostro, la higiene del entorno, la calidad de la alimentación, así como el tamaño del hato y la raza del animal. El estudio de Alemu et al. (2022) también evidenció que el estado de vigor al nacimiento fue un predictor significativo del riesgo de enfermedad o muerte, destacando la importancia de las buenas prácticas durante el parto y el periodo perinatal para mejorar la viabilidad de las crías.

A nivel respiratorio, otras investigaciones han demostrado que la complejidad del Síndrome Respiratorio Bovino (SRB) responde a una interacción entre patógenos virales, bacterianos y factores ambientales como el estrés por manejo, la ventilación deficiente y los cambios bruscos de temperatura. Las infecciones respiratorias no solo representan una de las principales causas de muerte durante los primeros meses de vida, sino que también afectan negativamente el crecimiento y desarrollo posterior de los animales (Bulatov y Kurmasheva, 2024). Un abordaje integral que incluya prevención, diagnóstico

precoz y mejoras en el ambiente de crianza puede reducir significativamente la incidencia de estas enfermedades.

2.2.12. Mortalidad y morbilidad en terneras

La mortalidad y morbilidad representan dos de los principales desafíos sanitarios y económicos en la crianza artificial de terneras. Estas variables reflejan no solo la eficacia del sistema de manejo, sino también el impacto de las decisiones relacionadas con la alimentación, el alojamiento, la bioseguridad y la atención sanitaria temprana.

Las tasas de morbilidad más comunes se asocian con enfermedades respiratorias y gastrointestinales. En sistemas de crianza artificial, la diarrea neonatal y la neumonía son las principales causas de enfermedad y muerte durante las primeras semanas de vida. Según Alfieri et al. (2018), brotes de diarrea por coronavirus bovino (BCoV) pueden diseminarse rápidamente en ambientes de crianza colectiva o con inadecuada higiene, generando altas tasas de morbilidad.

En cuanto a la mortalidad, datos reportados por la revisión de Uyama et al. (2022) indican que el fracaso en la transferencia pasiva de inmunidad colostral está directamente vinculado a una mayor tasa de muertes en las primeras semanas de vida. El estudio señala que terneras con niveles bajos de inmunoglobulinas presentan hasta cuatro veces más riesgo de morir antes del destete.

Asimismo, la revisión de la literatura realizada por Beaver et al. (2019) resalta que prácticas como la separación temprana de la madre, sin un manejo compensatorio adecuado, pueden incrementar la susceptibilidad a enfermedades debido al estrés y la inmunosupresión asociada.

Además, Aly et al. (2020) subrayan que el entorno físico juega un papel fundamental. El hacinamiento, la ventilación deficiente y el estrés térmico aumentan la incidencia de patologías respiratorias, lo cual se traduce en altos costos por tratamientos y pérdida de productividad.

En resumen, la reducción de la morbilidad y mortalidad en terneras pasa por una atención integral que considere desde el manejo colostral hasta las condiciones de alojamiento y las prácticas preventivas. La implementación de protocolos de

bioseguridad, monitoreo constante del estado de salud, y un diseño óptimo del sistema de crianza pueden reducir significativamente estos indicadores y mejorar la viabilidad económica del sistema.

2.2.13. Alimentación manual vs automatizada

El tipo de alimentación durante la crianza artificial de terneras puede tener un impacto significativo sobre el comportamiento, el crecimiento, la salud y la eficiencia del sistema productivo. Las dos estrategias más comunes son la alimentación manual y la automatizada, cada una con ventajas y limitaciones particulares que deben ser evaluadas según el contexto de la explotación.

La alimentación manual consiste en ofrecer leche o sucedáneo a través de baldes o biberones en horarios y cantidades fijas, lo cual facilita el control individual del consumo y permite una observación directa del estado de salud del animal. No obstante, este sistema es intensivo en mano de obra y puede limitar la expresión de comportamientos naturales de alimentación, al restringir la frecuencia de las tomas a lo que impone el cuidador.

En contraste, la alimentación automatizada mediante máquinas dispensadoras permite ofrecer tomas más frecuentes, en volúmenes más pequeños, imitando el patrón de succión natural. Esto promueve una mejor tasa de ganancia de peso y reduce comportamientos de frustración, como la succión cruzada o el lamido excesivo. En su estudio, Sinnott et al. (2021) evidenciaron que las terneras con acceso a alimentadores automáticos interactuaban más con el entorno y presentaban menores signos de estrés.

Además, estudios como el de Medrano-Galarza et al. (2018) han demostrado que el aprendizaje para usar alimentadores automáticos puede verse influenciado por la edad de introducción. Terneras que accedieron a estos sistemas desde edades tempranas mostraron un mejor desempeño en consumo voluntario y adaptación al destete, en comparación con aquellas que fueron introducidas más tarde.

Desde el punto de vista sanitario, ambos sistemas presentan riesgos si no se manejan adecuadamente. Los alimentadores automáticos requieren un riguroso

control de limpieza y calibración para evitar la proliferación de patógenos. Por su parte, la alimentación manual, si se realiza sin atención al detalle, puede generar errores en la dosificación y provocar problemas digestivos o de comportamiento. En conclusión, la elección entre alimentación manual y automatizada debe considerar los recursos disponibles, la experiencia del personal y los objetivos productivos. La automatización ofrece beneficios en términos de bienestar y eficiencia, siempre que se garantice una adecuada supervisión técnica y un entorno higiénico.

2.2.14. Alojamiento en sistemas de crianza artificial

El alojamiento es un componente esencial en los sistemas de crianza artificial de terneras, ya que influye directamente en su salud, bienestar, comportamiento y desempeño productivo. Las condiciones físicas del entorno donde se cría una ternera determinan no solo su exposición a agentes patógenos, sino también su capacidad de adaptación, confort y expresión de comportamientos naturales.

El diseño de las instalaciones debe priorizar el confort térmico, la ventilación adecuada, el drenaje del suelo y el espacio suficiente por animal. Barry et al. (2019) recomiendan áreas individuales de al menos 1,2 m² para terneras menores de ocho semanas, con materiales que permitan una fácil limpieza y eviten la acumulación de humedad, ya que esta incrementa la proliferación de bacterias y hongos.

En cuanto a la modalidad de alojamiento, las terneras pueden mantenerse en boxes individuales, corrales en pares o grupos pequeños. Los alojamientos individuales, aunque efectivos para el control sanitario, limitan el contacto social y pueden generar comportamientos anormales como la succión cruzada o el lamido de estructuras inanimadas. En contraste, los alojamientos compartidos favorecen el desarrollo social, la adaptación al destete y reducen el estrés si el manejo es higiénico y bien controlado.

Curtis et al. (2018) demostraron que alojamientos que permiten movimiento libre y una superficie seca y cómoda contribuyen a una mejor ganancia de peso, menor incidencia de lesiones y mayor expresión de comportamientos de descanso

natural. Además, el tipo de cama utilizada (como paja, viruta o goma) influye en la termorregulación, la calidad del sueño y la incidencia de enfermedades podales.

Las condiciones ambientales también deben adaptarse a la etapa de desarrollo. Terneras recién nacidas son más susceptibles al estrés por frío o calor, por lo que se recomienda el uso de cortinas, techos aislantes o calefactores en climas extremos. Una ventilación natural o forzada bien diseñada es crucial para controlar la humedad y la concentración de gases como el amoníaco, reduciendo así los problemas respiratorios. En resumen, un sistema de alojamiento adecuado en la crianza artificial de terneras debe equilibrar el control sanitario con el bienestar animal, ofreciendo confort, seguridad y estimulación. Su correcta planificación y mantenimiento impactan directamente en la salud, el crecimiento y la productividad futura del animal.

2.2.15. Bienestar animal en sistemas de crianza artificial

El bienestar animal es un concepto multidimensional que abarca la salud física, el estado emocional y el comportamiento natural de los animales. En el caso de las terneras criadas artificialmente, el bienestar se ve influenciado por factores como el tipo de alojamiento, la calidad del manejo, el sistema de alimentación y el nivel de interacción social. Evaluar el bienestar en estos sistemas requiere un enfoque integral que combine observaciones clínicas, etológicas y ambientales.

Según Barry et al. (2019), el desarrollo de protocolos específicos de evaluación del bienestar para terneras permite identificar puntos críticos y tomar decisiones de manejo más informadas. Estos protocolos consideran indicadores como el estado del pelaje, la presencia de enfermedades, el comportamiento de descanso y la respuesta al entorno. La ausencia de contacto materno y social, típica de los sistemas de crianza artificial individual, puede tener efectos adversos en el comportamiento y en el desarrollo emocional de las terneras.

El alojamiento también desempeña un papel clave en el bienestar. Espacios reducidos, mala ventilación o superficies inadecuadas pueden causar lesiones, estrés térmico y limitar la expresión de comportamientos naturales. El estudio de Barry et al. (2019) propone la implementación de mejoras en el entorno, como la

inclusión de estímulos visuales o táctiles y el uso de materiales no abrasivos en el suelo, para promover un mayor confort y salud.

Adicionalmente, Roth et al. (2009) identificaron que la separación temprana de la madre, si bien común en los sistemas de crianza artificial, debe ser gestionada cuidadosamente, ya que puede generar comportamientos de succión no nutritiva, vocalización excesiva y otros signos de frustración o ansiedad. Para mitigar estos efectos, se sugiere proporcionar oportunidades de interacción social controlada y estrategias de enriquecimiento conductual que favorezcan la adaptación al entorno artificial.

El bienestar también está vinculado con el manejo sanitario. La detección precoz de enfermedades y el tratamiento oportuno reducen el sufrimiento animal y las pérdidas productivas. Protocolos de puntuación clínica, como los propuestos por Probo y Veronesi (2022), permiten valorar de manera estandarizada aspectos clave de salud y comportamiento, facilitando intervenciones eficaces.

En resumen, garantizar el bienestar de las terneras en sistemas de crianza artificial requiere un manejo holístico que considere tanto factores físicos como emocionales. Evaluaciones periódicas, condiciones ambientales adecuadas y un enfoque centrado en el animal son pilares esenciales para mejorar su calidad de vida y desempeño productivo.

2.3. Marco Legal

2.3.1. Resolución de la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario

Art. 5.- Comités de Ética en la Investigación Animal.

La resolución establece que las investigaciones relacionadas con animales, como la crianza artificial de terneros, deben ser supervisadas por comités de ética que aseguren el cumplimiento de principios éticos y legales, así como el bienestar de los animales involucrados (Agrocalidad, 2021).

Art. 48.- Bienestar Animal en Explotaciones Pecuarias.

Las disposiciones relativas al bienestar animal en explotaciones productivas observarán los estándares establecidos en la ley de la materia y en los instrumentos internacionales, como las directrices de la Organización Mundial de Sanidad Animal

(OIE). Estas normas garantizan que los animales reciban un trato adecuado en sistemas de producción intensiva, incluyendo acceso a alimentos, condiciones de confort y protección contra el estrés térmico (Agrocalidad, 2021).

Capítulo I.- Del Bienestar Animal.

Art. 244.- Normas internacionales de la OIE.

La regulación de actividades que involucren animales en producción ganadera deberá seguir las directrices internacionales establecidas por la OIE en materia de bienestar animal, asegurando un trato ético y promoviendo su desarrollo saludable dentro de los sistemas de producción (Agrocalidad, 2021).

2.3.2. Constitución de la República del Ecuador

Art. 71.- Derechos de la Naturaleza.

La naturaleza, o Pacha Mama, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia, su mantenimiento y la regeneración de sus ciclos vitales. Las actividades relacionadas con la crianza artificial de terneros deben observar estos principios, promoviendo prácticas sostenibles y responsables que minimicen impactos negativos en el entorno (Asamblea Nacional del Ecuador, 2008).

2.3.3. Directrices de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE)

Artículo 7.13.- Bienestar Animal en Sistemas de Producción Intensiva.

Las recomendaciones de la OIE establecen que los animales en sistemas intensivos deben contar con instalaciones adecuadas, alimentos suficientes y un entorno que les permita expresar comportamientos naturales. Estas directrices son aplicables a la crianza artificial de terneros, enfatizando la importancia del manejo adecuado para minimizar el sufrimiento y maximizar el bienestar animal (OIE, 2019).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Enfoque de la investigación

3.1.1. Tipo y alcance de la investigación

El enfoque de esta investigación es cuantitativo y de alcance descriptivo-correlacional. Se va a desarrollar en una hacienda ganadera y tiene como finalidad evaluar y describir diversos aspectos del sistema de crianza artificial implementado, tales como las prácticas de manejo, el desarrollo físico de las terneras y la relación entre su estado de salud, comportamiento y las condiciones ambientales del entorno.

3.1.2. Diseño de investigación

El diseño de investigación es no experimental y de corte transversal. No se realizará manipulación de variables, ya que el estudio se enfocará únicamente en la observación directa y la recolección de datos tal como ocurre en el entorno natural de la hacienda. Los datos se recopilarán en un solo momento del tiempo, con el propósito de evaluar la situación actual del sistema de crianza artificial y su efecto en las terneras.

3.2. Metodología

3.2.1. Variables

3.2.1.1. Variable independiente

- Condiciones y prácticas del sistema de crianza artificial implementado en la Hacienda Pilar

3.2.1.2. Variable dependiente

Las variables dependientes corresponden a:

- Describir las prácticas de manejo implementadas en la hacienda Pilar
- Analizar la tasa de crecimiento de las terneras.
- Relacionar el estado de salud y comportamiento con el ambiente.

3.2.2. Matriz de operacionalización de variables

Operacionalización de las Variables

Variables Independientes						
Objetivo General	**Variable**	**Tipo**	**Descripción**	**Indicador**	**Escala**	**Dimensión**
Evaluar el sistema de crianza artificial de las terneras implementado en la Hacienda Pilar.	Sistema de crianza artificial.	Cualitativa.	Presencia de los componentes y estándares relacionados con un sistema de crianza artificial de terneras.			
Variables Dependientes						
Objetivos específicos	**Variable**	**Tipo**	**Descripción**	**Indicador**	**Escala**	**Dimensión**
Describir las prácticas de manejo aplicados en el sistema de crianza artificial en terneras.	Practicas de manejo.	Cuantitativa	Tipo de equipo utilizado para suministrar leche.	Metodo de alimentación.	Balde sin tetina; Biberón manual; Sistema automatizado.	0 1 2
			Número de tomas de leche por día.	Frecuencia de alimentación.	1 vez/día; 2 veces/ día.	0 2
			Estado del biberón, balde o tetina.	Higiene del equipo de leche	Sucio; Medianamente limpio; Limpio/desinfectado.	0 1 2
			Método de limpieza del equipo utilizado para suministrar leche.	Lavado del equipo de leche después de cada alimentación.	No se lava; Solo se enjuaga; Se lava con agua hirviendo o algún producto quimico.	0 1 2
			Disponibilidad de agua potable.	Acceso a agua.	No disponible; Restringido; Libre acceso.	0 1 2
			Sistema de suministro de agua.	Tipo de bebedero.	Balde; Automatico compartido; Automático individual.	0 1 2

Cantidad y acceso al alimento concentrado.	Disponibilidad de alimento sólido.	No disponible; Disponible ad libitum; Limitado.	0 1 2
Higiene y mantenimiento del equipo.	Estado de comederos/bebederos.	Sucio; Medianamente limpio; Limpio.	0 1 2
Observación directa del suelo en el corral.	Condición del piso.	Húmedo/sucio; Parcialmente seco; Seco/limpio.	0 1 2
Presencia de estructura para cubrir del clima.	Protección climática.	Sin techo; Sombra parcial; Protección complete.	0 1 2
Evaluación del flujo de aire y confort térmico.	Ventilación del corral.	Deficiente; Regular; Buena.	0 1 2
Separación entre zona de alimentación y Descanso.	Aislamiento entre zonas.	Sin division; División parcial; Áreas bien diferenciadas.	0 1 2
Rutina de higiene de las instalaciones.	Frecuencia de limpieza.	Menos de 1 vez/semana; 1-2 veces/semana; Diario.	0 1 2
	Cantidad de calostro	<6 % del PV fuera de 1 h; 6-10 % del PV en las primeras 6 h; >12 % del PV en las priemras 6 h	0 1 2

				Calidad del calostro	Mezcla indiscriminada o mala hygiene; Primer/Segundo ordeño o mezcla controlada, hygiene acceptable; Primer ordeño, sin mezclar, recipient limpio/desinfectado	0 1 2
				Rapidez del calostro	>6 h >2-6 h ≤2 h	0 1 2
Analizar la tasa de crecimiento de las terneras bajo el sistema de crianza artificial.	Tasa de crecimiento.	Cuantitativa	Pesos recomendados para las terneras con biotipo lechero.	Ganancia de peso.	Peso	Kilogramos (kg)
			Alturas recomendadas para las terneras con biotipo lechero.	Alzada de la cruz.	Altura	Centimetros (cm)
Relacionar el estado de salud y comportamiento con el ambiente proporcionado.	Estado de salud.	Cualitativa	Capacidad para permanecer de pie sin ayuda y moverse con libertad.	Forma de movilidad.	Lento para ponerse de pie, movilidad limitada; Se requiere ayuda para ponerse de pie, no hay movilidad; Se mantiene de pie sin ayuda y se mueve activamente.	0 1 2
			Estado y aspecto del pelaje.	Limpieza del pelaje.	Ligeramente sucio, pelaje opaco; Pelaje sucio, enmarañado y sin brillo; Pelaje limpio, seco y brillante.	0 1 2

Presencia o ausencia de secreción nasal.	Estado de los orificios nasales, con o sin cierta cantidad de fluidos nasales.	Excesiva secreción mucosa bilateral; Pequeña cantidad de mucosa turbia visible; Limpio, sin descarga.	0 1 2
Posición de los ojos – Presencia o ausencia de secreción ocular.	Estado de los ojos.	Ligeramente deprimido, presencia de secreción; Visiblemente deprimidos, secreción opaca; Brillante, pronunciado, sin secreción.	0 1 2
Posición y actividad de las orejas.	Estado y Movimientos normales o anormales en las orejas.	Ligeramente caído, activo; Ladeo de la cabeza y orejas caídas o flácidas; Erguido, alerta, móvil.	0 1 2
Presencia de tos – aumento frecuencia respiratoria.	Presencia de tos.	Tos espontánea; Tos continua e incremento de frecuencia respiratoria; Respiración normal.	0 1 2
Consistencia de las heces.	Evaluación de la densidad y viscosidad de las heces.	Semi formada y pastosa; Fluida o líquida, se filtra por la cama; Normal, sólido.	0 1 2
Estado del ombligo.	Presencia o no de infección umbilical.	Ligeramente hinchado, sensible; Hinchazón, inflamación del área del ombligo; Normal, sin dolor.	0 1 2

		Estado de las articulaciones.		Inflamación, inflamación del área del ombligo; Inflamación leve, sin dolor y sin calor; Normal.	0 1 2
		Temperatura de la ternera.		>39.4°C; 38.3-39.4°C; 37.8-38.2°C.	0 1 2
		Cualquier daño o abrasión en la superficie de la piel.		Lesiones/heridas visibles; Ausencia de lesiones/heridas.	0 2
		Presencia o ausencia de parásitos externos.		Parásito visible en la piel o en el pelaje; Piel/cabello libre de parásitos externos.	0 2
		Mortalidad		Si; No	0 2
Comportamiento	Cualitativa	Observa la conducta general del animal.	Comportamiento.	Aburrido, apático, insensible; Brillante, posiblemente deprimido; Brillante, alerta, receptivo.	0 1 2
		Capacidad del ternero para desplazarse sin dificultad.	Movilidad.	Requiere asistencia para levantarse, sin movilidad; Lento para levantarse, movilidad limitada; No requiere asistencia para levantarse, movilidad activa.	0 1 2

Vocalizaciones fuera de la rutina (singo de estrés).	Vocalizaciones atípicas	Frecuente; Ocasional; Ausente.	0 1 2
Nivel de confianza o miedo ante el acercamiento humano.	Distancia de evitación (miedo)	Evita contacto visual, huye sin acercamiento; Se retira al intentar tocarla; Se deja tocar facilmente.	0 1 2
Arco o rigidez en la espalda (dolor/malestar)	Postura corporal.	Marcada; Algo tensa; Normal.	0 1 2
Estado alerta según la posición auricular.	Transporte de las orejas.	Inclinación de la cabeza o caída bilateral; Movimiento de la oreja o de la cabeza; Normal.	0 1 2
Frecuencia e iniciativa del ternero para relacionarse con otros animals.	Interacción social.	Evita a otros, no interactúa; Interacciones limitadas o esporádicas; Interactúa activamente (juegos, proximidad, lamido).	0 1 2

			Conductas repetitivas o inusuales.	Comportamiento anormal.	Movimientos repetitivos o estereotipias frecuentes (chupar ombligo, morder corral, etc.); Ocasionales movimientos anormales; Sin presencia de comportamientos anormales.	0 1 2
			Interés y actitud del ternero durante la ingesta de leche o alimento sólido.	Comportamiento alimentario.	No se acerca al alimento ni bebe agua; Se acerca al alimento pero con poca ingesta; Come y bebe con normalidad.	0 1 2
	Factores que componen el ambiente	Cualitativa	Temperatura climática ideal para raza bovina del trópico.	Rangos recomendados de temperatura climática.	No deseado Ideal	<10C^{o} o >25°C 10 – 25C^{o}
			Humedad relativa ideal para raza bovina del trópico.	Rangos recomendados de humedad.	No deseado Ideal	<50% o >70% 50 – 70 %
			Estado de los corrales.	Higiene en los corrales.	Acumulación de suciedad incrustada en paredes y pisos; Bajo nivel de acumulación de suciedad; Limpio, sin zonas húmedas.	0 1 2

Estado de bebederos.	Higiene de bebederos.	Sucios; Parcialmente limpios; Limpios.	0 1 2
Estado de comederos/ tetinas.	Higiene de comederos/ tetinas.	Sucios; Parcialmente limpios; Limpios.	0 1 2
Presencia o ausencia de cama.	Cama.	No hay cama; cama con <10 cm de grosor; Cama 10 cm de grosor.	0 1 2
Densidad de animales acorde a las dimensiones del corral.	Cantidad recomendada de animales por corral.	<1,5 m2 por animal; 1,5 m2 por animal; >1,5 m2 por animal.	0 1 2
Presencia o ausencia de vectores.	Vectores.	Hay vectores; No hay vectores.	0 2

3.2.3. Recolección de Datos

3.2.3.1. Recursos

Los equipos e implementos a utilizar serán:

Material de campo

- Flexómetro
- Cinta métrica
- Cinta métrica para peso vivo
- Higrómetro
- Lápiz o crayón para marcar ganado
- Termómetro

- Guantes
- Hoja de registro

Material bibliográfico

- Artículos científicos
- Libros y/o manuales

3.2.3.2. Métodos y técnicas

La recolección de datos fue realizada durante un periodo de estudio de tres meses, con evaluaciones programadas una vez por semana, dónde se utilizaron fichas de registro que permitieron evaluar salud, ambiente, crecimiento y comportamiento de terneras bajo el sistema de crianza artificial. Este tipo de seguimiento continuo permitió documentar el desarrollo de cada individuo identificando patrones y variaciones en el tiempo

Las técnicas incluyeron la aplicación de escalas clínicas, comportamentales y ambientales, específicamente adaptadas para evaluar el bienestar animal en sistemas de crianza artificial. Para estas escalas se incluyeron indicadores de salud general, conductas naturales y calidad del entorno inmediato, con puntuaciones asignadas de acuerdo a parámetros establecidos.

La evaluación del manejo en el sistema de crianza artificial se fundamentó en indicadores propuestos por Brown et al. (2021) y Brown el al. (2023), los cuales desarrollaron un estudio dividido en dos partes y aplicado en más de 200 unidades productivas. Estos indicadores fueron seleccionados por su claridad metodológica y su facilidad de aplicación en condiciones de campo, permitiendo valorar aspectos clave como los métodos y frecuencia de alimentación, la higiene y desinfección de los equipos, la disponibilidad de agua y alimento sólido, así como las condiciones estructurales y sanitarias de los corrales. Su aplicación sistemática en el presente estudio permitió describir de forma objetiva las prácticas implementadas en la unidad productiva y su correspondencia con criterios técnicos ampliamente aceptados en el manejo de terneras bajo crianza artificial.

Para el monitoreo del desarrollo físico, se realizaron mediciones de peso y altura a cada ternera una vez por semana, utilizando una cinta métrica, estos datos

se compararon con tablas de referencia zootécnicas obtenidas de Bravo (2024), con el fin de determinar el estado nutricional y el ritmo de crecimiento durante la etapa de crianza. Esta información permitió analizar cómo las condiciones del sistema de crianza artificial se relacionan con el desarrollo físico de las terneras.

La evaluación del estado de salud de las terneras en crianza artificial se realizó mediante una tabla compuesta por indicadores clínicos validados en la literatura por su pertinencia y aplicabilidad en condiciones de campo (Barry et al., 2019). Estos indicadores permiten valorar desde el comportamiento general y la movilidad hasta aspectos específicos como la condición del pelaje, las secreciones nasales y oculares, la temperatura corporal y la presencia de lesiones o ectoparásitos, esta herramienta constituye un método eficaz y sistemático para obtener un diagnóstico integral del estado sanitario de los animales durante las evaluaciones.

Para la evaluación del comportamiento y bienestar de las terneras en crianza artificial se utilizaron escalas propuestas por Barry et al. (2019) y por la EFSA (2023), adaptadas para este estudio, validadas por su relevancia, factibilidad y sensibilidad para detectar variaciones en el estado físico y conductual. Estas escalas contemplan dimensiones como el estado general, la respuesta al entorno, la interacción social y la presencia de estereotipias, permitiendo identificar manifestaciones tanto positivas como negativas de bienestar, todos los indicadores son observables en campo sin necesidad de equipos especializados, lo cual los hace adecuados para caracterizar el sistema evaluado. La literatura sugiere realizar las observaciones en intervalos de 5 a 60 minutos para garantizar la confiabilidad de los datos.

Adicionalmente, se registraron las condiciones ambientales del alojamiento, incluyendo ventilación, temperatura, humedad y limpieza del área, utilizando fichas diseñadas con base en estándares internacionales de bienestar animal como las de Peña (2024). Estas condiciones se observaron mediante inspección directa y sensores ambientales básicos, lo que permitirá evaluar la influencia del entorno sobre la salud y comportamiento de las terneras.

3.2.4. Población y Muestra

3.2.4.1. Población

Según los registros históricos de la Hacienda Ganadera Pilar, durante la temporada de partos se reporta un promedio mensual aproximado de 15 nacimientos, de los cuales se estima que el 50 % corresponde a terneras, conforme a las proporciones reproductivas habituales. En este sentido, se proyecta que durante los tres meses de ejecución del estudio se contará con una población aproximada de 25 terneras bajo crianza artificial. Esta población incluirá tanto a las terneras presentes en la hacienda al momento de iniciar el estudio y que se encuentren en etapa pre-destete (menores de tres meses), como a aquellas que nazcan durante el periodo de recolección de datos.

3.2.4.2. Muestra

No se aplicó ningún tipo de muestreo en el estudio. Se trabajará con el total de la población de terneras que posean las características antes mencionadas.

3.2.5. Análisis estadístico

Toda la información recolectada durante las mediciones semanales durante tres meses se sistematizo en hojas de cálculo y será procesada en Excel y en un software estadístico para análisis descriptivo y comparativo.

Las prácticas de manejo (alimentación, limpieza, alojamiento, socialización, higiene) se evaluó mediante registros y fichas previamente diseñadas, las cuales se presentaron mediante frecuencias absolutas y relativas de cumplimiento por indicador, y se calculó promedios o medianas de las puntuaciones obtenidas, para así facilitar la interpretación se agruparon los indicadores en categorías (deficiente, adecuado, óptimo) según rangos previamente definidos.

Las mediciones semanales de peso y altura fueron evaluadas mediante análisis descriptivo basado en medias, medianas, desviación estándar, valores mínimos y máximos, el cual fue complementado con gráficos de tendencia para así

poder describir la evolución del crecimiento a lo largo del periodo de la investigación.

El estado de salud y comportamiento de las terneras con las condiciones ambientales del sistema de crianza artificial, se analizó mediante tablas cruzadas para observar la distribución conjunta de las variables. Se aplicó la prueba de Chi-cuadrado de independencia para determinar asociaciones entre las categorías que cumplieron el supuesto ≥5 por celda, de la misma forma se aplicó la prueba exacta de Fisher, cuya prueba es adecuada para muestras pequeñas o distribuciones desequilibradas. Este análisis permitió establecer si las condiciones del entorno influyen significativamente en el bienestar de las terneras evaluado mediante indicadores clínicos y comportamentales.

4. RESULTADOS

4.1 Prácticas de manejo aplicadas en el sistema de crianza artificial en terneras.

Para este objetivo se analizaron 16 indicadores relacionados con el manejo aplicado en un sistema de crianza artificial, para esto se utilizó una escala ordinal que daba una calificación a estos indicadores: 0 (manejo deficiente), 1 (manejo intermedio) y 2 (manejo adecuado). Las desigualdades en la frecuencia absoluta entre los indicadores se deben al criterio de inclusión que fue aplicado según la edad y condición fisiológica del grupo de estudio. durante la investigación fueron evaluadas 26 terneras a lo largo de 12 semanas, sin embargo, no todos los indicadores fueron aplicables al total de individuos en todas las etapas

Tabla 1

Resultados de la evaluación del manejo mediante escala de calificación en terneras bajo crianza artificial.

INDICADOR	ESCALA		
	0	1	2
	FA FR(%)	FA FR(%)	FA FR(%)
TIPO DE BEBEDERO	Balde	Auto com	Auto in
	104 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
AISLAMIENTO ENTRE ZONA	Sin división	División parcial	Áreas diferenciadas
	104 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
HIGIENE APLICADA EN EL SUMINISTRO DE CALOSTRO	Mala higiene	Higiene media	Higiene aceptable
	0 (0%)	17 (100%)	0 (0%)
RAPIDEZ DEL SUMINISTRO DEL CALOSTRO	>6 h	>2-6 h	<2 h
	0 (0%)	17 (100%)	0 (%)
FRECUENCIA DE LIMPIEZA DEL CORRAL	Menos de 1 vez	1-2 veces/s	A diario
	0 (0%)	171 (100%)	0 (0%)
ESTADO DE COMEDEROS/BEBEDEROS	Sucio	Medio limpio	Limpio
	0 (0%)	104 (100%)	0 (0%)
ACCESO A AGUA	No disponible	Restringido	Libre acceso
	0 (0%)	104 (100%)	0 (0%)
LAVADO DEL EQUIPO DE LECHE	No se lava	Enjuagar	Agua hirviendo
	0 (0%)	171 (100%)	0 (0%)
HIGIENE DEL EQUIPO DE LECHE	Sucio	medio limpio	Limpio
	0 (0%)	171 (100%)	0 (0%)
	BALDE	Biberón manual	Automatizado

MÉTODO DE ALIMENTACIÓN	0 (0%)	171 (100%)	0 (0%)
CANTIDAD DE CALOSTRO	**<6 % del PV** 0 (0%)	**6-10 % del PV** 0 (0%)	**>12 % del P** 17 (100%)
DISPONIBILIDAD DE ALIMENTO SOLIDO	**No disponible** 0 (0%)	**Ad libitum** 0 (0%)	**Limitado** 171 (100%)
VENTILACIÓN DEL CORRAL	**Deficiente** 0 (0%)	**Regular** 0 (0%)	**Buena** 171 (100%)
PROTECCIÓN CLIMÁTICA	**Sin techo** 0 (0%)	**Sombra parcial** 0 (0%)	**Protección completa** 171 (100%)
FRECUECIA DE ALIMENTACIÓN	**1 vez/día** 0 (0%)		**2 veces/día** 171 (100%)
CONDICIÓN DEL PISO	**Húmedo/sucio** 103 (60%)	**Poco seco** 68 (40%)	**Seco/limpio** 0 (0%)

Nota. Frecuencia Absoluta (FA); Frecuencia Relativa (FR); Automático compartido (Auto Com); Automático Individual (Auto In).

Elaborado por: Caceres Isaac (2026).

Los indicadores que estuvieron relacionados con el suministro y manejo del calostro presentaron un tamaño muestral de 17 observaciones, los cuales fueron correspondientes únicamente a las terneras recién nacidas durante el período de evaluación, por otro lado los indicadores como el consumo de agua, disponibilidad de alimentos sólidos, estado de comederos y bebederos y método de alimentación presentan un tamaño muestral de 104 observaciones, debido a que estos fueron evaluados únicamente en terneras que tenían desde uno hasta los tres meses de edad, por último, los indicadores generales del sistema como son; frecuencia de limpieza, ventilación del corral, protección climática, densidad animal y condición del piso alcanzaron un total de 171 observaciones ya que tuvieron evaluaciones de manera repetida en todas las terneras.

Las observaciones de ocho de los indicadores se ubicaron dentro de la calificación 1, estos indicadores fueron; método de alimentación, higiene del equipo de leche, lavado del equipo de leche, acceso a agua, estado de comederos y bebederos, frecuencia de limpieza, calidad de calostro y rapidez del suministro de calostro. Asimismo, otros cinco indicadores alcanzaron el 100% de Las observaciones en la calificación 2, los cuales fueron; frecuencia de alimentación, protección climática, ventilación del corral, disponibilidad de sólido, y cantidad de calostro suministrado, por otro lado, los indicadores tipo de bebedero y aislamiento

entre zonas fueron clasificados El 100% de las observaciones dentro de la calificación 1.

Se observa que el único indicador que presentó grado de variabilidad en sus resultados fue en condición del piso del área de alojamiento, este indicador en el 60.2% de las observaciones tuvo como calificación 0 (piso húmedo o sucio), en el 39.8% tuvieron calificación 1 (parcialmente seco) y no se registraron observaciones correspondientes a la calificación 2 (piso seco y limpio). Estos resultados indican que dichas prácticas se mantienen de forma constante en el sistema evaluado, aunque sin alcanzar el nivel óptimo según la escala establecida. Ver Tabla1.

4.2 Tasa de crecimiento de las terneras bajo el sistema de crianza artificial.

Los resultados de la tasa de crecimiento se obtuvieron a partir de la evaluación de 26 terneras manejadas bajo un sistema de crianza artificial, pertenecientes a los cruces Holstein × Gyr y Gyr × Jersey, las cuales fueron analizadas durante un periodo de 12 semanas. Debido a que la población evaluada estuvo conformada por cruces raciales y no por razas puras, los resultados se presentan de manera descriptiva, permitiendo analizar el comportamiento del crecimiento en términos de peso corporal y altura a la cruz, así como las diferencias observadas entre cruces bajo las mismas condiciones de manejo y ambiente.

Tabla 2

Peso corporal (kg) de las cuatro semanas del primer mes

	Peso (kg)							
	S1		S2		S3		S4	
Indicador	**H x G**	**G x J**	**H x G**	**G x J**	**H x G**	**G x J**	**H x G**	**G x J**
Numero	21	5	21	5	21	5	21	5
Promedio	38.4	37.4	40.8	40.0	44.9	44.4	48.2	47.4
Desv. Estándar	21.6	16.8	22.8	17.9	24.0	18.3	25.6	19.4
Mínimo	23	23	22	24	25	27	28	30
Máximo	89	58	96	64	102	68	108	71

Nota. Cruces raciales: Holstein x Gyr (H x G), Gyr x Jersey (G x J). Semana 1 (S1), Semana 2 (S2), Semana 3 (S3), Semana 4 (S4).

Elaborado por: Caceres Isaac (2026).

En la Tabla 2 se presentan los estadísticos descriptivos del peso corporal (kg) correspondiente a las cuatro semanas del primer mes de evaluación en terneras de los cruces H x G y G x J. En la semana uno, el cruce H x G registró un promedio de 38,4 kg, con valores mínimos y máximos de 23 y 89 kg, respectivamente, mientras que el cruce G x J presentó un promedio de 37,4 kg, con pesos entre 23 y 58 kg. Para la semana dos, el peso promedio en H x G fue de 40,8 kg, con valores comprendidos entre 22 y 96 kg, mientras que en G x J el promedio fue de 40,0 kg, con registros entre 24 y 64 kg.

En la semana tres, las terneras H x G alcanzaron un promedio de 44,9 kg, con valores mínimos de 25 kg y máximos de 102 kg, mientras que el cruce G x J presentó un promedio de 44,4 kg, con valores entre 27 y 68 kg. Finalmente, en la semana 4 se observó un peso promedio de 48,2 kg en H x G, con valores entre 28 y 108 kg, y de 47,4 kg en G x J, con registros entre 30 y 71 kg.

Tabla 3

Peso corporal (kg) de las cuatro semanas del segundo mes

	Peso (kg)							
	S5		S6		S7		S8	
Indicador	**H x G**	**G x J**	**H x G**	**G x J**	**H x G**	**G x J**	**H x G**	**G x J**
Numero	10	2	7	2	7	2	6	2
Promedio	68.8	74	58.1	80.5	61.6	88	67.8	96
Desv. Estándar	30.2	7.07	25.5	9.19	25.7	11.3	28.6	0
Mínimo	31	69	35	74	38	80	43	96
Máximo	111	79	104	87.0	106	96.0	111	96.0

Nota. Cruces raciales: Holstein x Gyr (H x G), Gyr x Jersey (G x J). Semana 5 (S5), Semana 6 (S6), Semana 7 (S7), Semana 8 (S8).

Elaborado por: Caceres Isaac (2026).

En la semana cinco, el cruce H x G registró un promedio de 68,8 kg, con valores mínimos y máximos de 31 y 111 kg, respectivamente, mientras que el cruce G x J presentó un promedio de 74,0 kg, con registros entre 69 y 79 kg. Para la semana 6, las terneras H x G alcanzaron un promedio de 58,1 kg, con valores entre

35 y 104 kg, mientras que el cruce G x J presentó un promedio de 80,5 kg, con pesos comprendidos entre 74 y 87 kg. En la semana siete, el promedio de peso en H x G fue de 61,6 kg, con valores mínimos de 38 kg y máximos de 106 kg, mientras que en G x J se registró un promedio de 88,0 kg, con valores entre 80 y 96 kg. Finalmente, en la semana 8 se observó un promedio de 67,8 kg en H x G, con registros entre 43 y 111 kg, mientras que el cruce G x J presentó un promedio de 96,0 kg, con valores mínimo y máximo de 96 kg, respectivamente. Ver Tabla 3.

Tabla 4

Peso corporal (kg) de las cuatro semanas del tercer mes

	Peso (kg)							
	S9		S10		S11		S12	
Indicador	**H x G**	**G x J**	**H x G**	**G x J**	**H x G**	**G x J**	**H x G**	**G x J**
Numero	6	2	6	2	5	2	4	2
Promedio	72	103	75.8	110	86	116	99	125
Desv. Estándar	31.9	2.83	35.0	6.36	38.2	7.07	40.5	0.707
Mínimo	45	101	45	105	50.0	111	50.0	124
Máximo	120	105	127	114	132	121	137	125

Nota. Cruces raciales: Holstein x Gyr (H x G), Gyr x Jersey (G x J). Semana 9 (S9), Semana 10 (S10), Semana 11 (S11), Semana 12 (S12).

Elaborado por: Caceres Isaac (2026).

La Tabla 4 presenta los valores del peso corporal (kg) correspondientes a las cuatro semanas del tercer mes de evaluación en terneras de los cruces H x G y G x J. En la semana nueve, el grupo H x G registró un promedio de 72 kg, con valores comprendidos entre 45 y 120 kg, mientras que en G x J se observó un promedio de 103 kg, con registros entre 101 y 105 kg. Durante la semana diez, el promedio de peso fue de 75,8 kg en H x G, con valores mínimos de 45 kg y máximos de 127 kg; por su parte, el grupo G x J presentó un promedio de 110 kg, con pesos entre 105 y 114 kg. En la semana once, las terneras H x G alcanzaron un promedio de 86 kg, con valores entre 50 y 132 kg, mientras que en G x J se registró un promedio de 116 kg, con pesos comprendidos entre 111 y 121 kg. Finalmente, en la semana doce se observó un promedio de 99 kg en H x G, con valores entre 50 y

137 kg, mientras que el grupo G x J presentó un promedio de 125 kg, con registros entre 124 y 125 kg.

Tabla 5

Altura de la cruz (cm) de las cuatro semanas del primer mes

Alturas de la Cruz (cm)								
	S1		S2		S3		S4	
Indicador	**H x G**	**G x J**	**H x G**	**G x J**	**H x G**	**G x J**	**H x G**	**G x J**
Numero	21	5	21	5	21	5	21	5
Promedio	72.5	71.8	74.0	73.8	76.1	76.0	77.1	78.4
Desv. Estándar	7.76	10.3	8.35	8.56	8.68	9.72	8.99	9.34
Mínimo	63.0	60.0	65.0	66.0	67.0	68.0	69.0	70.0
Máximo	94.0	83.0	97.0	84.0	98.0	88.0	100	89.0

Nota. Cruces raciales: Holstein x Gyr (H x G), Gyr x Jersey (G x J). Semana 1 (S1), Semana 2 (S2), Semana 3 (S3), Semana 4 (S4).

Elaborado por: Caceres Isaac (2026).

Con respecto a la altura a la cruz, la Tabla 5 muestra los estadísticos descriptivos correspondientes a las cuatro semanas del primer mes de evaluación en terneras de los cruces H x G y G x J. En la semana uno, el promedio de altura fue de 72,5 cm en H × G y de 71,8 cm en G x J, con valores que oscilaron entre 63 y 94 cm y entre 60 y 83 cm, respectivamente. Posteriormente, en la semana dos, las terneras H x G alcanzaron un promedio de 74,0 cm, mientras que en G x J el promedio fue de 73,8 cm, registrándose valores mínimos de 65 y 66 cm y máximos de 97 y 84 cm, respectivamente. Durante la semana tres, se observó un incremento en los promedios, alcanzando 76,1 cm en H x G y 76,0 cm en G x J, con registros comprendidos entre 67 y 98 cm y entre 68 y 88 cm, respectivamente. Finalmente, en la semana 4, el promedio de altura fue de 77,1 cm para H x G y de 78,4 cm para G x J, con valores mínimos de 69 y 70 cm y máximos de 100 y 89 cm, respectivamente.

Tabla 6

Altura de la cruz (cm) de las cuatro semanas del segundo mes

Alturas de la Cruz (cm)								
	S5		S6		S7		S8	
Indicador	**H x G**	**G x J**	**H x G**	**G x J**	**H x G**	**G x J**	**H x G**	**G x J**
Numero	10	2	7	2	7	2	6	2
Promedio	83.6	89.0	79.0	90.5	79.9	92.0	81.0	92.0
Desv. Estándar	10.8	1.41	7.57	0.707	7.36	0.00	8.37	0.00
Mínimo	72.0	88.0	72.0	90.0	73.0	92.0	74.0	92.0
Máximo	100	90.0	90.0	91.0	90.0	92.0	93.0	92.0

Nota. Cruces raciales: Holstein x Gyr (H x G), Gyr x Jersey (G x J). Semana 5 (S5), Semana 6 (S6), Semana 7 (S7), Semana 8 (S8).
Elaborado por: Caceres Isaac (2026).

En cuanto a la altura a la cruz durante el segundo mes de evaluación, la Tabla 6 presenta los valores descriptivos correspondientes a las semanas cinco a ocho en terneras de los cruces H x G y G x J. En la semana cinco, el promedio de altura fue de 83,6 cm en H x G y de 89,0 cm en G x J, con registros mínimos de 72 y 88 cm y máximos de 100 y 90 cm, respectivamente. Seguidamente, en la semana seis, las terneras H x G alcanzaron un promedio de 79,0 cm, mientras que en G x J se registró un promedio de 90,5 cm, con valores comprendidos entre 72 y 90 cm para H x G y entre 90 y 91 cm para G x J. Durante la semana siete, el promedio de altura fue de 79,9 cm en H x G y de 92,0 cm en G x J, con valores que oscilaron entre 73 y 90 cm y entre 92 y 92 cm, respectivamente. Finalmente, en la semana ocho, se observó un promedio de 81,0 cm en H x G y de 92,0 cm en G x J, con registros mínimos de 74 y 92 cm y máximos de 93 y 92 cm, respectivamente.

Tabla 7

Altura de la cruz (cm) de las cuatro semanas del tercer mes

Alturas de la Cruz (cm)								
	S9		S10		S11		S12	
Indicador	**H x G**	**G x J**	**H x G**	**G x J**	**H x G**	**G x J**	**H x G**	**G x J**
Numero	6	2	6	2	5	2	4	2
Promedio	82.3	93.0	82.8	93.5	85.0	96.0	87.5	97.0
Desv. Estándar	7.28	1.41	6.94	2.12	7.00	1.41	7.05	0.00
Mínimo	76.0	92.0	76.0	92.0	78.0	95.0	80.0	97.0

Máximo	93.0	94.0	93.0	95.0	93.0	97.0	94.0	97.0

Nota. Cruces raciales: Holstein x Gyr (H x G), Gyr x Jersey (G x J). Semana 9 (S9), Semana 10 (S10), Semana 11 (S11), Semana 12 (S12).
Elaborado por: Caceres Isaac (2026).

Respecto a la altura a la cruz durante el tercer mes de evaluación, la Tabla 7 presenta los valores correspondientes a las semanas nueve a doce en terneras de los cruces H x G y G x J. En la semana 9, el promedio de altura fue de 82,3 cm en H x G y de 93,0 cm en G x J, con valores mínimos y máximos de 76 y 93 cm para H x G, y de 92 y 94 cm para G x J, respectivamente. Posteriormente, en la semana 10, las terneras H x G registraron un promedio de 82,8 cm, mientras que en G x J el promedio fue de 93,5 cm, con registros entre 76 y 93 cm para H x G y entre 92 y 95 cm para G x J. Durante la semana 11, el promedio de altura alcanzó 85,0 cm en H x G y 96,0 cm en G x J, con valores comprendidos entre 78 y 93 cm y entre 95 y 97 cm, respectivamente. Finalmente, en la semana 12, se observó un promedio de 87,5 cm en H × G y de 97,0 cm en G x J, con registros entre 80 y 94 cm para H x G y entre 97 y 97 cm para G x J.

Tabla 8

Promedios de Ganancia de Peso semanal (kg) e Incremento de Altura semanal (cm) según cruces

Cruces	GPS (kg)	IAS (cm)	GPA	IAA
Holstein x Gyr	3.68	1.33	20.0	7.24
Gyr x Jersey	5.23	1.61	32.4	10.0

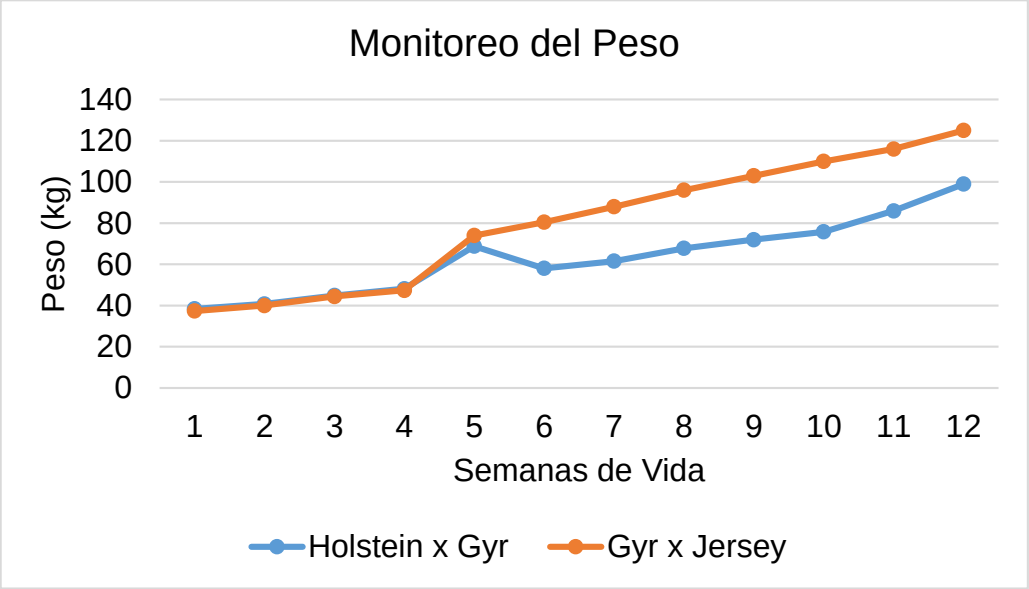
Nota. Ganancia de Peso Semanal (GPS); Incremento de Altura Semanal (cm); Ganancia de Peso Acumulada (GPA); Incremento de Altura Acumulada (IAA).
Elaborado por: Caceres Isaac (2026).

Las terneras presentaron un incremento de peso variable con respecto al peso y a la altura. El cruce Holstein x Gyr registró un promedio de ganancia de peso semanal de 3,68 kg y un incremento de altura semanal de 1,33 cm, alcanzando una ganancia de peso acumulada de 20,0 kg y un incremento de altura acumulada de 7,24 cm al finalizar el periodo de evaluación. Por su parte, el cruce Gyr x Jersey

presentó una ganancia de peso semanal promedio de 5,23 kg y un incremento de altura semanal de 1,61 cm, con una ganancia de peso acumulada de 32,4 kg y un incremento de altura acumulada de 10,0 cm durante el mismo periodo. Ver Tabla 8

Figura 1

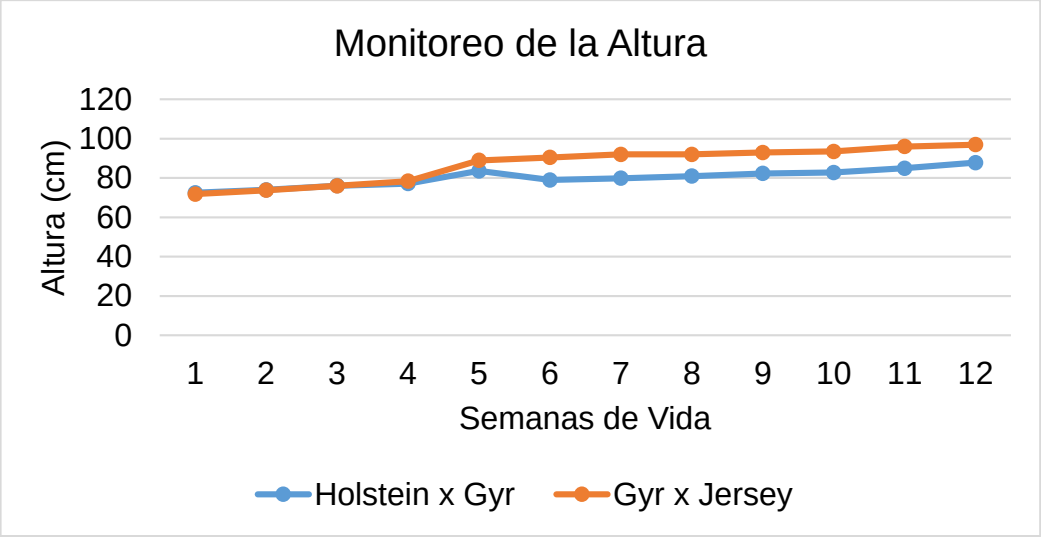
Evolución semanal del peso promedio (kg) según los cruces



Elaborado por: Caceres Isaac (2026).

Figura 2

Evolución semanal en altura promedio (cm) según los cruces



Elaborado por: Caceres Isaac (2026).

Durante el período de estudio, las terneras de ambos cruces evidenciaron un incremento progresivo de su peso corporal con algunas fluctuaciones semanales, que mostraron disparidad en el patrón de crecimiento. El cruce holstein x Gyr evidenció valores iniciales aproximados a los 38-40 kg, teniendo un incremento progresivo hasta alcanzar aproximadamente 88-90 kg hacia la semana 12, durante este seguimiento se observaron ligeras variaciones, particularmente entre la semana cinco y seis, donde se pudo observar una disminución temporal del peso promedio, tras lo cual el crecimiento continuo de forma sostenida hasta el final de la investigación. Con respecto a la altura, este cruce comenzó con valores aproximados de 70-72 cm, alcanzando aproximadamente 86-88 cm al terminar el estudio, esta variable al igual que el peso presentó una ligera disminución en la semana cinco y seis, seguida de un crecimiento progresivo durante esta semana. Ver figura 1 y 2.

Por otro lado, el cruce Gyr x Jersey comenzó con peso menores al cruce holstein x Gyr, teniendo pesos de 37-38 kg, manteniendo un incremento constante a lo largo de la semana y alcanzando valores cercanos a los 100-125 kg, lo que lo convierte en el cruce con más peso al finalizar el seguimiento. Respecto a la altura este grupo inició con alrededor de 70-72 cm, lo que demostró un crecimiento

progresivo hasta alcanzar aproximadamente 96 – 98 cm al finalizar el estudio. Ver figura 1 y 2.

4.3 Relación entre el estado de salud y el comportamiento con el ambiente proporcionado.

Se realizó el análisis de la relación entre el estado de salud y el comportamiento de las terneras con el ambiente proporcionado en el sistema de crianza artificial y los hallazgos que fueron obtenidos permitieron evidenciar cómo determinadas condiciones del entorno se asocian con indicadores clínicos y conductuales, estos parámetros fueron observados durante la evaluación de las terneras.

Tabla 9

Relación entre presencia de parásitos externos y la presencia de vectores en terneras

	Vectores		
Presencia de parasitos externos	**0 Presencia de vectores**	**2 Ausencia de vectores**	**Total**
0 Parasito visible en la piel o en el pelaje	11	0	11
2 Piel/cabello libre de parásitos externos	93	67	160
Total	104	67	171

	Valor	p
Test exacto de Fisher		0.004
N	171	

Elaborado por: Caceres Isaac (2026).

En la tabla de contingencia realizada para relacionar presencia de parásitos externos y presencia de vectores, se muestra que en todos los casos de parásitos visibles en piel o pelaje (n=11) ocurrieron en las terneras que estuvieron expuestas a presencia de vectores, mientras que no se mostraron casos de ectoparásitos en terneras no expuestas. Además, la mayoría de las terneras que estuvieron libres de parásitos externos fueron parte tanto del grupo que tuvieron presencia (n=93) como ausencia de vectores (n=67), la prueba exacta de Fisher es evidencia de una

asociación estadísticamente significativa entre ambas variables con un p = 0.004 en 171 observaciones. Ver Tabla 9.

Tabla 10

Relación entre la limpieza del pelaje y la presencia de vectores en terneras

Limpieza del pelaje	Vectores		Total
	0 Presencia de vectores	2 Ausencia de vectores	
2 Pelaje limpio, seco y brillante	80	67	147
1 Ligeramente sucio, pelaje opaco	24	0	24
Total	104	67	171

	Valor	p
Test exacto de Fisher		<.001
N	171	

Elaborado por: Caceres Isaac (2026).

Mediante esta tabla de contingencia (Tabla 10) entre el indicador limpieza de pelaje y presencia de vectores, se observó que las terneras con pelaje limpios seco y brillante si distribuyeron tanto en el grupo de presencia de vectores (n=80) como en ausencia de vectores (n=67), a diferencia de las terneras con pelaje ligeramente sucio y opaco, las cuales se muestran únicamente en presencia de vectores, sin presentarse observaciones en ausencia de vectores, la prueba exacta de Fisher respalda una asociación estadísticamente significativa entre ambas variables con un p < 0.001 en 171 observaciones.

Tabla 11

Relación entre la presencia de parásitos externos y la higiene de corrales en terneras

Presencia de parasitos externos	Higiene de corrales		Total
	0 Acumulación de suciedad incrustada	1 Bajo nivel de acumulación de suciedad	

	en paredes y pisos		
0 Parasito visible en la piel o en el pelaje	4	7	11
2 Piel/cabello libre de parásitos externos	38	122	160
Total	42	129	171

	Valor	p
Test exacto de Fisher		0.467
N	171	

Elaborado por: Caceres Isaac (2026).

En esta tabla de contingencia dónde se observa la relación entre estos dos indicadores demostró que los casos de parásitos visibles en piel o pelaje se distribuyeron tanto en corrales con acumulación de sociedad incrustada (n = 4) cómo de igual manera en corrales con bajo nivel de acumulación de sociedad (n = 7), de igual forma las terneras libres de parásitos externos se registraron en corrales Qué tienen acumulación de sociedad incrustada (n=38) y en corrales con bajo nivel de acumulación de sociedad (n=122), la prueba exacta de Fisher no evidenció asociación estadística significativa entre estas variables con un p = 0.467 en 171 observaciones. Ver Tabla 11.

Tabla 12

Relación entre la forma de movilidad e higiene de corrales en terneras

Forma de movilidad	Higiene de corrales		Total
	0 Acumulación de suciedad incrustada en paredes y pisos	1 Bajo nivel de acumulación de suciedad	
1 Lento para ponerse de pie	0	12	12

2 Se levanta y se mantiene de pie sin ayuda	42	117	159
Total	42	129	171

	Valor	p
Test exacto de Fisher		0.040
N	171	

Elaborado por: Caceres Isaac (2026).

Refiriéndonos a la relación entre el indicador forma de movilidad e higiene de corrales, se mostró que las terneras con lentitud en levantarse estuvieron presentes únicamente en corrales con bajo nivel de acumulación de suciedad (n=12), mientras que no se observaron casos en corrales con acumulación de suciedad incrustada, 0 por otro lado las terneras que se levantaron y se mantuvieron de pie sin ayuda externa estuvieron presentes tanto en corrales con acumulación de suciedad incrustada (n=42) como en corrales con bajo nivel de acumulación de suciedad (n=117), la prueba exacta de Fisher evidencia asociación estadística entre ambas variables con un p = 0.040 en 171 observaciones. Ver Tabla 12.

Tabla 13

Relación entre la distancia de evitación y animales por corral en terneras

	Animales por corral		
Distancia de evitación	**0 <1,5 m2 por animal**	**2 >1,5 m2 por animal**	**Total**
1 Se retira al intentar tocarla.	20	52	72
2 Se deja tocar fácilmente.	22	77	99
Total	42	129	171

Pruebas de χ^2

	Valor	gl	p
χ^2	0.694	1	0.405
N	171		

Elaborado por: Caceres Isaac (2026).

En esta tabla de contingencia entre distancia y evitación y número de animales por corral se pudo observar que las terneras que se retiraron al intentar tocarlas se distribuyeron tanto en corrales con menor densidad (n = 20) y en corrales con mayor densidad (n = 52), mientras que aquellas que no fueron fáciles de tocar se registraron en corrales con menor densidad (n = 22) y de mayor densidad (n = 77). La prueba de chi-cuadrado no mostró asociación estadísticamente significativa entre estas variables con un p = 0.405.com en 171 observaciones. Ver Tabla 13.

Tabla 14

Relación entre comportamiento anormales y animales por corral en terneras

Comportamiento anormales	Animales por corral		Total
	0 <1,5 m2 por animal	2 >1,5 m2 por animal	
0 Movimientos repetitivos o estereotipias frecuentes	15	36	51
2 Sin presencia de comportamientos anormales	27	93	120
Total	42	129	171

Pruebas de χ^2

	Valor	gl	p
χ^2	0.923	1	0.337
N	171		

Elaborado por: Caceres Isaac (2026).

Al analizar la relación entre comportamiento anormal y número de animales por corral se evidenció que las terneras que presentan estereotipias frecuentes están presentes tanto en corrales con menor densidad (n=15) como en corrales con mayor densidad (n=36) de animales, mientras que las terneras que no presentaron ningún tipo de comportamiento normal se registraron en corrales con menor densidad (n=27) y en mayor densidad (n=93). La prueba exacta de Fisher no demostró una asociación estadística significativa. Ver Tabla 14.

5. Discusión

Estos resultados muestran que el sistema que fue evaluado evidencia una estandarización alta en varias prácticas fundamentales del manejo, especialmente sobre el suministro de calostro, acceso al agua, frecuencia de alimentación y método de suministro de leche, lo que se acopla a lo dicho en la literatura donde se atribuye que estos componentes son pilares de la etapa pre-destete. Diversos autores señalan que el suministro oportuno y adecuado de calostro constituye la base de la salud y supervivencia neonatal, por lo que es importante debido a que garantiza una transferencia pasiva eficiente y favorecer el desarrollo gastrointestinal temprano (Nemocón-Cobos et al., 2020; Abuelo et al., 2019). Asimismo, la oferta temprana de alimento sólido y el acceso permanente al agua observados en la unidad de estudio concuerdan con lo recomendado para favorecer el desarrollo ruminal y facilitar la transición progresiva hacia dietas sólidas, tal como describen Nemocón-Cobos et al. (2020), quienes destacan que la inclusión temprana de concentrado y forraje mejora la adaptación fisiológica del tracto digestivo y reduce la dependencia prolongada de la dieta líquida.

En relación con las condiciones ambientales y de infraestructura, la ventilación, protección climática y frecuencia de limpieza constituyen factores determinantes para la salud y bienestar de las terneras. Brown et al. (2021) señalan que deficiencias en ventilación, higiene del alojamiento y manejo del espacio aumentan el riesgo de exposición a patógenos y comprometen el desempeño productivo. En ese sentido, aunque en este estudio varios indicadores ambientales alcanzan niveles aceptables, la variabilidad observada en algunas condiciones físicas del entorno refleja que aún existen aspectos susceptibles de optimización, especialmente en aquellas prácticas donde no se alcanzó uniformidad total.

De manera complementaria, estudios de campo como el de Abuelo et al. (2019) demuestran que, incluso en sistemas con guías técnicas establecidas, persisten fallas frecuentes en la implementación real de prácticas de manejo, especialmente en higiene del equipo de alimentación y control sanitario, lo cual puede explicar por qué pequeñas deficiencias en prácticas aparentemente rutinarias pueden tener impacto acumulativo sobre la salud de los animales.

Las evaluaciones del crecimiento en las terneras deben interpretarse considerando que la población evaluada estuvo conformada por cruces raciales y no por razas puras, lo cual implica una mayor variabilidad fenotípica y limita la comparación directa con tablas de referencia desarrolladas para razas específicas. Las tablas de peso y crecimiento reportadas en la literatura suelen corresponder a poblaciones genéticamente homogéneas, mientras que los animales cruzados expresan combinaciones genéticas diversas que influyen en su desempeño productivo, situación que también fue reconocida en estudios realizados en terneras bajo sistemas de crianza artificial (Bravo, 2024).

El cruce Gyr x Jersey presentó valores superiores en comparación con el cruce Holstein x Gyr, así como una mayor ganancia de peso acumulada al finalizar el período de evaluación. Esta diferencia concuerda con lo reportado por estudios en razas Gyr y sus cruzamientos, donde se destaca que la eficiencia de crecimiento no solo depende del sistema de alimentación, sino también de la composición racial y de la interacción genotipo-ambiente (Castanheira, 2023; Chaudhari et al., 2023). Por el cual, los resultados sugieren que el cruce Gyr x Jersey podría presentar una mayor eficiencia biológica para el crecimiento temprano bajo sistemas de crianza artificial.

Respecto a la altura a la cruz, ambos cruces evidenciaron un incremento progresivo a lo largo del estudio, lo cual indica un adecuado desarrollo esquelético. Sin embargo, el cruce Gyr x Jersey alcanzó mayores valores promedio al finalizar el tercer mes, manteniendo una trayectoria de crecimiento más uniforme en comparación con el cruce Holstein x Gyr, que presentó ligeras variaciones en determinadas semanas. Este comportamiento es coherente con lo descrito por Heinrichs y Lammers (2022), quienes señalan que la altura a la cruz es un indicador más estable del crecimiento estructural y menos susceptible a variaciones temporales que el peso corporal, aunque puede verse influenciada por el ritmo de crecimiento y la genética del animal.

Al contrastar los resultados obtenidos con tablas de referencia para razas lecheras, es importante señalar que la comparación se realiza de manera orientativa y no directa, debido a que las terneras evaluadas corresponden a cruces

raciales y no a razas puras. En este contexto, los valores de peso y altura observados se ubicaron dentro de rangos compatibles con los reportados para terneras Girolando, Holstein y Jersey en los primeros tres meses de vida, considerando las variaciones esperables por efecto del cruzamiento (Bravo, 2024; Penn State Extension, 2025; Heinrichs y Lammers, 2022). Esto sugiere que el sistema de crianza artificial aplicado permitió alcanzar un crecimiento acorde a referencias técnicas ampliamente utilizadas en sistemas lecheros.

Asimismo, los resultados respaldan que, bajo un manejo alimenticio adecuado y condiciones ambientales controladas, las terneras pueden expresar su potencial de crecimiento independientemente del cruce racial, aunque con diferencias en la velocidad y eficiencia del desarrollo. En concordancia con Chaudhari et al. (2023), la eficiencia de crecimiento en animales con genética Gyr está estrechamente relacionada con el manejo nutricional y con la adaptación al entorno, aspectos que parecen haber sido favorables en el sistema evaluado.

Con respecto a los indicadores de salud y comportamiento presentan relación estadísticamente significativa con componentes del ambiente, mientras que otros no muestran asociación, lo cual coincide con lo descrito por Barry et al. (2019), quienes señalan que la evaluación del bienestar en terneras requiere considerar múltiples indicadores de forma integrada, ya que no todos responden de manera uniforme a las condiciones ambientales.

En la relación entre presencia de parásitos externos y presencia de vectores se observó una asociación estadísticamente significativa, donde todos los casos de ectoparásitos visibles ocurrieron en terneras expuestas a presencia de vectores. Este hallazgo concuerda con la importancia que otorgan Barry et al. (2019) a los factores ambientales y de manejo como elementos clave en la aparición de riesgos para la salud, especialmente aquellos relacionados con higiene, control sanitario y condiciones del entorno. La presencia de vectores constituye un componente ambiental que puede favorecer directamente la aparición de problemas sanitarios cuando no existe un control adecuado.

En contraste, no se encontró asociación estadísticamente significativa entre la densidad de animales por corral y los indicadores comportamentales evaluados

(distancia de evitación y presencia de comportamientos anormales), lo que es consistente con lo reportado por Mahendran et al. (2023), quienes observaron que, aunque el tipo de alojamiento influye en ciertos comportamientos sociales, no necesariamente genera diferencias marcadas en todos los indicadores conductuales o productivos en el corto plazo. Asimismo, Abdelfattah et al. (2024) señalan que algunos cambios conductuales asociados al tipo de alojamiento pueden ser sutiles y no siempre reflejarse en diferencias estadísticamente significativas, especialmente cuando los animales se encuentran bajo condiciones de manejo aceptables.

6. Conclusiones

Se logró describir y evaluar el sistema de crianza artificial de la hacienda, identificándose prácticas adecuadas en aspectos como alimentación líquida, suministro de calostro, acceso al agua y ventilación. No obstante, se evidenciaron deficiencias principalmente en higiene ambiental, control de vectores y limpieza general de corrales, como resultado de la aplicación de las escalas se permitió evaluar el manejo y evidenciar diferencias entre áreas de alojamiento, caracterizando el sistema no solo desde un enfoque operativo, sino también en relación con su impacto potencial sobre la salud y el bienestar de las terneras.

Las terneras presentaron un crecimiento progresivo durante las doce semanas de evaluación, lo que indica que el sistema de crianza artificial permitió un desarrollo físico adecuado bajo las condiciones de manejo existentes. Se evidenciaron diferencias entre los cruces raciales, siendo el cruce Gyr x Jersey el que mostró mayor ganancia de peso semanal y acumulada, así como mayor incremento de altura a la cruz, en comparación con el cruce Holstein × Gyr, estos resultados confirman la influencia del componente genético en la tasa de crecimiento y permiten caracterizar el desempeño productivo real de los cruces presentes en la hacienda, sin establecer comparaciones directas con estándares de razas puras.

Se establecieron relaciones significativas entre el estado de salud, el comportamiento y el ambiente proporcionado, evidenciándose asociaciones entre la presencia de vectores y la ocurrencia de ectoparásitos, la limpieza del pelaje y la higiene de los corrales, así como entre la forma de movilidad y las condiciones higiénicas del alojamiento. En contraste, no se observó asociación estadística entre la densidad de animales por corral y los indicadores comportamentales evaluados. Estos resultados confirman que determinadas condiciones ambientales influyen directamente sobre indicadores observables de salud y bienestar, mientras que otros factores del entorno no necesariamente se reflejan de forma inmediata en cambios conductuales medibles.

7. Recomendaciones

Fortalecer las prácticas de higiene en corrales y control de vectores, considerando que estas variables demostraron asociación con indicadores de salud. Implementar programas más estrictos de control ambiental, incluyendo limpieza periódica de instalaciones, manejo adecuado de estiércol y medidas preventivas contra la proliferación de insectos y ectoparásitos. Realizar seguimientos longitudinales más prolongados del peso corporal, incorporando análisis individuales por ternera, lo que permitiría una evaluación más precisa del desempeño productivo bajo sistemas de crianza artificial.

Bibliografía

Abdelfattah, E. M., Aly, S. S., Lehenbauer, T. W., & Karle, B. M. (2024). *Effects of simplified group housing on behavior, welfare, growth performance, and health of preweaned dairy calves on a California dairy*. *Journal of Dairy Science*, *107*(6), 3927–3940. https://doi.org/10.3168/jds.2023-23820

Abuelo, A., Havrlant, P., Wood, N., y Hernandez-Jover, M. (2019). *An investigation of dairy calf management practices, colostrum quality, failure of transfer of passive immunity, and occurrence of enteropathogens among Australian dairy farms*. *Journal of Dairy Science*, *102*(9), 8352–8366. Https://doi.org/10.3168/jds.2019-16578

Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario (AGROCALIDAD). (2023). Guía de Buenas Prácticas Pecuarias (BPP) General (Resolución N.º 111). Quito, Ecuador Obtenido de https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2023/04/Gu%C3%ADa-de-BPP-General-jul.pdf

Alemu, Y. F., Jemberu, W. T., Mekuriaw, Z., & Abdi, R. D. (2022). *Incidence and predictors of calf morbidity and mortality from birth to 6-months of age in dairy farms of northwestern Ethiopia*. *Frontiers in Veterinary Science*, *9*, 859401. https://doi.org/10.3389/fvets.2022.859401

Alfieri, A. A., Ribeiro, J., de Carvalho Balbo, L., Lorenzetti, E., & Alfieri, A. F. (2018). *Dairy calf rearing unit and infectious diseases: diarrhea outbreak by bovine coronavirus as a model for the dispersion of pathogenic microorganisms*. *Tropical Animal Health and Production*, *50*(8), 1937–1940. Https://doi.org/10.1007/s11250-018-1592-9

Aly, S. S., Karle, B. M., Williams, D. R., Maier, G. U., & Dubrovsky, S. (2020). *Components of a risk assessment tool for prevention and control of bovine respiratory disease in preweaned dairy calves*. *Animal Health Research Reviews*, *21*(2), 153–159. Https://doi.org/10.1017/S1466252320000201

Asamblea Nacional del Ecuador. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Obtenido de: https://www.asambleanacional.gob.ec/sites/default/files/documents/old/constitucion_de_bolsillo.pdf

Barry, J., Kennedy, E., Sayers, R., de Boer, I. J. M., & Bokkers, E. A. M. (2019). *Development of a welfare assessment protocol for dairy calves from birth through to weaning. Animal Welfare (South Mimms, England)*, *28*(3), 331–344. Https://doi.org/10.7120/09627286.28.3.331

Beaver, A., Meagher, R., von Keyserlingk, M. A., y Weary, D. (2019). *A systematic review of the effects of early separation on dairy cow and calf health*. *Journal of Dairy Science*, *102*(7), 5784–5810. Https://doi.org/10.3168/jds.2018-15603

Bravo, A. A. (2024). *Ganancia de peso vivo en terneras lactantes girolandas, utilizando lactancia artificial y suplementación (balanceado)*. (Estudio de caso). Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión El Carmen, Manta, Ecuador.

Broucek, J., Uhrincat, M., Kisac, P., & Hanus, A. (2020). *Effect of different rearing during the milk-feeding period on growth of dairy calves*. *Agriculture*, *10*(8), 346. Https://doi.org/10.3390/agriculture10080346

Brown, A. J., Scoley, G., O'Connell, N., Gordon, A., Lawther, K., Huws, S. A., & Morrison, S. J. (2023). *Pre-weaned calf rearing on northern Irish dairy farms-part 2: The impact of hygiene practice on bacterial levels in dairy calf rearing environments*. *Animals: An Open Access Journal from MDPI*, *13*(6), 1109. https://doi.org/10.3390/ani13061109

Brown, A. J., Scoley, G., O'Connell, N., Robertson, J., Browne, A., & Morrison, S. (2021). *Pre-weaned calf rearing on northern Irish dairy farms: Part 1. A description of calf management and housing design*. *Animals: An Open Access Journal from MDPI*, *11*(7), 1954. https://doi.org/10.3390/ani11071954

Bulatov, E. A., & Kurmasheva, A. K. (2024). *Infectious bovine rhinotracheitis*: A brief overview. *Biosafety and Biotechnology*, *18*, 19–43. https://doi.org/10.58318/2957-5702-2024-18-19-43

Cantor, M. C., Neave, H. W., & Costa, J. H. C. (2019). *Current perspectives on the short- and long-term effects of conventional dairy calf raising systems: a*

comparison with the natural environment. *Translational Animal Science*, *3*(1), 549–563. Https://doi.org/10.1093/tas/txy144

Carulla, P., Villagrá, A., Estellés, F., & Blanco-Penedo, I. (2023). Welfare implications on management strategies for rearing dairy calves: A systematic review. Part 2 - Social management. *Frontiers in Veterinary Science*, *10*, 1154555. https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1154555

Carulla, P., Villagrá, A., Estellés, F., y Blanco-Penedo, I. (2023). *Welfare implications on management strategies for rearing dairy calves: A systematic review*. Part 1-feeding management. *Frontiers in Veterinary Science*, *10*, 1148823. Https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1148823

Castanheira, R. C. (2023). Efeito do manejo alimentar no desempenho de bezerros da raça Gir Leiteiro (Dissertação de mestrado, Instituto de Zootecnia, APTA/SAA). Nova Odessa, SP, Brasil.

Chaudhari, P. N., Kapadiya, P. S., & Gadariya, M. R. (2023). Efficiency of growth in an organized herd of Gir cattle in North Saurashtra agro-climatic region of Gujarat. Indian Journal of Animal Production and Management, 37(3), 249–253. https://doi.org/10.48165/ijapm.2023.37.3.11

Curtis, G., mcgregor Argo, C., Jones, D., & Grove-White, D. (2018). *The impact of early life nutrition and housing on growth and reproduction in dairy cattle*. *Plos One*, *13*(2), e0191687. Https://doi.org/10.1371/journal.pone.0191687

Diao, Q., Zhang, R., & Fu, T. (2019). *Review of strategies to promote Rumen development in calves*. *Animals: An Open Access Journal from MDPI*, *9*(8), 490. Https://doi.org/10.3390/ani9080490

EFSA Panel on Animal Health and Animal Welfare (AHAW), Nielsen, S. S., Alvarez, J., Bicout, D. J., Calistri, P., Canali, E., Drewe, J. A., Garin-Bastuji, B., Gonzales Rojas, J. L., Gortazar Schmidt, C., Herskin, M., Michel, V., Miranda Chueca, M. A., Padalino, B., Pasquali, P., Roberts, H. C., Spoolder, H., Stahl, K., Velarde, A., … Winckler, C. (2023). *Welfare of calves*. EFSA Journal, 21(3), e07896. https://doi.org/10.2903/j.efsa.2023.7896

Friend, T. H., & Dellmeier, G. R. (1988). *Common practices and problems related to artificially rearing calves: An ethological analysis*. *Applied Animal Behaviour Science*, *20*(1–2), 47–62. https://doi.org/10.1016/0168-1591(88)90125-6

Geiger, A. J. (2019). Review: *The pre-pubertal bovine mammary gland: unlocking the potential of the future herd*. *Animal: An International Journal of Animal Bioscience*, *13*(S1), s4–s10. Https://doi.org/10.1017/S1751731119001204

Guelbenzu, M. (2024). *Control of infectious bovine rhinotracheitis*. *Livestock*, *29*(4), 138–143. https://doi.org/10.12968/live.2024.0006

Heinrichs J. y Lammers B. . (2022). *Monitoring dairy heifer growth.* Pennsylvania State University, College of Agricultural Sciences. Obtenido de https://dairy-cattle.extension.org/wp-content/uploads/2019/08/Monitoring_Dairy_Heifer_Growth.pdf

Jessop, E., Li, L., Renaud, D. L., Verbrugghe, A., Macnicol, J., Gamsjäger, L., & Gomez, D. E. (2024). *Neonatal calf diarrhea and gastrointestinal Microbiota: Etiologic agents and Microbiota manipulation for treatment and prevention of diarrhea*. *Veterinary Sciences*, *11*(3), 108. https://doi.org/10.3390/vetsci11030108

Kellermann, L. M., Rieger, A., Knubben-Schweizer, G., & Metzner, M. (2020). *Short communication: Design and validation of a hygiene score for calves*. *Journal of Dairy Science*, *103*(4), 3622–3627. https://doi.org/10.3168/jds.2019-17536

Macêdo, A., Silva, D., Fonsêca, V., y Saraiva, E. (2019). *Bem-estar na bovinocultura leiteira*: Revisão. *Pubvet*, *13*(01). Https://doi.org/10.31533/pubvet.v13n1a255.1-11

Mahendran, S. A., Wathes, D. C., Booth, R. E., Baker, N., & Blackie, N. (2023). *Effects of individual and pair housing of calves on short-term health and behaviour on a UK commercial dairy farm*. *Animals: An Open Access Journal from MDPI*, *13*(13). https://doi.org/10.3390/ani13132140

Majeed, Q., y Alazemi, M. (2023). *Studies on neonatal calf diarrhea in Kuwait*. *Journal of the Egyptian Society of Parasitology*, *53*(2), 411–416. https://doi.org/10.21608/jesp.2023.312191

Mcallister, T., Stanford, K., Chaves, A., Evans, P., de Souza, E., y Ribeiro, G. (2020). *Nutrition, feeding and management of beef cattle in intensive and extensive production systems.* Sciencedirect.com. Https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817052-6.00005-7

Mccoard, S., Heiser, A., Lowe, K., Molenaar, A., maclean, P., Johnstone, P., Leath, S., Hoskin, S. O., & Khan, M. A. (2019). *Effect of weaning age on growth, mammary gland development, and immune function in Holstein Friesian calves fed conserved alfalfa (fiberstart)*. *Journal of Dairy Science*, *102*(7), 6076–6087. Https://doi.org/10.3168/jds.2018-15615

Medrano-Galarza, C., leblanc, S. J., devries, T. J., Jones-Bitton, A., Rushen, J., Marie de Passillé, A., Endres, M. I., & Haley, D. B. (2018). *Effect of age of introduction to an automated milk feeder on calf learning and performance and labor requirements*. *Journal of Dairy Science*, *101*(10), 9371–9384. Https://doi.org/10.3168/jds.2018-14390

Mendoza, O., y Ramirez, W. (2013). *La mortalidad de terneros(as) en sistemas de crianza artificial y amamantamiento dirigido*. Redvet. Https://www.redalyc.org/pdf/636/63628041005.pdf

Miller-Cushon, E. K., & Jensen, M. B. (2025). *Invited review: Social housing of dairy calves-Management factors affecting calf behavior, performance, and health; A systematic review*. *Journal of Dairy Science*, *108*(4), 3019–3044. https://doi.org/10.3168/jds.2024-25468

Neave, H. W., Costa, J. H. C., Benetton, J. B., Weary, D. M., & von Keyserlingk, M. A. G. (2019). *Individual characteristics in early life relate to variability in weaning age, feeding behavior, and weight gain of dairy calves automatically weaned based on solid feed intake*. *Journal of Dairy Science*, *102*(11), 10250–10265. Https://doi.org/10.3168/jds.2019-16438

Nemocón, A. M., Angulo-Arizala, J., Gallo-Mar´´ín, J. A., & Mahecha-Ledesma, L. (2020). *Alimentación: factor estratégico durante la crianza artificial de*

terneros provenientes de lecherías. *Agronomia mesoamericana: organo divulgativo del PCCMCA, Programa Cooperativo Centroamericano de Mejoramiento de Cultivos y Animales*, 803–819. https://doi.org/10.15517/am.v31i3.40217

Núñez Andrade, P. S. (2018). *Comparación de dos sistemas productivos de crianza artificial de terneros en raza Overo Colorado en la región de Los Lagos: un estudio de caso.* Universidad Austral de Chile. Obtenido de http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2018/fan973c/doc/fan973c.pdf

Oliviera, D., y Nogueira, G. (2008). *Curvas de crescimento de bezerros da raça girolando.* Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR, *[S. L.]*, v. 9, n. 1. Disponível em: https://revistas.unipar.br/index.php/veterinaria/article/view/31. Acesso em: 29 jul. 2025.

Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE). (2019). Código Sanitario para los Animales Terrestres. Capítulo 7.13: Bienestar de los animales en sistemas de producción pecuaria intensiva. Obtenido de: https://www.woah.org/es/documento/codigo-terrestre-2019/

Paes. S. (2021). *Ganho de peso de bezerras Girolando do nascimento à desmama em função da composição genética e da época de nascimento.* 2021. 27 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia) - Universidade Federal de Sergipe, Nossa Senhora da Glória.

Pared, S., Bilbao, G., Gatius, S., Alvarado, P. I., & Rubio, R. A. (2019). *Evaluación de la crianza artificial de terneros lactantes, con dos tipos de alimentación inicial*. *Informacion Tecnica Economica Agraria*. Https://doi.org/10.12706/itea.2019.011

Penn State Extension. (2025). *Growth charts for dairy heifers*. The Pennsylvania State University. https://extension.psu.edu/growth-charts-for-dairy-heifers#section-2

Peña, J. (2024). *Evaluación de un sistema de crianza artificial en terneras lecheras no destetadas en la hacienda la saban*a. Tesis pre-grado. Universidad Agraria del Ecuador.

Probo, M., & Veronesi, M. C. (2022). *Clinical scoring systems in the newborn calf*: An overview. *Animals: An Open Access Journal from MDPI*, *12*(21), 3013. Https://doi.org/10.3390/ani12213013

Robbers, L., Jorritsma, R., Nielen, M., & Koets, A. (2021). *A scoping review of on-farm colostrum management practices for optimal transfer of immunity in dairy calves*. *Frontiers in Veterinary Science*, *8*, 668639. https://doi.org/10.3389/fvets.2021.668639

Roth, B. A., Barth, K., Gygax, L., & Hillmann, E. (2009). *Influence of artificial vs. Mother-bonded rearing on sucking behaviour, health and weight gain in calves*. *Applied Animal Behaviour Science*, *119*(3–4), 143–150. Https://doi.org/10.1016/j.applanim.2009.03.004

Semenov, V., Baimukanov, D., Alentayev, A., Kirillov, N., Karynbayev, A., y Aldyakov. A. (2020). *Innovative technologies of calves rearing in dairy cattle breeding*. Nauka-nanrk.kz. Https://doi.org/10.32014/2020.2518-1467.187

Sinnott, A., Kennedy, E., y Bokkers, E. (2021). *The effects of manual and automated milk feeding methods on group-housed calf health, behaviour, growth and labour. Livestock Science*, *244*(104343), 104343. Https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104343

Sirovica, L., Ritter, C., Hendricks, J., Weary, D., Gulati, S., y von Keyserlingk, M. (2022). *Public attitude toward and perceptions of dairy cattle welfare in cow-calf management systems differing in type of social and maternal contact. Journal of Dairy Science*, *105*(4), 3248–3268. Https://doi.org/10.3168/jds.2021-21344

Smith, B. I., Cady, S. V., y Aceto, H. W. (2022). *Effect of formic acid treatment on colostrum quality, and on absorption and function of immunoglobulins: a randomized controlled trial in Holstein dairy calves*. *BMC Veterinary Research*, *18*(1). https://doi.org/10.1186/s12917-022-03418-x

Sun, D., Webb, L., van der Tol, P. P. J., & van Reenen, K. (2021). *A systematic review of automatic health monitoring in calves: Glimpsing the future from current practice*. *Frontiers in Veterinary Science*, *8*, 761468. https://doi.org/10.3389/fvets.2021.761468

Uyama T, Kelton DF, Winder CB, Dunn J, Goetz HM, leblanc SJ, et al. (2022) *Colostrum management practices that improve the transfer of passive immunity in neonatal dairy calves*: A scoping review. Plos ONE 17(6): e0269824. Https://doi.org/10.1371/journal.pone.0269824

Vang, A. L., Dorea, J. R. R., & Hernandez, L. L. (2024). *Graduate Student Literature Review: Mammary gland development in dairy cattle-Quantifying growth and development*. *Journal of Dairy Science*, *107*(12), 11611–11620. Https://doi.org/10.3168/jds.2024-25007

Verdon, M. (2021). *A review of factors affecting the welfare of dairy calves in pasture-based production systems*. *Animal Production Science*, *62*(1), 1–20. Https://doi.org/10.1071/an21139

Wang, Y., Li, Q., Chu, M., Kang, X., y Liu, G. (2023). *Application of infrared thermography and machine learning techniques in cattle health assessments:* A review. *Biosystems Engineering*, *230*, 361–387. Https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2023.05.002

Weiller, M. A. A., Schmoeller, E., Barbosa, A. A., Matos, A. D. C. De, Brauner, C. C., Corrêa, M. N., Pino, F. A. B. D., y Rabassa, V. R. (2024). *Metabolic, zootechnical, and health profile of Girolando calves conceived through in vitro fertilization. Ciencia rural*, *54*(7). Https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20220615

Welk, A., Neave, H. W., & Jensen, M. B. (2024). *Invited review: The effect of weaning practices on dairy calf performance, behavior, and health-A systematic review. Journal of Dairy Science*, *107*(8), 5237–5258. https://doi.org/10.3168/jds.2024-24521

Xue, Y., Yan, J., Cui, Y., Zhao, H., Zhang, Y., Ma, C., y Zheng, H. (2022). *The technical efficiency of beef calf production systems: Evidence from a survey in Hebei, China*. *Agriculture*, *12*(10), 1604. Https://doi.org/10.3390/agriculture12101604

Anexo 1. Hoja de registro para la valoración del manejo aplicado en el sistema de crianza artificial.

Indicador	Criterio	Escala	Puntuación
Método de alimentación	Tipo de equipo utilizado para suministrar leche.	Balde sin tetina	0
		Biberón manual	1
		Sistema automatizado	2
Frecuencia de alimentación	Número de tomas de leche por día.	1 vez/día	0
		2 veces/día	2
Higiene del equipo de leche	Estado del biberón, balde o tetina.	Sucio	0
		Medianamente limpio	1
		Limpio/desinfectado	2
Lavado del equipo de leche después de cada alimentación	Calidad del lavado del equipo de alimentación.	No se lava	0
		Solo se enjuaga	1
		Se lava con agua hirviendo o algún producto químico	2
Acceso a agua	Disponibilidad de agua potable.	No disponible	0
		Restringido	1
		Libre acceso	2
Tipo de bebedero	Sistema de suministro de agua.	Balde	0
		Automático compartido	1
		Automático individual	2
Disponibilidad de alimento sólido	Cantidad y acceso al alimento concentrado.	No disponible	0
		Disponible ad libitum	1
		Limitado	2
Estado de comederos/bebederos	Higiene y mantenimiento del equipo	Sucio	0
		Medianamente limpio	1
		Limpio	2
Condición del piso	Observación directa del suelo en el corral.	Húmedo/sucio	0
		Parcialmente seco	1

		Seco/limpio	2
Protección climática	Presencia de estructura para cubrir del clima.	Sin techo	0
		Sombra parcial	1
		Protección completa	2
Ventilación del corral	Evaluación de flujo de aire y confort térmico.	Deficiente	0
		Regular	1
		Buena	2
Aislamiento entre zonas	Separación entre zona de alimentación y descanso.	Sin división	0
		División parcial	1
		Áreas bien diferenciadas	2
Frecuencia de limpieza	Rutina de higiene de las instalaciones.	Menos de 1	0
		1-2 veces/semana	1
		A diario	2
Cantidad del calostro		<6 % del PV fuera de 12 h	0
		6-10 % del PV en las primeras 6-12 h	1
		≥12 % del PV en las primeras 6h	2
Calidad del calostro		Mezcla indiscriminado o mala higiene	0
		Primer/segundo ordeño o mezcla controlada, higiene aceptable	1
		Primer ordeño, sin mezclar, recipiente limpio/desinfectado	2
Rapidez del calostro		>6 h	0
		>2-6 h	1
		≤2 h	2

Fuente: Adaptado de Brown *et al*., 2021 y Brown *et al*., 2023. (Traducido por: Isaac Cáceres)

Anexo 2. Hoja de registro para receptar pesos y alturas de las terneras.

ID	EDAD (días)	FENOTIPO	1		2		3		4		5		6		7		8	
			PESO (kg)	ALTURA (cm)	PESO (kg)	ALTURA (cm)	PESO (kg)	ALTURA (cm)	PESO (kg)	ALTURA (cm)	PESO (kg)	ALTURA (cm)	PESO (kg)	ALTURA (cm)	PESO (kg)	ALTURA (cm)	PESO (kg)	ALTURA (cm)

Elaborado por: Peña Román (2024)

Anexo 3. Tablas de alturas y pesos recomendados para razas de terneras con biotipo lechero.

Girolando		
Edad (meses)	Peso corporal (Kg)	Altura a la cruz (cm)
1	41.6 - 55.8	76.8 - 81.9
2	67.4 - 78.8	82.7 - 87.4
3	94.6 - 110.4	87.5 - 91.4

Fuente: Bravo, 2024

Holstein		
Edad (meses)	**Peso corporal (Kg)**	**Altura a la cruz (cm)**
1	61.68 – 64.86	83.8 – 83.8
2	85.73 – 107.95	86.4 – 94.0
3	106.1 – 128.8	91.4 – 96.5

Fuente: Penn State Extension, 2025

Jersey		
Edad (meses)	**Peso corporal (Kg)**	**Altura a la cruz (cm)**
1	42.19 - 48.99	73.66 - 81.28
2	55.33 - 66.22	76.2 - 83.82
3	70.31 - 80.29	81.28 - 86.36

Fuente: Heinrichs y Lammers, 2022

Anexo 4. Hoja de registro para la valoración del estado de salud de las terneras.

ID	Fenotipo	Edad	Actitud	Movilidad	Pelaje	Nariz	Ojo	Oreja	Tos	Heces	Ombligo	Articulaciones	Temp	Lesiones	Parásitos

Descripción de puntaje de salud de Becerros		
0	**1**	**2**
	Actitud y comportamiento	
Aburrido, apático e indiferente	Aburrido, posiblemente deprimido	Brillante, alerta, receptivo
	Forma de movilidad	
Se requiere ayuda para ponerse de pie, no hay movilidad	Lento para ponerse de pie, movilidad limitada	Se mantiene de pie sin ayuda y se mueve activamente
	Limpieza del pelaje	
Pelaje sucio, enmarañado y sin brillo	Ligeramente sucio, pelaje opaco;	Pelaje limpio, seco y brillante
	Estado de los orificios nasales, con o sin cierta cantidad de fluidos nasales	
Excesiva secreción mucosa bilateral	Pequeña cantidad de mucosa turbia visible	Limpio, sin descarga
	Estado de los ojos	
Visiblemente deprimidos, secreción opaca	Ligeramente deprimido, presencia de secreción;	Brillante, pronunciado, sin secreción
	Estado y movimiento de las orejas	
Ladeo de la cabeza y orejas caídas o flácidas	Ligeramente caído, activo;	Erguido, alerta, móvil
	Presencia de tos	
Tos continua e incremento de frecuencia respiratoria	Tos espontánea;	Respiración normal
	Consistencia de las heces	
Fluida o líquida, se filtra por la cama	Semi formada y pastosa	Normal, sólido
	Estado del ombligo	
Hinchazón, inflamación del área del ombligo	Ligeramente hinchado, sensible;	Normal, sin dolor
	Estado de las articulaciones	
Inflamación con dolor severo, calor o dislocación	Inflamación leve, sin dolor y sin calor;	Normal
	Temperatura de la ternera	
>39.4°C	**38.3-39.4°C**	**37.8-38.2°C**
Elevada	Levemente Elevada;	Normal
	Cualquier daño o abrasión en la superficie de la piel	
Si		**No**
Lesiones/heridas visibles;		Ausencia de lesiones/heridas
	Presencia o ausencia de parásitos externos	
Parásito visible en la piel o en el pelaje;		Piel/cabello libre de parásitos externos.
	Mortalidad	
Si		No

Fuente: Barry et al., 2019

Anexo 5. Tabla para evaluar el comportamiento de las terneras.

Indicador	Criterio	Escala	Puntuación
Comportamiento	Observa la conducta general del animal.	Aburrido, apático, insensible.	0
		Apagado, posiblemente deprimido.	1
		brillante, alerta, receptive.	2
Movilidad	Capacidad del ternero para desplazarse sin dificultad.	Requiere asistencia para levantarse, sin movilidad.	0
		Lento para levantarse, movilidad limitada.	1
		No requiere asistencia para levantarse, movilidad activa.	2
Vocalizaciones atípicas	Vocalizaciones fuera de rutina (signo estrés).	Frecuente.	0
		Ocasional.	1
		Ausente.	2
Distancia de evitación (miedo)	Nivel de confianza o miedo ante el acercamiento humano.	Evita contacto visual, huye sin acercamiento.	0
		Se retira al intentar tocarla.	1
		Se deja tocar fácilmente.	2
Postura corporal	Arco o rigidez en la espalda (dolor/malestar).	Marcada.	0
		Algo tensa.	1
		Normal.	2
Movimiento de las orejas	Estado alerta según la posición auricular.	Inclinación de la cabeza o caída bilateral.	0
		Movimiento de la oreja o de la cabeza.	1
		Normal.	2
Interacción social	Frecuencia e iniciativa del ternero para	Evita a otros, no interactúa	0

	relacionarse con otros animales.	Interacciones limitadas o esporádicas .	1
		Interactúa activamente (juegos, proximidad, lamido).	2
Comportamiento anormal	Conductas repetitivas o inusuales.	Movimientos repetitivos o estereotipias frecuentes (chupar ombligo, morder corral).	0
		Ocasionales movimientos anormales.	1
		Sin presencia de comportamientos anormales.	2
Comportamiento alimentario	Interés y actitud del ternero durante la ingesta de leche o alimento sólido.	No se acerca al alimento ni bebe agua.	0
		Se acerca al alimento pero con poca ingesta.	1
		Come y bebe con normalidad.	2

Fuente: Adaptado de Barry et al. (2019) y EFSA Panel on Animal Health and Animal Welfare (AHAW). (2023). (Traducido por: Isaac Cáceres)

Anexo 6. Ficha para la caracterización de los factores que componen el ambiente de las terneras.

#	Temperatura	Humedad	Corrales	Bebederos	Comederos/Tetinas	Cama	Cant. Animales	Vectores
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								

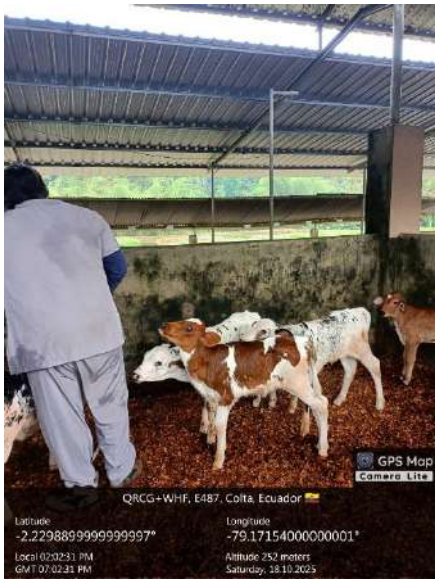
Descripción de puntaje		
0	**1**	**2**
Higiene en los corrales		
Acumulación de suciedad incrustada en paredes y pisos	Bajo nivel de acumulación de suciedad	Limpio, sin zonas húmedas
Higiene de bebederos		
Sucios	Parcialmente limpios	Limpios
Higiene de comederos/ tetinas		
Sucios	Parcialmente limpios	Limpios
Cama		
No hay cama	Cama con <10 cm de grosor	Cama 10 cm de grosor
Cantidad recomendada de animales por corral		
<1,5 m2 por animal	1,5 m2 por animal	>1,5 m2 por animal
Rangos recomendados de temperatura climática		
No deseado	**Ideal**	
<10C° o >25°C	10 – 25C°	
Rangos recomendados de humedad		
No deseado	**Ideal**	
<50% o >70%	50 – 70 %	
Vectores		
Sí	**No**	
Hay vectores	No hay vectores	

Elaborado por: Peña Roman (2024)

Anexo 7. Terneras de un mes hasta los tres meses



Anexo 8. Terneras desde el nacimiento hasta el primer mes



Anexo 9. Tomando el porcentaje de humedad



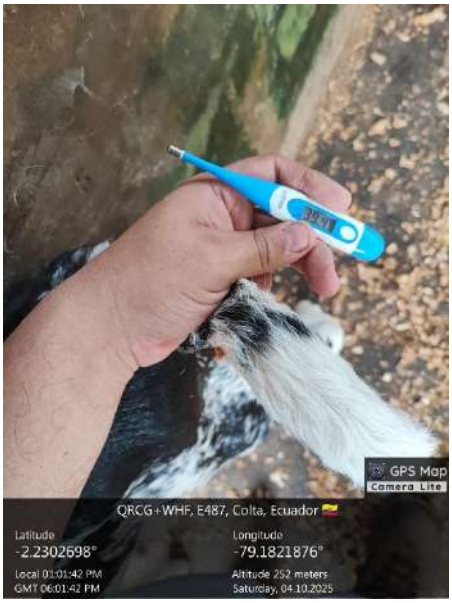
Anexo 10. Midiendo el peso con cinta para biotipo lechero



Anexo 11. Ternera recién nacida con su mamá



Anexo 12. Toma de temperatura para evaluar el estado de salud



Anexo 13. Toma del peso a terneras recién nacidas con cinta para biotipo lechero

