

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**MANEJO TÉCNICO DE GANADO LECHERO EN LA HACIENDA EL
CIPRÉS, SANTA ANA, EL SALVADOR.**

PRESENTADO POR:

KENETH JAFETH MORALES MONTOYA

**INFORME DE PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA PRESENTADO A
LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA**



CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A.

NOVIEMBRE, 2025

MANEJO TÉCNICO DE GANADO LECHERO EN LA HACIENDA EL CIPRÉS,
SANTA ANA, EL SALVADOR.

PRESENTADO POR:

KENETH JAFETH MORALES MONTOYA

SANTOS MARCELINO ESPINAL VALLADARES, M. Sc

Asesor Principal

INFORME DE PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA PRESENTADO A LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO REQUISITO PREVIO A
LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO ZOOTECNISTA

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A.

NOVIEMBRE, 2025

DEDICATORIA

A mi madre, **Flor Azucena Morales Montoya**, por su amor incondicional y fortaleza inquebrantable, por su fe constante, por no dejarme rendir y ser siempre el pilar que sostiene cada uno de mis pasos.

A mi padre, **Elden Francisco Vásquez Villanueva**, por sus enseñanzas, su apoyo constante, por enseñarme el valor del trabajo y la disciplina y por ser un ejemplo de constancia y compromiso.

A la memoria de mi abuelo, **Carlos Max Morales**, cuya vida fue un ejemplo de esfuerzo, constancia y amor por lo que se hace.

A mis hermanos, **Elden Maximiliano Vásquez Morales** y **Orianna Sofía Vásquez Morales**, por ser una fuente de inspiración para convertirme en un buen ejemplo en sus vidas, recordándome cada día la importancia de crecer no solo por uno mismo, sino también por quienes siguen nuestros pasos.

AGRADECIMIENTOS

A **Dios**, por ser mi guía constante, por brindarme la fortaleza en los momentos de dificultad y la serenidad necesaria para continuar. Por abrir caminos, incluso cuando parecía no haberlos, y por permitir que cada esfuerzo tuviera sentido.

A mi madre, **Flor Azucena Morales Montoya**, por su amor infinito, por su entrega incondicional y por enseñarme que la perseverancia y la fe son la base de todo logro.

A mi padre, **Elden Francisco Vásquez Villanueva**, por su apoyo firme y por ser un ejemplo de responsabilidad, disciplina y compromiso. Gracias por cada consejo y por recordarme siempre el valor del esfuerzo.

A mis hermanos, **Elden Maximiliano** y **Orianna Sofía**, por ser motivo de inspiración, por impulsarme a ser alguien digno de su admiración y ejemplo para sus propios caminos.

A mi **familia**, por su respaldo en cada etapa, por su comprensión ante las ausencias y su aliento en los momentos de mayor desafío.

CONTENIDO

LISTA DE TABLAS.....	viii
LISTA DE CUADROS	ix
LISTA DE FIGURAS.....	x
LISTA DE ANEXOS	xiv
RESUMEN	xv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS	2
2.1. Objetivo General.....	2
2.2. Objetivos Específicos.....	2
III. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
3.1. Importancia de la ganadería en Centroamérica.....	3
3.2. Perspectivas del sector ganadero lechero en Centroamérica	3
3.3. Importancia de la ganadería en El Salvador	3
3.4. Sistemas de producción.....	4
3.4.1. Sistema extensivo.....	4
3.4.2. Sistema semi intensivo	5
3.4.3. Sistema intensivo.....	5
3.5. Principios del manejo técnico en la ganadería bovina de leche.....	5
3.5.1. Manejo técnico	6
3.5.2. Características productivas del ganado Holstein.....	6
3.6. Diagnóstico de sistemas de producción lechera.....	6
3.6.1. Herramientas de diagnóstico técnico en fincas	6
3.6.2. Métodos para evaluar el manejo general del hato	7
3.7. Métodos para evaluar el manejo sanitario del hato.....	7

3.8. Mastitis bovina.....	8
3.8.1. Mastitis clínica	8
3.8.2. Mastitis subclínica.....	8
3.8.3. Método de detección de mastitis bovina mediante la prueba CMT (California Mastitis Test).....	9
3.8.4. Buenas prácticas de ordeño para la prevención de mastitis	9
3.9. Crianza de terneros	10
3.9.1. Etapas críticas en la crianza de terneros.....	11
3.10. Parámetros zootécnicos de evaluación del desarrollo en terneros	12
3.11. Diseño de protocolos de manejo para sistemas de producción lechera	13
3.11.1. Protocolo de sanidad animal	13
3.11.2. Protocolo de higiene en el ordeño	14
3.11.3. Protocolo de bienestar animal	14
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
4.1. Descripción del lugar	15
4.2. Materiales y equipo.....	16
4.3. Metodología	16
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
5.1. Diagnóstico técnico del sistema de producción lechera de la Hacienda El Ciprés	18
5.1.1. Composición y clasificación del hato.....	18
5.1.2. Infraestructura y recursos	20
5.1.3. Manejo alimenticio.....	20
5.1.4. Manejo productivo y rutina de ordeño	21
5.1.5. Manejo sanitario y reproductivo	22
5.1.6. Manejo ambiental y de desechos.....	23
5.1.7. Fortalezas y debilidades del sistema	24

5.2. Diagnóstico de los factores de riesgo e incidencia de mastitis en vacas Holstein de la Hacienda El Ciprés.....	24
5.2.1. Descripción del proceso de ordeño en la Hacienda El Ciprés.....	24
5.2.2. El protocolo de ordeño se desarrolla de la siguiente forma:	25
5.2.3. Cuantificación de la incidencia de mastitis en vacas en producción.....	26
5.2.4. Identificación de problemas y factores de riesgo	30
5.2.5. Acciones implementadas y manejo diferencial	32
5.2.6. Análisis bacteriológico, antibiograma y factores de riesgo asociados a la incidencia de mastitis	34
5.2.7. Recomendaciones técnicas	36
5.2.8. Interpretación técnica del análisis bacteriológico y antibiograma	36
5.3. Evaluación de las condiciones del sistema de crianza de terneros en la Hacienda El Ciprés.....	37
5.3.1. Organización de potreros y alojamiento.....	37
5.3.2. Alimentación	38
5.3.3. Manejo de leche	40
5.3.4. Manejo sanitario.....	40
5.3.5. Manejo productivo y selección de animales	43
5.4. Protocolo de buenas prácticas para el levante de terneras desde el nacimiento hasta los 12 meses de edad.....	43
5.4.1. Lineamientos técnicos generales	44
5.4.2. Manejo de leche y equipo.....	45
5.4.3. Manejo sanitario.....	46
5.5. Protocolo de buenas prácticas de ordeño para la prevención de mastitis	48
5.5.1. Etapa pre-ordeño	48
5.5.2. Etapa de ordeño.....	49
5.5.3. Lavado del sistema mecánico.....	50
5.5.4. Protocolo de vaca seca	51

5.5.5. Tratamiento de mastitis subclínica recurrente.....	51
VI. CONCLUSIONES.....	53
VII. RECOMENDACIONES	55
VIII. BIBLIOGRAFÍAS	56

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación y cantidad de grupos animales en la Hacienda El Ciprés	19
Tabla 2. Comparación general de incidencia de mastitis clínica, subclínica y afectación de cuartos durante seis semanas de evaluación en vacas Holstein – Hacienda El Ciprés, 2025.	26
Tabla 3. Porcentaje de afectación por cuarto mamario durante seis semanas de evaluación – Hacienda El Ciprés, 2025.	29
Tabla 4. Cuantificación de mastitis clínica y subclínica en vacas Holstein – Semana 1, Hacienda El Ciprés.	61
Tabla 5. Cuantificación de mastitis clínica y subclínica en vacas Holstein – Semana 2, Hacienda El Ciprés.	65
Tabla 6. Cuantificación de mastitis clínica y subclínica en vacas Holstein – Semana 3, Hacienda El Ciprés.	68
Tabla 7. Cuantificación de mastitis clínica y subclínica en vacas Holstein – Semana 4, Hacienda El Ciprés.	71
Tabla 8. Cuantificación de mastitis clínica y subclínica en vacas Holstein – Semana 5, Hacienda El Ciprés.	74
Tabla 9. Cuantificación de mastitis clínica y subclínica en vacas Holstein – Semana 6, Hacienda El Ciprés.	77

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Resultados del análisis bacteriológico y antibiograma en vacas con mastitis clínica y subclínica – Hacienda El Ciprés, 2025	35
Cuadro 2. Programa sanitario aplicado en terneros.....	42
Cuadro 3. Protocolo resumido de buenas prácticas para el levante de terneras (0–12 meses) en la Hacienda El Ciprés	47
Cuadro 4. Alimentación para el levante de terneras desde el nacimiento hasta los 12 meses de edad	48
Cuadro 5. Protocolo general de buenas prácticas de ordeño para la prevención de mastitis – Hacienda El Ciprés, 2025	52

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la Hacienda El Ciprés	15
Figura 2. Comparación de la incidencia de mastitis subclínica y clínica en vacas Holstein durante seis semanas de evaluación quincenal – <i>Hacienda El Ciprés</i>	27
Figura 3. Evolución del porcentaje de cuartos mamarios afectados durante seis semanas de evaluación quincenal – <i>Hacienda El Ciprés</i>	28
Figura 4. Afectación porcentual por cuarto mamario en vacas Holstein durante seis semanas de evaluación – <i>Hacienda El Ciprés</i>	30
Figura 5. Incidencia de mastitis subclínica según grado de afectación en vacas Holstein – Semana 1, <i>Hacienda El Ciprés</i>	62
Figura 6. Incidencia de mastitis clínica según grado de afectación en vacas Holstein – Semana 1, <i>Hacienda El Ciprés</i>	62
Figura 7. Comparación de incidencia de mastitis clínica y mastitis subclínica entre vacas y cuartos afectados en vacas Holstein – Semana 1, <i>Hacienda El Ciprés</i>	63
Figura 8. Distribución de cuartos afectados por grado de mastitis – Semana 1, <i>Hacienda El Ciprés</i>	64
Figura 9. Incidencia de mastitis subclínica según grado de afectación en vacas Holstein – Semana 2, <i>Hacienda El Ciprés</i>	65
Figura 10. Incidencia de mastitis clínica (Grado 4) en vacas Holstein – Semana 2, <i>Hacienda El Ciprés</i>	66
Figura 11. Comparación de incidencia de mastitis clínica y subclínica entre vacas y cuartos afectados – Semana 2, <i>Hacienda El Ciprés</i>	66
Figura 12. Distribución de cuartos afectados por grado de mastitis – Semana 2, <i>Hacienda El Ciprés</i>	67

Figura 13. Incidencia de mastitis subclínica según grado de afectación en vacas Holstein – Semana 3, <i>Hacienda El Ciprés</i>	68
Figura 14. Incidencia de mastitis clínica (Grado 4) en vacas Holstein – Semana 3, <i>Hacienda El Ciprés</i>	69
Figura 15. Comparación de incidencia de mastitis clínica y subclínica entre vacas y cuartos afectados – Semana 3, <i>Hacienda El Ciprés</i>	69
Figura 16. Distribución de cuartos afectados por grado de mastitis – Semana 3, <i>Hacienda El Ciprés</i>	70
Figura 17. Incidencia de mastitis subclínica según grado de afectación en vacas Holstein – Semana 4, <i>Hacienda El Ciprés</i>	71
Figura 18. Incidencia de mastitis clínica (Grado 4) en vacas Holstein – Semana 4, <i>Hacienda El Ciprés</i>	72
Figura 19. Comparación de incidencia de mastitis clínica y subclínica entre vacas y cuartos afectados – Semana 4, <i>Hacienda El Ciprés</i>	72
Figura 20. Distribución de cuartos afectados por grado de mastitis – Semana 4, <i>Hacienda El Ciprés</i>	73
Figura 21. Incidencia de mastitis subclínica según grado de afectación en vacas Holstein – Semana 5, <i>Hacienda El Ciprés</i>	74
Figura 22. Incidencia de mastitis clínica (Grado 4) en vacas Holstein – Semana 5, <i>Hacienda El Ciprés</i>	75
Figura 23. Comparación de incidencia de mastitis clínica y subclínica entre vacas y cuartos afectados – Semana 5, <i>Hacienda El Ciprés</i>	75
Figura 24. Distribución de cuartos afectados por grado de mastitis – Semana 5, <i>Hacienda El Ciprés</i>	76
Figura 25. Incidencia de mastitis subclínica según grado de afectación en vacas Holstein – Semana 6, <i>Hacienda El Ciprés</i>	77
Figura 26. Incidencia de mastitis clínica (Grado 4) en vacas Holstein – Semana 6, <i>Hacienda El Ciprés</i>	78
Figura 27. Comparación de incidencia de mastitis clínica y subclínica entre vacas y cuartos afectados – Semana 6, <i>Hacienda El Ciprés</i>	78

Figura 28. Distribución de cuartos afectados por grado de mastitis – Semana 6, <i>Hacienda El Ciprés</i>	79
Figura 29. Consumo de concentrado lechero en silo por turno de comida y grupo de vacas en producción.	85
Figura 30. Consumo de concentrado lechero después del ordeño por turno de comida y grupo de vacas en producción.	86
Figura 31. Registro individual del número de vaca en el sistema AFIFARM.	87
Figura 32. Sistema de captación pluvial mediante techos y canales en la Hacienda El Ciprés.....	87
Figura 33. Tanques de almacenamiento de agua provenientes de la captación pluvial.	87
Figura 34. Vehículo cisterna o pipa para el transporte de agua en la hacienda.....	88
Figura 35. Terneras en el corral de alimentación durante la etapa de levante.....	88
Figura 36. Potreros y cunas utilizadas en el área de crianza de terneros.....	88
Figura 37. Suministro manual de leche con biberón (“pepe”) a terneros.....	89
Figura 38. Equipo inmovilizador hidráulico utilizado para el procedimiento de despezñado.....	89
Figura 39. Ejecución del proceso de despezñado en vaca mediante el inmovilizador hidráulico.....	89
Figura 40. Marcas e identificación visual de vacas tras evaluación reproductiva por el médico veterinario.	90
Figura 41. Ejecución del despunte durante el proceso de ordeño.	90
Figura 42. Aplicación del pre-sellado en la rutina de ordeño.....	90
Figura 43. Secado del pezón previo a la colocación de las pezoneras.	91
Figura 44. Colocación de las pezoneras durante el ordeño mecánico.....	91
Figura 45. Retiro manual de pezoneras después del ordeño profundo.....	91
Figura 46. Aplicación del post-sellado tras finalizar el ordeño.....	92
Figura 47. Preparación del reactivo CMT para la evaluación de mastitis subclínica....	92
Figura 48. Obtención de los primeros chorros de leche para la prueba CMT.....	92

Figura 49. Aplicación del reactivo CMT sobre la paleta para la evaluación diagnóstica.	93
Figura 50. Paleta con reacción positiva al CMT, indicando presencia de mastitis subclínica.	93
Figura 51. Marcaje con marcador verde en la cola de vaca positiva a mastitis subclínica.	93
Figura 52. Marcaje en glúteos que indica el pezón afectado por infección mamaria. ..	94
Figura 53. Cubo plástico destinado a la recolección de leche de vacas tratadas con antibióticos.....	94
Figura 54. Separador de leche utilizado para aislar el cuarto mamario infectado.....	94
Figura 55. Pizarra de control sanitario con vacas en tratamiento y observaciones clínicas.	95
Figura 56. Marca visual en vacas para el control de días postparto.	95
Figura 57. Sonda esofágica utilizada para alimentación de terneros.....	95
Figura 58. Personal del área de terneros leyendo el protocolo de levante de terneras de 0 a 12 meses.....	96
Figura 59. Personal del ordeño revisando el protocolo de buenas prácticas de ordeño.	96
Figura 60. Personal del ordeño consultando el protocolo de pre-ordeño.	96
Figura 61. Reubicación de cunas en el potrero de terneros.	97
Figura 62. Alimentación de terneros con leche en balde.....	97
Figura 63. Equipos de pasteurización y tanque enfriador de leche.	97
Figura 64. Procedimiento de descorne con aplicación de pasta cáustica.	98
Figura 65. Tanques de almacenamiento de leche producida en la Hacienda El Ciprés.	98

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Diagnostico semanal de mastitis subclínica y mastitis clínica en la Hacienda El Ciprés.....	61
Anexo 2. Protocolo de buenas prácticas de ordeño para la prevención de mastitis en la Hacienda El Ciprés.	80
Anexo 3. Protocolo de lavado del sistema de ordeño mecánico, antes y después del ordeño (Dairy-Tensolac).....	82
Anexo 4. Registro manual de resultados de pruebas CMT durante el periodo de evaluación en la Hacienda El Ciprés.	82
Anexo 5. Resultados del análisis bacteriológico y antibiograma de muestras de leche emitido por LAB VET.....	83
Anexo 6. Protocolo de buenas prácticas para el levante de terneras desde el nacimiento hasta los 12 meses de edad en la Hacienda El Ciprés.	84
Anexo 7. Consumo de concentrado lechero por turno de comida y grupo de vacas en producción en la Hacienda El Ciprés.	85
Anexo 8. Registro de producción diaria de leche en la Hacienda El Ciprés.	86

Morales Montoya, K. J. 2025. Manejo técnico de ganado lechero en la Hacienda El Ciprés, Santa Ana, El Salvador. Trabajo Profesional Supervisado. Ingeniería en Zootecnia. Universidad Nacional de Agricultura, Catacamas, Honduras C.A. P 114.

Resumen

El presente trabajo de práctica supervisada (TPS) se desarrolló en la Hacienda El Ciprés, un sistema de producción de leche ubicado en el cantón Buenos Aires, Chalchuapa, departamento de Santa Ana, El Salvador. La hacienda opera bajo un modelo semiintensivo especializado en la raza Holstein, situada entre los 1,600 y 1,800 m s. n. m., con una temperatura promedio de 18 °C. El objetivo principal fue evaluar el manejo sanitario y operativo del sistema de producción, con énfasis en la prevención de mastitis y el fortalecimiento del proceso de levante de terneras. Para ello, se llevaron a cabo actividades de diagnóstico técnico, aplicación de la prueba California Mastitis Test (CMT), análisis bacteriológico y antibiograma, complementadas con la formulación de protocolos ajustados a las condiciones del sistema productivo. Los resultados evidenciaron una mayor prevalencia de mastitis subclínica (42.99 %) en comparación con la mastitis clínica (2.35 %), identificándose *Escherichia coli* y *Staphylococcus haemolyticus* como los principales agentes etiológicos. La implementación de medidas correctivas, como el uso adecuado del pre y post sellado, la desinfección de pezoneras y la separación de animales afectados, contribuyó a reducir nuevos casos y a mejorar la calidad higiénico-sanitaria de la leche. Asimismo, se elaboraron protocolos de buenas prácticas de ordeño y manejo de terneras orientados a estandarizar las rutinas, promover la bioseguridad y fortalecer el bienestar del hato. Estas acciones, basadas en la observación directa y en los registros del personal técnico, reflejaron el compromiso con la mejora continua del sistema productivo.

Palabras clave: producción lechera, mastitis, ordeño, terneras, sanidad animal.

I. INTRODUCCIÓN

La producción de leche bovina en Centroamérica representa una actividad económica de gran importancia, tanto por su contribución al producto interno bruto agropecuario como por el impacto social que genera a través de la generación de empleo y el abastecimiento de alimentos de alto valor nutricional. En El Salvador, la ganadería bovina ha tenido históricamente un valor relevante dentro del sector agropecuario, participando activamente en el sustento económico de miles de familias rurales. No obstante, factores como el limitado uso de tecnologías modernas, la baja productividad y los desafíos sanitarios, entre ellos la incidencia de enfermedades como la mastitis, han afectado el desarrollo sostenido de este sector (Acosta *et al* 2013).

La necesidad de fortalecer las prácticas técnicas de manejo en la Hacienda El Ciprés, ubicada en Santa Ana, El Salvador, donde se maneja un hato de aproximadamente 400 vacas Holstein puras en un sistema de producción semiintensivo, ordeñadas diariamente mediante equipos de ordeño mecánico. La optimización de los procesos productivos, la implementación de protocolos de buenas prácticas y la mejora de las condiciones de bienestar y sanidad animal no solo aportaron al incremento de la productividad interna del sistema de producción bovina, sino que también tuvieron un impacto positivo en la cadena de valor láctea a nivel local.

El siguiente trabajo profesional supervisado (TPS) tuvo como propósito evaluar las estrategias técnicas de manejo integral orientadas a optimizar el bienestar, la salud y la productividad de vacas lecheras y manejo de terneros en etapa de crianza, dentro del sistema de producción bovina de la Hacienda El Ciprés. Se plantearon acciones específicas que incluyeron la realización de un diagnóstico preliminar del sistema productivo, la identificación de factores de riesgo asociados a la mastitis, la evaluación de las condiciones de crianza de los terneros y el diseño de protocolos de buenas prácticas.

II. OBJETIVOS

2.1.Objetivo General

Evaluar las estrategias técnicas de manejo integral orientadas a optimizar el bienestar, la salud y la productividad de vacas lecheras y manejo de terneros en etapa de crianza, dentro del sistema de producción bovina de la Hacienda El Ciprés.

2.2. Objetivos Específicos

Realizar un diagnóstico preliminar del sistema de producción de leche en la Hacienda El Ciprés, con énfasis en los aspectos sanitarios y de manejo general del hato.

Determinar los principales factores de riesgo asociados a la incidencia de mastitis en las vacas lecheras de la Hacienda El Ciprés.

Evaluar las condiciones actuales del sistema de crianza de terneros, considerando parámetros de sanidad, alimentación, alojamiento y manejo.

Elaborar un protocolo de buenas prácticas para el levante de terneras desde el nacimiento hasta los 12 meses de edad, orientado a garantizar su adecuado crecimiento, salud y desarrollo productivo dentro del sistema de producción.

Establecer un protocolo de buenas prácticas de ordeño que contribuya a la prevención de mastitis.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Importancia de la ganadería en Centroamérica

La ganadería bovina es uno de los pilares del sector agropecuario en Centroamérica, representando aproximadamente el 1.3% del PIB regional y cerca del 20% del PIB agropecuario. Su relevancia va más allá del aporte económico directo, pues genera empleo para más del 20% de la fuerza laboral agropecuaria, particularmente a través de los sistemas ganaderos familiares, que conforman el 86% de las explotaciones en la región. Estos sistemas, caracterizados por fincas pequeñas de menos de 18 hectáreas, cumplen un rol clave en la seguridad alimentaria rural y en la economía doméstica de miles de familias campesinas. La ganadería participa activamente en el comercio regional y tiene un impacto significativo en el uso del suelo, con alrededor del 20% del territorio destinado a pastos para esta actividad (Acosta *et al* 2013).

3.2. Perspectivas del sector ganadero lechero en Centroamérica

Las perspectivas para el sector lechero en Centroamérica son alentadoras, ya que en la última década se ha observado un crecimiento sostenido tanto en la producción como en el consumo de leche. Países como El Salvador muestran un escenario especialmente favorable, al combinar incrementos en la oferta y en la demanda interna. No obstante, existe una marcada heterogeneidad entre países; mientras algunos, como Guatemala y Nicaragua, han expandido su producción rápidamente, el crecimiento del consumo no ha seguido el mismo ritmo, lo que representa un desafío para la sostenibilidad del sector. En general, se vislumbra una expansión potencial del sector, condicionada por la capacidad de aumentar la productividad, mejorar el estatus sanitario y dinamizar el consumo per cápita, especialmente entre los hogares de menores ingresos (Acosta *et al* 2013)

3.3.Importancia de la ganadería en El Salvador

La ganadería ha sido históricamente una actividad de gran peso económico y social en El Salvador, especialmente por su aporte al producto interno bruto agropecuario, donde representa aproximadamente una tercera parte, siendo la ganadería bovina su componente más significativo. A inicios del siglo XXI, esta actividad generaba más de 150,000 empleos directos en áreas como la producción, el transporte y el procesamiento, lo cual evidencia su impacto en la economía rural y nacional. Sin embargo, el sector ha enfrentado múltiples desafíos, como la disminución del hato, los bajos niveles de productividad, el manejo artesanal y la resistencia a la adopción de tecnologías modernas (Antecedentes y situación actual del sector ganadero y técnicas israelitas s.f.).

El sector está conformado por aproximadamente 65,000 ganaderos, de los cuales una mayoría pertenece a sistemas de subsistencia, con explotaciones pequeñas y bajos rendimientos de producción de leche, estimados entre 5.5 a 6.0 botellas por vaca al día. Esto contrasta con el potencial productivo observado en sistemas especializados, que apenas representan el 3 % del total, pero han logrado importantes mejoras gracias a la inversión tecnológica y a programas de asistencia técnica como el MAG-CENTA-PROLECHE (Antecedentes y situación actual del sector ganadero y técnicas israelitas s.f.).

3.4. Sistemas de producción

3.4.1. Sistema extensivo

Constituyen una estrategia ganadera basada en el aprovechamiento eficiente de los recursos naturales mediante el pastoreo, especialmente en áreas con suelos no aptos para la agricultura intensiva. Este sistema se caracteriza por el uso de especies ganaderas autóctonas, adaptadas a las condiciones ecológicas locales, y por una baja carga ganadera por unidad de superficie. La alimentación se fundamenta en pastos naturales y subproductos agrícolas. Esta modalidad permite generar productos de alta calidad, aunque enfrenta desafíos relacionados con la estacionalidad de la producción y una comercialización poco eficiente (Bellido *et al* 2001, pp. 466–467).

3.4.2. Sistema semi intensivo

Se caracteriza por la estabulación permanente del ganado, el uso intensivo de tecnología y la administración controlada de insumos. Este modelo implica una infraestructura especializada que incluye salas de ordeño mecánico, almacenamiento de forrajes y distribución regular de concentrados altamente energéticos, entre ellos harinas de cereales y subproductos industriales. La principal ventaja de este enfoque es el notable incremento en la productividad, alcanzando niveles de hasta 40 litros de leche diarios por vaca, cifra muy superior a la obtenida en sistemas extensivos (Amorim *et al* s.f.).

3.4.3. Sistema intensivo

Se basa en la maximización del rendimiento por unidad de superficie mediante el uso eficiente de recursos como la tierra, los alimentos concentrados, la genética animal y la tecnología. En este modelo, las fincas manejan altas cargas animales, generalmente superiores a 3 unidades animales por hectárea, y requieren una planificación alimentaria estratégica, que incluye el uso de pasturas mejoradas, forrajes conservados y suplementos no forrajeros. Este enfoque, si bien intensivo, puede ser sostenible siempre que se integre con prácticas adecuadas de manejo del suelo, el agua y los efluentes, así como una adecuada protección del entorno natural (Pérez J, 2017)

La sostenibilidad en los sistemas intensivos de lechería tropical implica también combinar adecuadamente genética, sanidad y nutrición para lograr animales productivos, sanos y adaptados al medio. Esto requiere, además, un manejo cuidadoso de la reproducción, la lactancia y el crecimiento de las crías. Tecnologías como el pastoreo rotacional intensivo y los bancos forrajeros permiten mantener la productividad durante todo el año, reduciendo costos operativos y aumentando la eficiencia. A través de un monitoreo adecuado de indicadores productivos como el intervalo entre partos, la producción individual y la carga animal, las fincas intensivas pueden alcanzar altos niveles de rentabilidad sin comprometer la conservación de los recursos naturales. (Pérez J, 2017).

3.5. Principios del manejo técnico en la ganadería bovina de leche

3.5.1. Manejo técnico

Hace referencia a la aplicación sistemática de conocimientos científicos, técnicos y empíricos que permiten optimizar la salud, productividad y bienestar del hato bovino. Esta práctica no solo se enfoca en el cumplimiento de requerimientos básicos como alimentación, agua, vacunación y control parasitario, sino también en la planificación estratégica del manejo reproductivo, la organización de los potreros, el monitoreo constante del estado de los animales y el registro detallado de sus procesos productivos. Es una herramienta clave para prevenir enfermedades, reducir pérdidas económicas y elevar los estándares de eficiencia dentro del sistema pecuario (Ballina G, 2010).

3.5.2. Características productivas del ganado Holstein

El ganado Holstein es ampliamente reconocido en los sistemas de producción lechera intensiva y semiintensiva debido a su alta capacidad productiva, su eficiencia en la conversión alimenticia y su notable adaptación a diferentes sistemas de manejo. Esta raza, originaria de Europa, ha sido mejorada genéticamente a lo largo del tiempo para maximizar el volumen de leche producida, alcanzando rendimientos diarios que superan, en condiciones óptimas, los 30 litros por vaca. (Vitela *et al* 2005).

3.6. Diagnóstico de sistemas de producción lechera

3.6.1. Herramientas de diagnóstico técnico en fincas

En los sistemas de producción pecuaria, la implementación de herramientas de diagnóstico técnico constituye una estrategia fundamental para establecer un panorama real y objetivo de la situación productiva. Estas herramientas, como encuestas estructuradas, entrevistas directas a productores y talleres participativos, permiten recolectar datos clave relacionados con instalaciones, sanidad animal, reproducción, alimentación y comercialización. El empleo de metodologías como el análisis estructural facilita no solo la recopilación ordenada de información, sino también la priorización de variables críticas que influyen directamente en la productividad. Este enfoque técnico y

participativo garantiza una mayor precisión en la identificación de problemas y fortalezas dentro del sistema de producción. El diagnóstico, por tanto, no se limita a describir, sino que sirve como punto de partida para la planificación estratégica orientada al desarrollo sostenible (Arroyo De La Cruz, 2013).

3.6.2. Métodos para evaluar el manejo general del hato

Estos métodos deben sustentarse en un conjunto de indicadores zootécnicos que permitan valorar el rendimiento productivo, sanitario y reproductivo del sistema. Entre los métodos más utilizados se encuentran el análisis de parámetros como el número de vacas en ordeño por hectárea, litros de leche producidos por vaca por día, tasa de reemplazo, y eficiencia reproductiva. Asimismo, se consideran aspectos como la frecuencia de ordeño, calidad de los forrajes utilizados, tipo de alimentación, sistemas de reproducción empleados (inseminación artificial o monta natural), así como el historial sanitario del hato. (Arroyo De La Cruz, 2013).

3.7. Métodos para evaluar el manejo sanitario del hato

Se deben considerar prácticas sistemáticas que garanticen la prevención, control y tratamiento adecuado de enfermedades. Un método efectivo consiste en observar rutinas de salud animal tales como la vacunación, el control de parásitos, la atención a animales enfermos y el registro de tratamientos veterinarios. Además, el monitoreo del bienestar general del hato a través de inspecciones visuales periódicas, la detección temprana de signos clínicos y la revisión de condiciones de higiene en áreas de alimentación, descanso y ordeño (National Cattlemen's Beef Association, 2020).

Asimismo, los registros sanitarios juegan un papel fundamental en la trazabilidad de enfermedades, la programación de intervenciones preventivas y la toma de decisiones informadas. La integración de estos métodos con una capacitación constante del personal garantiza un enfoque proactivo hacia la salud animal, reduciendo los riesgos de contagio, las pérdidas económicas y mejorando el rendimiento productivo del hato (National Cattlemen's Beef Association, 2020).

3.8. Mastitis bovina

La mastitis, tanto en su forma clínica como subclínica, representa una de las principales afecciones que comprometen el bienestar animal y la rentabilidad en los sistemas de producción lechera. Esta patología afecta directamente la glándula mamaria, disminuye el rendimiento y calidad de la leche, incrementa los recuentos de células somáticas y genera pérdidas económicas por descartes, tratamientos, y tiempo de retiro de la leche (Martínez *et al* 2016).

Además, el dolor asociado a la inflamación reduce el confort y el comportamiento natural de las vacas, siendo considerado un indicador negativo de bienestar. Factores como la higiene deficiente de los animales, el diseño inadecuado de las instalaciones y la presencia de barro son condiciones que incrementan su incidencia. Por ello, la mastitis no solo debe abordarse como un problema sanitario, sino como una señal de desequilibrio entre producción intensiva y bienestar animal, lo que exige implementar protocolos de prevención ajustados al contexto productivo (Martínez *et al* 2016).

3.8.1. Mastitis clínica

Constituye una inflamación evidente de la glándula mamaria, manifestada por signos visibles tanto en la ubre como en la leche. Esta forma de la enfermedad se caracteriza por la presencia de enrojecimiento, tumefacción, calor, dolor al tacto y, en casos graves, síntomas sistémicos como fiebre, letargo y anorexia. La leche afectada presenta cambios notables como la presencia de grumos, pus, sangre o alteraciones en su color y consistencia, lo que reduce drásticamente su calidad y valor comercial. En algunos casos, la infección puede evolucionar a formas crónicas, manteniéndose por largos periodos y dificultando el tratamiento. La mastitis clínica suele estar asociada a infecciones por agentes contagiosos como *Staphylococcus aureus* o *Streptococcus agalactiae*, los cuales ingresan a través del canal del pezón y se diseminan fácilmente durante el ordeño si no se toman las medidas de bioseguridad necesarias (Bolaños *et al* 2012).

3.8.2. Mastitis subclínica

La mastitis subclínica una de las principales causas de pérdida económica en la industria lechera debido a su curso silencioso y persistente. A diferencia de la forma clínica, esta no presenta signos externos visibles en la ubre ni en la leche, lo que dificulta su detección durante las rutinas de ordeño. Su presencia se evidencia a través de un aumento en el recuento de células somáticas, superando generalmente las 200,000 células/mL, lo que indica una posible infección intramamaria. Este tipo de mastitis puede afectar tanto a vacas individuales como a múltiples cuartos mamarios dentro de un mismo animal, con prevalencias que varían ampliamente entre rebaños. Los agentes etiológicos pueden ser contagiosos o ambientales, y la transmisión ocurre principalmente durante el proceso de ordeño, a través de equipos o personal contaminado (Erskine 2020).

3.8.3. Método de detección de mastitis bovina mediante la prueba CMT (California Mastitis Test)

Es uno de diagnóstico más empleados a nivel de campo para la detección de mastitis subclínica en bovinos lecheros. Su funcionamiento se basa en la estimación cualitativa del número de células somáticas presentes en la leche, lo que permite inferir el grado de inflamación en la glándula mamaria. Consiste en mezclar un volumen igual de leche y reactivo en una paleta de cuatro compartimentos, correspondiente a cada cuarto de la ubre, y observar la formación de un gel como respuesta a la lisis de leucocitos. La intensidad de la gelificación es directamente proporcional a la concentración celular, y, por ende, al grado de infección. Aunque no proporciona resultados cuantitativos precisos, su simplicidad, bajo costo y aplicabilidad inmediata en el sitio de ordeño la convierten en una herramienta valiosa para el tamizaje rutinario del hato. No obstante, su interpretación puede variar entre operadores, y existe posibilidad de falsos positivos en vacas recién paridas o al final de la lactancia. A pesar de estas limitaciones, la CMT presenta una alta sensibilidad y especificidad, lo que respalda su utilidad como prueba preliminar para la toma de decisiones en el manejo sanitario del rebaño (Bedolla *et al* 2007).

3.8.4. Buenas prácticas de ordeño para la prevención de mastitis

Representan una estrategia fundamental para la prevención de mastitis bovina, al reducir significativamente el riesgo de infecciones intramamarias mediante un control riguroso de la higiene durante todo el proceso de extracción de leche. Estas prácticas inician con la adecuada limpieza del área de ordeño, el uso de utensilios desinfectados y el correcto manejo del animal, evitando situaciones de estrés que puedan afectar su inmunocompetencia. Asimismo, el ordeñador debe mantener una higiene estricta, incluyendo el lavado de manos y el uso de vestimenta exclusiva para la actividad, minimizando así la transmisión de agentes patógenos. Durante el ordeño, el lavado y secado de pezones con materiales limpios es esencial, al igual que la aplicación de un sellador desinfectante una vez finalizada la extracción, especialmente en ordeños sin la presencia del ternero (FAO 2011).

3.9. Crianza de terneros

Es uno de los pilares fundamentales en la eficiencia futura del sistema lechero, en esta fase se forja el potencial genético y productivo de los animales de reemplazo. Factores como una correcta alimentación, adecuada infraestructura, manejo sanitario y condiciones ambientales óptimas permiten no solo mejorar la ganancia de peso durante el periodo pre-destete, sino también reducir la morbilidad y mortalidad. En este sentido, se ha comprobado que una ganancia de peso superior a 650 gramos diarios puede aumentar en más de mil litros la producción de leche durante la primera lactancia, en comparación con terneros que crecen a ritmos inferiores. Asimismo, minimizar la incidencia de enfermedades respiratorias o digestivas exige mantener la higiene del entorno, asegurar una buena ventilación, y aplicar protocolos de alimentación basados en leche de calidad y suministro oportuno de calostro (Iraira *et al* 2014).

Además de las condiciones físicas y sanitarias, la crianza debe garantizar el cumplimiento de las cinco libertades del bienestar animal, considerando aspectos como confort, interacción social y comportamiento natural. Esto incluye permitir el acceso constante a agua fresca, la oferta de alimento sólido desde la segunda semana de vida, el manejo grupal con lotes homogéneos, y el uso de materiales que proporcionen camas secas y térmicamente aislantes. También se recomienda el uso de tetinas en lugar de baldes para la administración de leche, ya que esto favorece una ingesta fisiológica y reduce

conductas de estrés como la succión cruzada. De igual forma, el destete debe realizarse de manera progresiva, asegurando que el ternero haya desarrollado una ingesta mínima de concentrado antes de suspender la leche, con el fin de evitar deficiencias nutricionales y alteraciones del comportamiento (Iraira *et al* 2014).

3.9.1. Etapas críticas en la crianza de terneros

3.9.1.1. Calostrado

El calostrado constituye la base de la inmunidad pasiva del ternero, siendo una práctica crítica que define su salud y desempeño productivo futuro. Al nacer, el ternero carece de inmunoglobulinas debido a la estructura placentaria de la vaca, lo que obliga a una rápida administración de calostro rico en anticuerpos. Para asegurar una absorción eficiente, se recomienda suministrar al menos cuatro litros dentro de las primeras seis horas de vida, coincidiendo con la máxima capacidad intestinal para captar inmunoglobulinas intactas. Esta ventana de absorción, conocida como “open gut”, comienza a cerrarse a las seis horas del nacimiento y culmina a las 24 horas. La calidad del calostro debe evaluarse, idealmente, mediante un refractómetro digital de Brix, considerándose óptimo un valor superior al 21 %, equivalente a más de 50 mg/mL de IgG. A su vez, es indispensable que el calostro esté libre de bacterias, ya que estas pueden interferir en la absorción inmunitaria y favorecer la aparición de enfermedades (Miqueo *et al* 2017).

3.9.1.2. Alimentación

En bovinos lecheros, la alimentación del ternero durante la crianza artificial debe enfocarse en satisfacer sus requerimientos nutricionales sin comprometer la cantidad de leche disponible para la comercialización. En la primera etapa, se recomienda el suministro diferido de leche o yogurt, comenzando con 6 litros diarios hasta los 30 días y reduciendo a 3 o 4 litros hasta el destete, lo que permite alcanzar adecuadas ganancias de peso y un destete menos estresante. Paralelamente, la inclusión progresiva de piensos de inicio ricos en energía y proteínas favorece el desarrollo ruminal y acelera la transición a alimentos sólidos. En condiciones de bajos insumos, los reemplazantes lecheros

formulados con ingredientes locales como levadura torula, suero de leche o almidones, han demostrado ser eficaces y más económicos que la leche comercial. Además, la oferta de raciones integrales que combinen concentrados con forrajes molidos mejora la conversión alimenticia y permite mantener la salud digestiva en ambientes tropicales (Ybalmea 2015).

3.9.1.3. Alojamiento

Las condiciones climáticas extremas, como el frío, la lluvia y el viento, generan situaciones de estrés térmico que exigen un gasto energético adicional para mantener la temperatura corporal, comprometiendo así el desarrollo y la salud del animal. El uso de reparos naturales o artificiales —como jaulas, rollos de pasto, tinglados o capas impermeables— permite mitigar estos efectos adversos, en especial durante los primeros días de vida. Asimismo, la implementación de camas secas y aislantes contribuye a conservar el calor corporal al reducir la pérdida por conducción. Estos factores deben ser considerados al momento de planificar los espacios de crianza, para garantizar condiciones adecuadas durante todo el año, especialmente en temporadas climáticas rigurosas (Osacar *et al* 2008).

3.10. Parámetros zootécnicos de evaluación del desarrollo en terneros

La medición de variables como ganancia de peso, altura a la cruz y consumo de alimento permite evaluar de manera objetiva el desarrollo de los terneros durante su etapa de crecimiento. En un estudio experimental realizado en Boyacá, Colombia, se evaluó el efecto de la suplementación con alimento fermentado en estado sólido (FES) a base de papa y zanahoria sobre estos parámetros. Los terneros suplementados con 6 g/kg/PV de FES (tratamiento T2) presentaron mejoras significativas en ganancia de peso, alzada a la cruz y eficiencia alimenticia en comparación con un grupo control. Dichos resultados evidencian que el uso de FES no solo optimiza el crecimiento de los animales, sino que también representa una alternativa económica frente al concentrado comercial, al reducir los costos de alimentación sin comprometer el rendimiento zootécnico (Rodríguez *et al* 2021).

3.11. Diseño de protocolos de manejo para sistemas de producción lechera

Permite establecer una guía estructurada para las actividades cotidianas de la explotación, enfocándose en la obtención de leche segura y de alta calidad. Estos protocolos deben contemplar todos los aspectos de la producción, desde la sanidad animal, la nutrición, la higiene en el ordeño, hasta el bienestar del ganado. La estandarización de prácticas garantiza la trazabilidad, reduce los riesgos sanitarios y promueve la sostenibilidad. Además, permite a los productores responder a exigencias del mercado y cumplir con los marcos regulatorios nacionales e internacionales en materia de inocuidad alimentaria (FAO *et al* 2012).

Un protocolo bien diseñado debe adaptarse a las características del sistema de producción, los recursos disponibles y las condiciones regionales. La capacitación del personal, la actualización constante de las prácticas y el registro sistemático de información son pilares fundamentales para asegurar su eficacia (FAO *et al* 2012).

3.11.1. Protocolo de sanidad animal

Requiere un enfoque preventivo y planificado, orientado a preservar la salud del grupo animal y la productividad del sistema. La intensificación de la producción, el mayor estrés de los animales y la concentración de ejemplares en espacios reducidos aumentan la vulnerabilidad frente a enfermedades infecciosas, metabólicas y reproductivas. Por tanto, se hace imprescindible establecer un plan sanitario integral que contemple la identificación de riesgos por categoría animal, el control del estrés y el fortalecimiento del sistema inmune. El registro sistemático de datos sobre morbilidad, mortalidad y tratamientos aplicados permite cuantificar los resultados y evaluar el impacto económico de las intervenciones sanitarias (Mayo *et al* 2015).

Este protocolo debe contemplar programas específicos como la prevención de mastitis mediante el control de la salud de ubres y el chequeo del equipo de ordeño, el manejo de la cría y recría con especial atención al calostro y control de diarreas, así como la planificación estratégica de vacunaciones y desparasitaciones adaptadas a cada categoría

del rodeo. Es clave respetar las indicaciones del fabricante de biológicos, las condiciones de conservación y el estado fisiológico de los animales. Asimismo, se deben establecer medidas de bioseguridad ante el ingreso de nuevos animales, monitorear la situación sanitaria del conjunto de animales vecinos y asegurar la capacitación continua del personal. La sanidad debe concebirse como una inversión estratégica y no como un gasto operativo (Mayo *et al* 2015).

3.11.2. Protocolo de higiene en el ordeño

Un protocolo adecuado debe contemplar condiciones físicas del local de ordeño, características de los equipos, capacitación del personal y procedimientos rutinarios de limpieza y desinfección. Las instalaciones deben diseñarse para evitar la contaminación de la leche, con superficies lavables, sistemas de drenaje efectivos, ventilación suficiente, agua potable disponible y separación física respecto de otras áreas potencialmente contaminantes. Asimismo, es indispensable un control riguroso sobre la limpieza y mantenimiento del equipo de ordeño y refrigeración, con el fin de garantizar condiciones higiénicas constantes (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino 2009).

Los equipos de ordeño y almacenamiento deben limpiarse y desinfectarse tras cada uso. El tanque de leche debe mantenerse entre 0 °C y 8 °C, según la frecuencia de recogida, y su funcionamiento debe verificarse diariamente. También se debe asegurar una rutina establecida para el control de residuos de antibióticos, presencia de inhibidores y parámetros microbiológicos (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino 2009).

3.11.3. Protocolo de bienestar animal

Nos permite evaluar y mejorar de manera sistemática las condiciones en las que se crían los terneros, basándose en principios de alimentación, alojamiento, salud y comportamiento. Combina indicadores directos, obtenidos del propio animal, e indirectos, relacionados con los recursos y prácticas de manejo, facilitando así un diagnóstico integral del entorno productivo (Strappini *et al* 2021).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Descripción del lugar

La presente TPS se realizó en el sistema de producción de leche de la Hacienda El Ciprés, ubicada en el Cantón Buenos Aires, ciudad de Chalchuapa, en el municipio de Santa Ana Oeste, en el departamento de Santa Ana, en la zona occidental de El Salvador. Se encuentra entre las coordenadas geográficas $14^{\circ}09'25''$ y $13^{\circ}50'56''$ de latitud norte, y $89^{\circ}37'16''$ y $89^{\circ}44'47''$ de longitud oeste. La Hacienda El Ciprés se encuentra entre 1,600 metros sobre el nivel del mar y 1,800 metros sobre el nivel del mar, la temperatura promedio es de 18° centígrados (Mapcarta, s.f.).

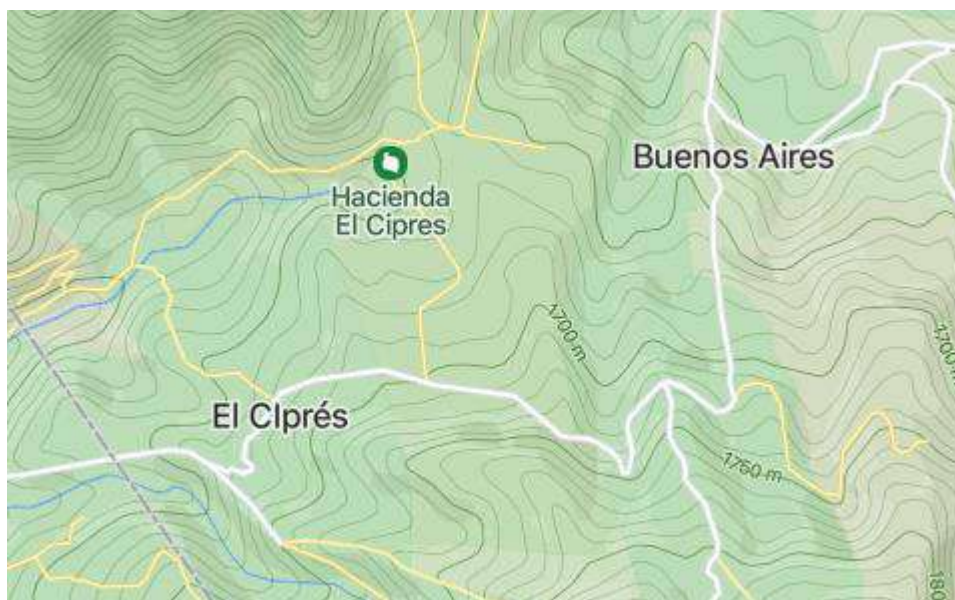


Figura 1. Ubicación de la Hacienda El Ciprés

4.2. Materiales y equipo

Se utilizó libreta de campo, lápiz, borrador, tablero, artículos científicos, informes técnicos, documentos sobre buenas prácticas, computadora, teléfono celular, botas de hule, máquinas de ordeño, yogos (para almacenar leche), lazos, pizarra, ordeñador de cuarto, crayola verde para marcar ganado, yodo (utilizado como sellador) y equipo de prueba de CMT, balanza para pesar terneros, laboratorio para pruebas de mastitis.

4.3. Metodología

Inicialmente, se realizó un diagnóstico preliminar del sistema de producción de leche. Para ello, se aplicaron entrevistas estructuradas al personal de la Hacienda El Ciprés, complementadas con la observación directa de las actividades diarias. Se recopiló información relacionada con el manejo reproductivo, los protocolos sanitarios, los procedimientos de ordeño mecánico, el manejo de la alimentación y la infraestructura disponible, lo que permitió construir una visión detallada del funcionamiento del sistema y detectar, a partir del análisis de la información, las fortalezas, posibles debilidades y oportunidades de mejora del sistema productivo.

Simultáneamente, se desarrolló una evaluación precisa de los factores de riesgo asociados a la mastitis en vacas Holstein. Se implementó una metodología sistemática que incluye la inspección clínica de las ubres, la revisión minuciosa de registros sanitarios y la aplicación del California Mastitis Test (CMT) para detectar mastitis subclínica. A las vacas que resultaron positivas a la prueba se les recolectó una muestra de leche, la cual fue enviada a un laboratorio especializado para realizar cultivos bacteriológicos, con el fin de identificar los agentes patógenos involucrados. Asimismo, se evaluaron las condiciones higiénico-sanitarias del equipo de ordeño mecánico y se observaron directamente las prácticas del personal durante el proceso de extracción de leche, tomando en cuenta aspectos como la higiene de pezones, la limpieza de utensilios y la secuencia del procedimiento.

Respecto al manejo de los terneros, se llevó a cabo una evaluación de las condiciones actuales del sistema de crianza, enfocándose en parámetros de sanidad, alimentación,

alojamiento y manejo. Se realizó observación directa de los animales y de las instalaciones de crianza, análisis de la calidad del calostro suministrado, evaluación de los protocolos de alimentación, y revisión de registros de salud neonatal. Además, se entrevistó al personal encargado para documentar las prácticas vigentes.

A partir de los resultados obtenidos, se diseñó un protocolo de buenas prácticas para el manejo integral y el levante de terneras desde su nacimiento hasta los 12 meses de edad. Este protocolo propuso lineamientos técnicos para contribuir al desarrollo de los animales, enfocándose en la nutrición adecuada, la prevención de enfermedades, la higiene de las instalaciones, el bienestar animal y la correcta administración de calostro.

De igual forma, se elaboró un protocolo en el que se propusieron buenas prácticas de ordeño, adaptado al sistema mecánico utilizado en la Hacienda El Ciprés, que contemplan medidas de higiene personal, sanitización del equipo, manejo correcto de los pezones antes y después del ordeño, monitoreo de la salud mamaria y registro de incidencias. El objetivo fue contribuir a la prevención de mastitis.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Diagnóstico técnico del sistema de producción lechera de la Hacienda El Ciprés

La Hacienda El Ciprés desarrolla un sistema de producción de leche semi-intensivo, basado en el manejo de un hato especializado de raza Holstein.

El hato está conformado por aproximadamente 828 animales, incluyendo vacas en ordeño, vacas secas, novillas inseminadas y preñadas, terneras en distintas etapas, toretes y toros de reproducción.

La finca abarca cerca de 100 manzanas, con 50 potreros habilitados para pastoreo, sembrados principalmente con pasto estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*).

La producción promedio del hato oscila entre 11,100 y 11,250 litros diarios, con un rendimiento individual de 25 a 27 litros por vaca en ordeño. La totalidad de la producción es recolectada diariamente por una pipa y enviada a Quesos de Metapán.

5.1.1. Composición y clasificación del hato

El hato se organiza en grupos según su nivel productivo, estado fisiológico y condición sanitaria. La identificación se realiza mediante cuerdas de colores y aretes numerados, actualizados semanalmente durante el “cambio de patio”, momento en el cual los animales son redistribuidos según producción, preñez, parto o condición corporal.

Durante el ordeño, cada vaca es identificada mediante un número registrado en el sistema AFIFARM, instalado en computadoras ubicadas en cada punto de la sala de ordeño. Una vez ingresada la identificación, el sistema muestra información detallada como edad del

animal, días abiertos, días en leche (DEL), días preñada, estado de lactancia y producción promedio.

El software AFIFARM centraliza la información productiva y reproductiva del hato. De manera complementaria, se mantienen registros manuales en cuadernos donde se documentan partos, nacimientos, muertes, servicios, genealogías, tratamientos y ventas.

Tabla 1. Clasificación y cantidad de grupos animales en la Hacienda El Ciprés

Grupos	Descripción	Cantidad de animales
Dobles	Vacas de alta producción	111
Azules	Vacas de media producción	96
Zetas/frescas	Vacas recién paridas	26
Rencas	Vacas con cojeras y lesiones podales	8
Rojo	Novillas de primer parto	74
Amarillas	Vacas de baja producción	65
Buches	No se entran en los puntos de alimentación de los corrales	2
Verdes	Vacas próximas a secar	55
Vacas horras	Vacas con más de 220 días de gestación	32
Novillas preñadas	Novillas en su primera gestación	95
Novillas inseminadas	Novillas de 12 meses hasta diagnóstico positivo de gestación	71
Terneras 1	Hembras de 2.5 a 5 meses de edad	40
Terneras 2	Hembras de 5 a 6 meses de edad	47
Terneras 3	Hembras de 6 a 11 meses de edad	46
Vacas próximas	Vacas a 30 días del parto	7
Novillas próximas	Novillas a 21 días del parto	12
Teneros recién nacidos	Hembras en cuna	27
Toros	Reproductores activos	4
Total, de animales		828

Fuente: Elaboración propia con base en registros productivos de la *Hacienda El Ciprés* y sistema de monitoreo AfiFarm, 2025.

5.1.2. Infraestructura y recursos

- **Sala de ordeño:** Sistema mecanizado de 12 puntos con retiro automático. Se realizan dos ordeños diarios, de 1:30 a.m. a 7:30/8:00 a.m. y de 1:30 p.m. a 7:30/8:00 p.m., ordeñando aproximadamente 420 vacas por turno.
- **Almacenamiento de leche:** La leche es conservada en un tanque de refrigeración, recolectada diariamente por Lácteos Metapán, en pipas con capacidad de 15,750 litros, previamente desinfectadas por el personal.
- **Suministro de agua:** Captación pluvial mediante techos, canales y pilas conectadas a tanques de aproximadamente 65,000 litros. En época seca, el abastecimiento se complementa con dos pipas diarias (7:00 a.m. y 12:00 p.m.), priorizando la sala de ordeño. La distribución interna se realiza mediante siete pilas principales, y cada pipa transporta alrededor de 12,750 litros de agua.
- **Área de pastoreo:** 50 potreros con pasto estrella africana, en buen estado sanitario y con rotación planificada.
- **Personal operativo:** 20 trabajadores, de los cuales 6 se encargan del ordeño (dos turnos de tres personas con rotación quincenal). Los demás se distribuyen en labores de alimentación, arreo, limpieza, manejo de terneras y supervisión general.
- **Asistencia veterinaria:** Revisiones quincenales y aplicación mensual de pruebas CMT para control de mastitis subclínica.

Dos trabajadores están asignados específicamente a la observación sanitaria de los animales, detectando signos de enfermedad o cambios de comportamiento para su pronta atención.

5.1.3. Manejo alimenticio

El sistema alimenticio combina pastoreo diario con suplementación de silo de maíz y concentrado balanceado, ajustado según grupo productivo.

Las vacas reciben silo de maíz y concentrado peletizado antes del ordeño, y concentrado en harina después del ordeño. Las raciones varían entre 3 y 16 libras por vaca, según nivel de producción.

En cuanto a las terneras, la alimentación se distribuye de la siguiente manera:

- **Primer lote (3 meses, 30 animales):** 1.5 lb de concentrado + 2 lb de silo, dos veces al día.
- **Segundo lote (6 meses, 48 animales):** 2 lb de concentrado + 4 lb de silo, dos veces al día.
- **Tercer lote (>9 meses):** 3 lb de concentrado + 4 lb de silo, una vez al día.

5.1.4. Manejo productivo y rutina de ordeño

El ordeño se realiza de la siguiente manera:

1. Ingreso de vacas al área de espera según grupo.
2. Lavado y desinfección del sistema previo al ordeño, conforme al protocolo del fabricante Tensolac.
3. Despunte.
4. Pre-sellado de pezones con yodo, dejando actuar durante 30 segundos.
5. Secado de los pezones.
6. Registro del número de vaca en el sistema AFIFARM.

7. Colocación de pezoneras y conexión al sistema mecanizado con retiro automático.
8. Post-sellado y traslado del animal al área de alimentación.

El lavado del equipo de ordeño se realiza conforme a las indicaciones del fabricante Tensolac, empleando soluciones alcalinas y ácidas que garantizan la desinfección y eliminación de residuos grasos y proteicos.

5.1.5. Manejo sanitario y reproductivo

El manejo sanitario y reproductivo se fundamenta en la prevención, observación directa y registro continuo, combinando información física y digital.

Manejo sanitario:

- **Recorte de pezuñas:** semanal, con equipo especializado.
- **Control de mastitis:** mediante pruebas CMT mensuales y ordeño individual de cuartos afectados con *quarter milker*.
- **Vacunación:** Fiebre carbonosa y complejo bacteriano (*Biobac 7 vías*).
- **Desparasitación:** *Albendazol* mensual en terneros y *Dectomax* trimestral o semestral en adultos.
- **Vitaminización:** *Catosal* y *Vigantol* cada dos meses.

Dos empleados realizan recorridos diarios de observación para detectar signos clínicos, alteraciones en la locomoción o cambios de comportamiento en los animales. Los casos identificados se reportan al encargado o al médico veterinario para su valoración correspondiente; sin embargo, en situaciones de emergencia, el personal a cargo de los recorridos actúa de inmediato para atender al animal, conforme a su experiencia.

Manejo reproductivo

Los registros manuales incluyen partos, inseminaciones, diagnósticos de preñez y tratamientos hormonales, los cuales se complementan con los datos digitalizados en AFIFARM.

Las evaluaciones reproductivas son realizadas por un médico veterinario (M.V.) cada quince días. En estas visitas se efectúan palpaciones rectales y diagnósticos de aptitud reproductiva, clasificando a las vacas como preñadas, vacías, anéstricas o aptas para inseminación. Asimismo, se identifican patologías uterinas o infecciones del tracto reproductivo y se registran los tratamientos aplicados.

Para casos de anestro, irregularidad ovárica o persistencia de cuerpo lúteo se utilizan protocolos hormonales con el fin de sincronizar los celos y mejorar la eficiencia reproductiva, destacando:

- **Prostal (Prostaglandina F2 α):** induce la regresión del cuerpo lúteo y reinicia el ciclo estral; se aplica también en casos de piometra o endometritis.
- **Protocolo Ovsynch:** combina GnRH – PGF2 α – GnRH para sincronizar la ovulación e inseminar a tiempo fijo.

La detección de celo se realiza mediante observación directa y parches indicadores.

5.1.6. Manejo ambiental y de desechos

Los residuos generados durante el proceso de ordeño, junto con el estiércol proveniente de los corrales, son conducidos hacia una fosa de almacenamiento de efluentes orgánicos, ubicada a cierta distancia de las instalaciones principales de la hacienda. En esta estructura se acumulan tanto los desechos sólidos como los líquidos. Posteriormente, el material almacenado es extraído una vez al año y aplicado como abono orgánico en los mismos potreros y áreas de cultivo forrajero.

5.1.7. Fortalezas y debilidades del sistema

Fortalezas:

- Hato especializado de la Holstein.
- Sistema de ordeño mecanizado.
- Alimentación balanceada y disponibilidad de forraje propio.
- Personal capacitado y distribución clara de funciones.
- Control veterinario y sanitario periódico.
- Sistema eficiente de captación y distribución de agua.
- Integración de tecnología AFIFARM y registros manuales.

Debilidades:

- Dependencia de pipas de agua.
- Protocolos escritos limitados para ordeño y manejo de terneras.
- Registros productivos parcialmente empíricos.
- Jornada de ordeño prolongada con alta carga laboral.

5.2. Diagnóstico de los factores de riesgo e incidencia de mastitis en vacas Holstein de la Hacienda El Ciprés

5.2.1. Descripción del proceso de ordeño en la Hacienda El Ciprés

El proceso de ordeño en la Hacienda El Ciprés inicia a la 1:30 a.m., siendo la primera de las dos jornadas diarias.

Previo al inicio, se realiza la inspección completa del equipo de ordeño, verificando el funcionamiento de las unidades, la limpieza del tanque de almacenamiento y la disponibilidad del pre-sellador, post-sellador y papel para la limpieza de los pezones, distribuidos en cada uno de los 12 puntos de la sala.

Mientras el personal prepara la sala, el primer grupo de vacas se alimenta con silo de maíz y concentrado antes de ingresar al área de espera, ubicada frente a la sala de ordeño.

Desde este espacio, las vacas ingresan en grupos, ocupando cada una un punto de ordeño.

5.2.2. El protocolo de ordeño se desarrolla de la siguiente forma:

1. Inspección de la ubre y cierre del punto mediante una cadena posterior.
2. Limpieza de la ubre y los pezones, aplicando agua en caso de suciedad visible.
3. Aplicación del pre-sellador y despunte.
4. Secado con toallas limpias y secas.
5. Identificación manual de la vaca en el sistema y colocación de la unidad de ordeño.
6. Retiro automático de las pezoneras al detectarse la interrupción del flujo de leche por más de 15 segundos por parte del sistema.
7. Aplicación del post-sellador y salida del animal, permitiendo el ingreso del siguiente.

Durante todo el ordeño, los tres operadores permanecen atentos a:

- Detección de celo (por observación directa y comportamiento).

- Signos de mastitis clínica al momento del despunte.

- Lesiones, golpes o signos de enfermedad.

Finalizada la jornada, se realiza el lavado completo de la sala y del equipo de ordeño, asegurando la inocuidad y preparación de los utensilios para la siguiente sesión (1:30 p.m.).

5.2.3. Cuantificación de la incidencia de mastitis en vacas en producción

Durante seis semanas de monitoreo, realizadas de forma intercalada se aplicó las pruebas California Mastitis Test (CMT) a la totalidad del hato en ordeño, con el objetivo de cuantificar la incidencia de mastitis clínica y subclínica, así como determinar su grado de afectación (ver **Anexo 1**).

Resultados comparativos correspondientes a las seis semanas de diagnóstico

Tabla 2. Comparación general de incidencia de mastitis clínica, subclínica y afectación de cuartos durante seis semanas de evaluación en vacas Holstein – Hacienda El Ciprés, 2025.

Semana	Nº de vacas evaluadas	% Vacas con MSC	% Vacas con MC	% Total vacas afectadas	% Cuartos afectados
Semana 1	443	10.15	2.88	13.03	2.88
Semana 2	446	35.20	3.36	38.56	12.46
Semana 3	417	34.53	2.88	37.41	12.44
Semana 4	420	33.80	3.33	37.13	12.14
Semana 5	414	42.99	0.97	43.96	18.23
Semana 6	420	16.43	0.71	17.14	5.25

Fuente: Elaboración propia con base en resultados del CMT aplicados a vacas Holstein en ordeño durante seis semanas quincenales, *Hacienda El Ciprés*, 2025.

Representación gráfica

Los resultados muestran que la mastitis subclínica presentó una variación considerable entre semanas, oscilando entre 10.15 % y 42.99 %, mientras que la mastitis clínica se mantuvo relativamente baja, con valores entre 0.71 % y 3.36 %. Este comportamiento es frecuente en sistemas intensivos y semi-intensivos, donde la forma subclínica predomina debido a la persistencia de infecciones intramamarias de curso silencioso (Figura 2).

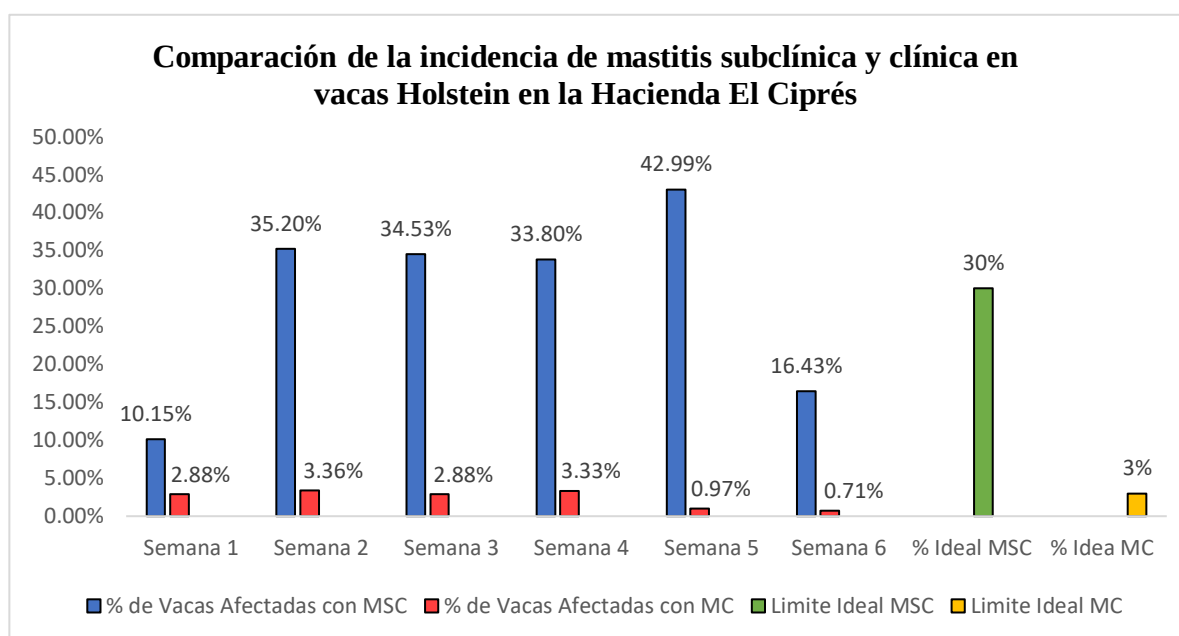


Figura 2. Comparación de la incidencia de mastitis subclínica y clínica en vacas Holstein durante seis semanas de evaluación quincenal – *Hacienda El Ciprés*.

Fuente: Elaboración propia con base en registros del CMT. *Hacienda El Ciprés*, 2025.

Al comparar estos resultados con la literatura, la incidencia de mastitis clínica observada en la Hacienda El Ciprés se mantuvo en los niveles recomendados por Harmon (1994), quien señala que en hatos bien manejados los casos clínicos deberían ubicarse por debajo del 3 %. Durante cuatro de las seis semanas evaluadas, los valores obtenidos se mantuvieron dentro de este rango ideal.

Por otro lado, la prevalencia de mastitis subclínica mostró valores que en varias semanas superaron el umbral de referencia reportado para hatos latinoamericanos, donde las

prevalencias suelen oscilar en un 30% (Ruegg, 2017). En particular, las semanas 2, 3, 4 y 5 registraron porcentajes superiores a 33 %, e incluso un máximo de 42.99 % en la semana 5. Esto indica la presencia de factores de riesgo asociados al manejo, higiene del ordeño y condiciones ambientales que favorecen la infección intramamaria persistente.

Los resultados muestran la progresión de cuartos afectados a lo largo del periodo de evaluación, con valores que variaron entre 2.88 % en la semana 1 y 18.23 % en la semana 5. Esta tendencia refleja, de manera paralela, el comportamiento observado en la mastitis subclínica, lo que confirma la relación directa entre el incremento de infecciones intramamarias y la afectación de múltiples cuartos en una misma vaca (Figura 3).

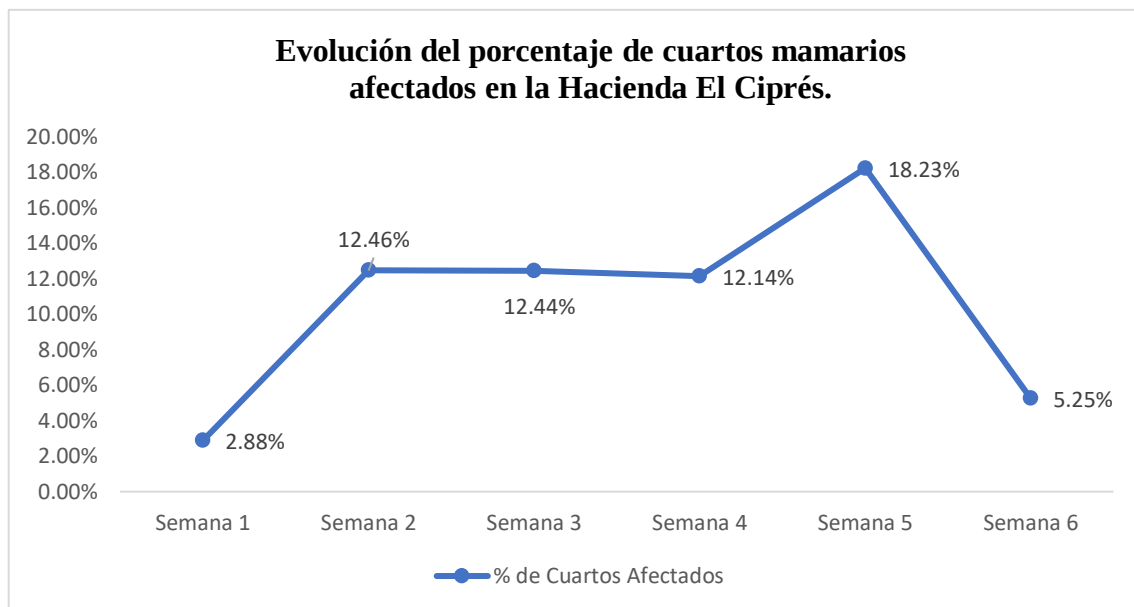


Figura 3. Evolución del porcentaje de cuartos mamarios afectados durante seis semanas de evaluación quincenal – *Hacienda El Ciprés*.

Fuente: Elaboración propia con base en registros del CMT, *Hacienda El Ciprés*, 2025.

El incremento observado en semanas intermedias se debe a factores estacionales (humedad, barro), fallas temporales en la rutina de ordeño, o variaciones en la limpieza y desinfección del equipo. La reducción observada en la semana 6, en cambio, es debido a que las medidas de corrección implementadas durante el proceso de evaluación y las condiciones climáticas más favorables contribuyeron a mejorar temporalmente la salud mamaria.

Porcentaje de afectación por cuarto mamario

Durante el análisis de los cuartos afectados a lo largo de seis semanas de evaluación, se identificó el nivel de incidencia que presentó cada cuarto mamario.

Tabla 3. Porcentaje de afectación por cuarto mamario durante seis semanas de evaluación – Hacienda El Ciprés, 2025.

Cuarto	Total, de casos	Porcentaje (%)
AI	230	20.8
AD	266	24.0
PI	306	27.7
PD	304	27.5
TOTAL	1106	100%

Fuente: Elaboración propia con base en resultados del CMT aplicados a vacas Holstein en ordeño durante seis semanas quincenales, *Hacienda El Ciprés*, 2025.

Representación gráfica

Los datos consolidados sobre afectación por cuarto mamario evidencian una mayor prevalencia de infección en los cuartos posteriores, específicamente PI (27.7 %) y PD (27.5 %). Los cuartos anteriores mostraron porcentajes menores (AI: 20.8 %; AD: 24.0 %). Este patrón es ampliamente descrito en la literatura y se asocia principalmente a la exposición diferencial de los cuartos a agentes ambientales (Figura 4).

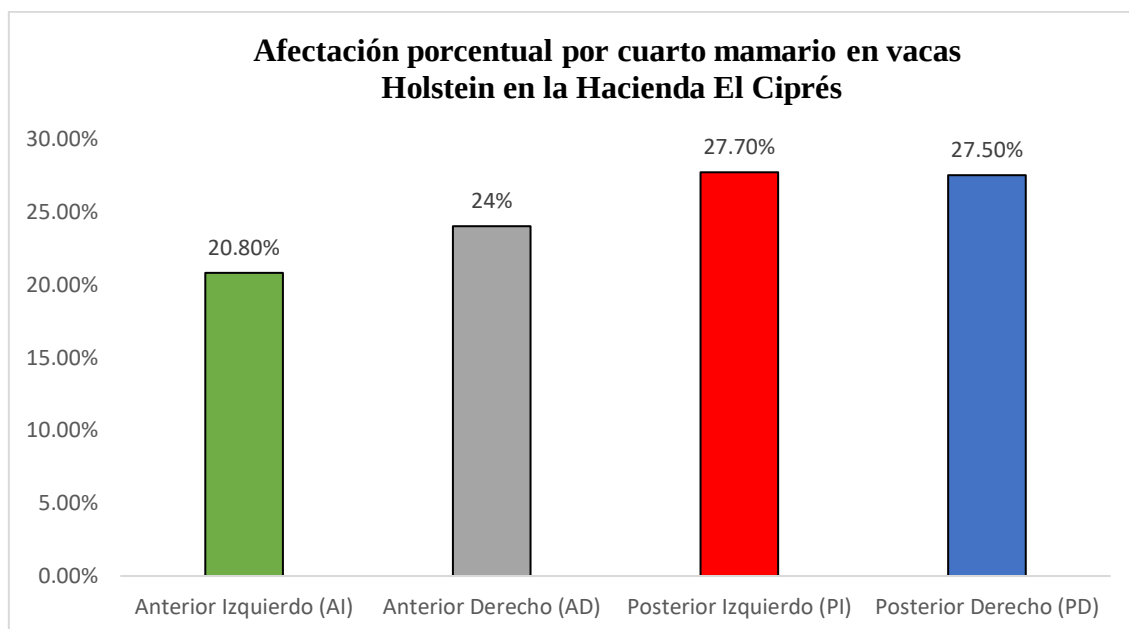


Figura 4. Afectación porcentual por cuarto mamario en vacas Holstein durante seis semanas de evaluación – *Hacienda El Ciprés*.

Fuente: Elaboración propia con base en registros del CMT, *Hacienda El Ciprés*, 2025.

Harmon (1994) explica que los cuartos posteriores tienen mayor contacto con heces, humedad y barro, lo que incrementa la carga bacteriana ambiental alrededor del pezón y favorece las infecciones intramamarias. De manera similar, Ruegg (2017) indica que los agentes ambientales en especial coliformes y estreptococos ambientales afectan con mayor frecuencia a los cuartos posteriores debido a su proximidad al suelo y al mayor riesgo de contaminación durante el descanso en cama o piso húmedo.

Los resultados obtenidos en la Hacienda El Ciprés confirman este comportamiento fisiológico-ambiental descrito en la literatura científica. La elevada afectación de los cuartos posteriores evidencia la necesidad de fortalecer el manejo higiénico del área de descanso, el control de humedad en corrales y pasillos, así como los procedimientos de despunte, pre-sellado y secado de pezones antes del ordeño.

5.2.4. Identificación de problemas y factores de riesgo

Durante el diagnóstico del hato Holstein en la Hacienda El Ciprés, se identificaron diversos problemas y factores de riesgo que contribuyen a la incidencia de mastitis clínica

y subclínica. La evaluación se basó en la observación directa durante las jornadas de ordeño y la aplicación sistemática del California Mastitis Test (CMT).

Problemas y factores de riesgo identificados:

- **Higiene insuficiente de la ubre y pezones:** Se constató que muchas vacas ingresaban al área de ordeño con la ubre visiblemente sucia, lo que incrementa la posibilidad de contaminación de los cuartos mamarios. Además, la limpieza de los pezones no siempre aseguraba que la punta quedara libre de residuos.
- **Aplicación inadecuada del pre-sellador:** El yodo utilizado como pre-sellador no se dejaba actuar el tiempo recomendado, disminuyendo su capacidad de protección.
- **Despunte irregular y compartido entre vacas enfermas y sanas:** El despunte no siempre se realizaba de manera uniforme y, en varias ocasiones, se practicaba en vacas enfermas junto con animales sanos. Esta situación incrementa el riesgo de transmisión de patógenos de un cuarto mamario a otro y puede generar resultados inexactos en las pruebas de mastitis, dificultando la identificación temprana de casos subclínicos.
- **Retiro automático de la máquina de ordeño sin supervisión:** Se observó que los operadores no siempre verificaban si la máquina había completado correctamente el ordeño, lo que resultaba en vacas con leche residual en los cuartos. En algunos casos, la pezonera se desprendía sin que el operador lo notara, generando un ordeño incompleto y aumentando el riesgo de infección.
- **Combinación de vacas enfermas y sanas en los mismos grupos:** A pesar de que los grupos se organizaban priorizando vacas más sanas, en todos ellos había animales con infecciones subclínicas o clínicas. Esto facilita el contacto indirecto entre vacas infectadas y sanas, incrementando la probabilidad de propagación de la mastitis.
- **Atención limitada a mastitis subclínica:** Las vacas con signos leves o subclínicos no recibían seguimiento adecuado. El personal tendía a centrarse solo en los casos clínicos visibles, lo que permitía que las infecciones de bajo grado se mantuvieran y, eventualmente, progresaran a cuadros más graves.

- **Manejo parcial del equipo de ordeño:** La limpieza y desinfección de pezoneras no siempre se realizaba después de cada grupo de vacas o tras ordeñar animales enfermos.
- **Contacto con colas largas y peludas:** Se pudo observar que algunas vacas con colas densamente peludas podían contaminar sus propios pezones o los de otras vacas durante el ordeño, incrementando la exposición a bacterias.

5.2.5. Acciones implementadas y manejo diferencial

Con base en la identificación de los problemas y factores de riesgo asociados a la mastitis en la Hacienda El Ciprés, se implementaron diversas medidas destinadas a reducir la incidencia de la enfermedad y mejorar la eficiencia del ordeño.

Monitoreo y pruebas de mastitis

Se estableció un sistema de pruebas periódicas de California Mastitis Test (CMT), realizado quincenalmente, con el objetivo de detectar de manera temprana vacas con mastitis subclínica y clínica. Esta evaluación permitió identificar los animales afectados, cuantificar el grado de severidad de la infección y registrar de forma sistemática los resultados para su seguimiento. Las vacas con CMT positivo fueron marcadas visualmente mediante un sistema de señalización: se utilizaba marcador de color verde en la parte alta de la cola, cerca del isquion, para identificar rápidamente a los animales que requerían una atención especial durante el ordeño.

Manejo diferencial de vacas según grado de mastitis

Las vacas con mastitis subclínica grado 2 y 3 fueron identificadas con marcador en la cola y se les aplicó un ordeño profundo, asegurando la extracción completa de la leche de todos los cuartos mamarios.

Las vacas con mastitis clínica (grado 4) se separaron en un grupo exclusivo, donde se les realizaba un ordeño adicional diario y se aplicaban tratamientos específicos bajo supervisión veterinaria, entre estos resaltaba el uso de los productos: *Fortius*, *Flumex* para los síntomas producidos por la mastitis, *Mastiplex*, *Shotapen* e *Inmodulen* más *Tocoselenio*. La leche de estos animales no ingresaba al tanque principal, siendo recolectada en un tanque auxiliar mediante un sistema de mangueras y un *quarter milker*, evitando así la contaminación de la leche del resto del hato.

Mejoras en la rutina de ordeño

- Se instruyó al personal para asegurar una limpieza adecuada de la ubre y los pezones, prestando especial atención a la punta del pezón, incluso en animales con la ubre muy sucia, aplicando agua si fuera necesario.
- Se estableció la correcta aplicación del pre-sellador (yodo 5%), dejando actuar el tiempo recomendado antes de secar los pezones con toallas de papel desechables.
- Se corrigió el manejo del despunte, evitando que se realizara de manera compartida entre vacas enfermas y sanas, disminuyendo así el riesgo de transmisión de patógenos.
- Se reforzó la supervisión del retiro automático de la máquina de ordeño, asegurando que todos los cuartos se vaciaran completamente y que las pezoneras se colocaran y retiraran de manera correcta.
- Se garantizó la desinfección de pezoneras después de cada grupo de vacas y tras ordeñar animales enfermos.

Registro y seguimiento de casos

Para mejorar el control de la mastitis, se implementó un registro visual en la sala de ordeño, donde se documentaban las vacas afectadas, los cuartos enfermos y el tratamiento aplicado.

- Se utilizó un sistema de símbolos sobre la región glútea de las vacas para indicar los cuartos afectados: se dibujaba una línea sobre la zona correspondiente al pezón enfermo y una “X” en el extremo del mismo, permitiendo identificar rápidamente los cuartos enfermos durante el ordeño.
- Se registraba el número de la vaca y el tipo de tratamiento administrado en la pizarra de la sala de ordeño, borrando la información una vez que el animal estaba recuperado.

Este sistema facilitó el seguimiento de vacas con mastitis subclínica recurrente y la planificación de tratamientos.

Manejo de leche y prevención de contaminación

La leche de vacas en tratamiento o con mastitis clínica no ingresaba al tanque principal, siendo recolectada en un tanque de Zinc adicional mediante mangueras dedicadas.

5.2.6. Análisis bacteriológico, antibiograma y factores de riesgo asociados a la incidencia de mastitis

Descripción del muestreo y análisis bacteriológico

Durante el periodo de evaluación, se recolectaron muestras de leche de 12 vacas en producción que salieron positivas por primera vez, seleccionadas a partir de los resultados obtenidos en las pruebas California Mastitis Test (CMT). De estas, seis correspondieron a vacas con signos clínicos y seis a vacas con mastitis subclínica. Las muestras fueron tomadas de los cuartos mamarios afectados bajo condiciones de asepsia y posteriormente enviadas al laboratorio veterinario llamado “LAB VET” con el objetivo de determinar los agentes etiológicos responsables y la sensibilidad a distintos antimicrobianos.

Resultados del análisis bacteriológico y antibiograma

Cuadro 1. Resultados del análisis bacteriológico y antibiograma en vacas con mastitis clínica y subclínica – Hacienda El Ciprés, 2025

Nº Vaca	Tipo de mastitis	Recurrente	Bacteria aislada	Antibióticos sensibles	Recomendación terapéutica
4626	Subclínica	Sí	<i>Citrobacter freundii</i>	Gentamicina, Trimetoprim, Amoxicilina	Gentamicina LH + Biomast
5019	Subclínica	Sí	<i>Escherichia coli</i>	Gentamicina, Trimetoprim, Amoxicilina	Gentamicina LH + Biomast
4490	Subclínica	Sí	<i>Escherichia coli</i>	Gentamicina, Trimetoprim, Amoxicilina, Tetraciclina	Gentamicina LH + Biomast
4671	Clínica	Sí	<i>Escherichia coli</i>	Gentamicina, Trimetoprim, Amoxicilina	Gentamicina LH + Biomast
4771	Clínica	Sí	<i>Escherichia coli</i>	Gentamicina, Trimetoprim, Amoxicilina, Tetraciclina	Gentamicina LH + Biomast
4708	Clínica	Sí	<i>Escherichia coli</i>	Gentamicina, Trimetoprim, Amoxicilina	Gentamicina LH + Biomast
4704	Clínica	Sí	Negativa	—	—
4471	Subclínica	Sí	<i>Serratia marcescens</i>	Gentamicina, Trimetoprim, Amoxicilina, Tetraciclina	Gentamicina LH + Biomast
4745	Subclínica	Sí	<i>Staphylococcus haemolyticus</i>	Gentamicina, Trimetoprim, Amoxicilina, Tetraciclina	Gentamicina LH + Biomast
5145	Clínica	Sí	<i>Staphylococcus haemolyticus</i>	Gentamicina, Trimetoprim, Amoxicilina, Tetraciclina	Gentamicina LH + Biomast
4830	Subclínica	Sí	No presentó crecimiento	—	—
4474	Clínica	Sí	No presentó crecimiento	—	—

Fuente: Laboratorio “LAB VET”. Análisis bacteriológico y antibiograma de muestras de leche procedentes de 12 vacas positivas por primera vez al CMT. Hacienda El Ciprés, 2025.

5.2.7. Recomendaciones técnicas

A partir de los resultados obtenidos en el análisis bacteriológico y del informe técnico emitido por el laboratorio LAB VET, se establecieron las siguientes recomendaciones orientadas al control y prevención de mastitis en la Hacienda El Ciprés:

- Implementar protocolos estrictos de vaca seca, aplicando antibióticos intramamarios y selladores internos para prevenir infecciones durante el periodo de secado.
- Reforzar la higiene pre y post ordeño, garantizando un pre-sellado con tiempo de acción adecuado y el uso de toallas individuales de microfibra.
- Desinfectar de forma rigurosa las pezoneras y copas dosificadoras tras el ordeño de vacas positivas, evitando la transmisión cruzada.
- Mantener registros actualizados en la pizarra de la sala de ordeño con el número de vaca, tratamiento aplicado y periodo de retiro de leche, borrando únicamente cuando el animal se declare clínicamente sano.
- En casos de mastitis subclínica recurrente, aplicar terapias complementarias con Inmodulen y vitamina E + Selenio para fortalecer la respuesta inmunológica.
- Ajustar el uso de antimicrobianos según el antibiograma, priorizando el uso racional de antibióticos y la rotación de principios activos para prevenir resistencia.
- Evaluar periódicamente la rutina de ordeño por operario, identificando errores en la limpieza, aplicación del pre y post sellado, y funcionamiento del sistema de retiro automático.

5.2.8. Interpretación técnica del análisis bacteriológico y antibiograma

El análisis bacteriológico realizado permitió establecer un panorama representativo de los agentes etiológicos presentes en los casos de mastitis detectados durante el periodo de evaluación. Las doce muestras analizadas correspondieron a vacas que resultaron

positivas por primera vez en la prueba California Mastitis Test (CMT), tanto en cuadros clínicos como subclínicos.

De los aislamientos obtenidos, el 75 % de las muestras presentó crecimiento bacteriano, identificándose como agentes predominantes *Escherichia coli* y *Staphylococcus haemolyticus*.

La presencia de *E. coli* se asocia principalmente con deficiencias en la higiene del pezón antes del ordeño, contaminación ambiental y residuos orgánicos en los corrales o en la superficie de la ubre. Por su parte, *S. haemolyticus* refleja una posible transmisión cruzada durante el ordeño, atribuida al uso de pezoneras o implementos compartidos entre vacas sanas y enfermas, o a un secado deficiente del pezón posterior al sellado.

Un 25 % de las muestras no presentó crecimiento bacteriano, lo que podría estar relacionado con la aplicación previa de tratamientos antimicrobianos, la eliminación natural de bacterias por parte del sistema inmunitario.

En cuanto a los resultados del antibiograma, la mayoría de las cepas demostraron alta sensibilidad a Gentamicina, Trimetoprim y Amoxicilina.

5.3. Evaluación de las condiciones del sistema de crianza de terneros en la Hacienda El Ciprés

5.3.1. Organización de potreros y alojamiento

- **Potrero neonatal:** Exclusivo para terneros recién nacidos. Los animales permanecen en el suelo, parcialmente expuestos a condiciones ambientales, con limitada sombra natural. La higiene se mantiene mediante limpieza periódica y manejo diario del área.

Aunque la exposición a la lluvia es frecuente, el terreno elevado y el buen drenaje reducen riesgos de estrés climático.

- **Cunas móviles:** Una vez que los terneros aprenden a consumir leche en balde, se trasladan a cunas individuales móviles. Estas cunas se reubican diariamente en áreas con pasto limpio dentro del potrero, reduciendo la acumulación de excretas y asegurando superficies secas. Durante este período, los terneros tienen acceso constante a agua fresca y se introduce progresivamente concentrado.
- **Potreros de crecimiento:** Después del destete los terneros se agrupan en seis potreros separados según edad:
 - Primer lote: 3 meses, 30 animales
 - Segundo lote: 6 meses, 48 animales
 - Tercer lote: >9 meses
- **Corral de alimentación postdestete:** La hacienda dispone de un corral de alimentación, donde los terneros se concentran para recibir concentrado y silo. En este espacio se controla el consumo individual por lote, se observan signos clínicos de diarrea o debilidad.

5.3.2. Alimentación

Los terneros reciben alimentación líquida y sólida organizada por edad y lotes, siguiendo los siguientes horarios:

- **Leche para los terneros:** dos veces al día, entre 6:00–7:00 a.m. y 3:00–4:00 p.m.
- **Concentrado y silo por lotes:**
 - Primer lote (3 meses): 6:30–7:30 a.m.
 - Segundo lote (6 meses): 8:00–9:00 a.m.
 - Tercer lote (>9 meses): 10:00–11:00 a.m.

Cada grupo tiene aproximadamente una hora para consumir el alimento.

Neonatos (0–2 días)

El primer consumo de calostro se realiza dentro de las primeras 4 horas postparto, administrando 2 litros por toma, dos veces al día mediante pepe. Cuando el ternero no presenta reflejo de succión, se utiliza una sonda esofágica para garantizar la ingesta.

Simultáneamente, el cordón umbilical se corta y desinfecta con tintura de yodo al 10%, repitiendo la aplicación dos veces al día hasta su completa cicatrización.

Transición a leche sazónada (este término se le da a la leche de las vacas 3 días post parto en la Hacienda El Ciprés) (3–5 días)

Durante este período, cada ternero recibe 3 litros de leche sazónada por toma, administrados en pepe. Paralelamente, se inicia la enseñanza para que los terneros consuman leche en balde, facilitando su posterior traslado a las cunas móviles.

Cunas (aprox. 8 días–2 meses)

Una vez que los terneros aprenden a beber de balde, se trasladan a las cunas móviles.

Durante este período tienen acceso constante a agua fresca, suministrada dos veces al día, y se introduce progresivamente el concentrado, con ½ libra diaria dividida en dos raciones de ¼ de libra cada una.

Destete (2 meses):

El destete se realiza de manera progresiva durante 12 días, reduciendo una botella de leche cada tres días. Posteriormente, los terneros se trasladan a los potreros de crecimiento, donde inician la alimentación con concentrado y silo. Los terneros del

primer lote (3 meses) reciben 1.5 lb de concentrado y 2 lb de silo, dos veces al día; el segundo lote (6 meses) consume 2 lb de concentrado y 4 lb de silo, también dos veces al día; mientras que el tercer lote (>9 meses) recibe 3 lb de concentrado y 4 lb de silo, una vez al día.

5.3.3. Manejo de leche

- **Pasteurizador / Calentador de leche:** calienta leche a 38–39 °C para suministrar a 37 °C, eliminando bacterias sin destruir nutrientes.
- **Tanque enfriador / refrigerador de leche:** mantiene leche con antibióticos separada a 2–4 °C, evitando fermentación o deterioro.

5.3.4. Manejo sanitario

Suministro de calostro

El primer consumo de calostro se realiza dentro de las primeras 4 horas postparto, asegurando una transferencia pasiva efectiva de inmunoglobulinas. Se administran 2 litros por toma, dos veces al día durante los dos primeros días de vida, utilizando pepe.

Cuando el ternero no presenta reflejo de succión, se emplea una sonda esofágica únicamente bajo supervisión directa, para garantizar la ingesta completa. El calostro proviene de vacas recién paridas, previamente identificadas como sanas, y se suministra a una temperatura promedio de 37 °C.

Corte y desinfección del ombligo

Inmediatamente al nacimiento, se realiza el corte del cordón umbilical y la desinfección con tintura de yodo al 10%, repitiéndose la aplicación dos veces al día hasta cicatrización.

Descorne

Entre la tercera y cuarta semana de vida, cuando el botón corneal es palpable, se realiza el procedimiento de descorne. El proceso incluye: inmovilización del ternero, recorte del pelo circundante y limpieza de la zona. Posteriormente, se aplica la pasta descornante Dehorning Paste Dr. Naylor durante un máximo de 12 minutos; se retira el exceso y se aplica Ciper Clor como desinfectante local. El material residual se entierra para evitar intoxicaciones accidentales en otros animales.

Desparasitación

- **Albendazol (10 ml, vía oral):** aplicado al primer mes de vida como primera desparasitación.
- **Dectomax (1 ml/50 kg PV, intramuscular):** a partir de los 3 meses de edad, con repetición cada 6 meses.

Vitaminización

- **Catosal:** 1 ml/25 kg de peso vivo, cada dos meses.
- **Vigantol:** 1 ml al primer mes, 2 ml al segundo y 3 ml al tercer mes.

Vacunación

- **Fiebre carbonosa:** 2 ml intramuscular a los dos meses, refuerzo cada 6 meses.
- **Biobac 7 vías:** 2 ml intramuscular, aplicada siete días después de la vacuna anterior, refuerzo semestral.

Control de diarreas

Se emplea *Kaovet NF* en animales con signos de diarrea para estabilizar el sistema digestivo, y *Baycox 5%* (toltrazuril) como tratamiento y prevención de coccidiosis.

Cuadro 2. Programa sanitario aplicado en terneros

Actividad	Ingrediente activo	Nombre comercial	Frecuencia / Momento de aplicación	Dosis	Vía de administración
Suministro de calostro	Calostro		Dentro de las primeras 4 horas postparto	2 L por toma	Oral
Corte y desinfección del ombligo	Yodo al 10 %	Tintura de yodo / Ciper Clor	Inmediatamente al nacer; repetir 2 veces/día hasta cicatrización	—	Tópica
Descorne	Hidróxido de calcio y sodio	Dr. Naylor Dehorning Paste	3–4 semanas de edad	Aplicar capa fina (máx. 12 min)	Tópica
Desparasitación Interna	Albendazol 25 %	Albendazol 25 %	1 mes de edad	10 ml	Oral
Desparasitación	Doramectina	Dectomax	Desde los 3 meses, repetir cada 6 meses	1 ml / 50 kg PV	Intramuscular
Vitaminización	Fósforo orgánico, B12	Catosal	Cada 2 meses	1 ml / 25 kg PV	Intramuscular
Vitaminización	Vitaminas A, D ₃ , E	Vigantol	1 ml al 1.º mes; 2 ml al 2.º; 3 ml al 3.º mes		Intramuscular / subcutánea
Primera vacuna	<i>Bacillus anthracis</i>	Vacuna Fiebre Carbonosa	2 meses de edad; refuerzo cada 6 meses	2 ml	Intramuscular
Segunda vacuna	<i>Clostridium spp.</i>	Biobac7 vías	7 días después de fiebre carbonosa; refuerzo cada 6 meses	2 ml	Intramuscular
Control de diarreas y coccidiosis	Kaolina, neomicina, pectina / toltrazuril	Kaovet NF / Baycox 5 %	Según presencia de signos o preventivo		Oral

Fuente: Elaboración propia con base en observación directa y registros de la Hacienda El Ciprés, 2025

5.3.5. Manejo productivo y selección de animales

- Los machos se venden; las hembras permanecen en la hacienda para el hato de reemplazo.
- Se mantienen registros diarios de alimentación, vacunación, desparasitación y eventos clínicos, aunque no existe control individual estricto.
- Los signos de crecimiento y buen estado corporal se observan a simple vista. La incidencia de diarrea es baja, exceptuando un brote en cunas con presencia de coccidiosis.
- Las condiciones generales de alojamiento, limpieza de potreros y manejo de agua y alimento favorecen un desarrollo adecuado, aunque la sombra en el potrero neonatal es limitada.

5.4. Protocolo de buenas prácticas para el levante de terneras desde el nacimiento hasta los 12 meses de edad

Con base en la evaluación de las condiciones actuales del sistema de crianza de la Hacienda El Ciprés, se elaboró un protocolo de buenas prácticas orientado al manejo integral de las terneras durante su etapa de levante, desde el nacimiento hasta los 12 meses de edad. Este protocolo fue formulado con el acompañamiento técnico del propietario de la Hacienda El Ciprés, con el propósito de establecer lineamientos estandarizados que garanticen el adecuado crecimiento, la prevención de enfermedades y el bienestar general de los animales.

El diseño del protocolo consideró los recursos disponibles en la unidad productiva, las condiciones sanitarias observadas y las particularidades del sistema semi-intensivo de producción lechera. Su aplicación busca optimizar el uso de insumos, reducir la morbilidad neonatal y fortalecer el proceso de recría, asegurando la sostenibilidad y eficiencia en la reposición del hato.

5.4.1. Lineamientos técnicos generales

Etapla neonatal (0–2 días):

El suministro de calostro debe realizarse dentro de las primeras dos horas postparto, garantizando una transferencia pasiva efectiva de inmunoglobulinas. Se recomienda administrar 2 litros por toma, dos veces al día durante los dos primeros días de vida, utilizando pepe o sonda esofágica en caso de que el animal no presente reflejo de succión.

El calostro debe provenir de vacas sanas y suministrarse a una temperatura aproximada de 37 °C.

Simultáneamente se debe realizar el corte y desinfección del ombligo con tintura de yodo al 10 % o Lugol, repitiendo la aplicación dos veces al día hasta su completa cicatrización.

Transición a leche sazónada (3–5 días):

Durante esta fase, los terneros reciben 3 litros de leche sazónada por toma, manteniendo la frecuencia de dos veces al día. Iniciar con la enseñanza para el consumo en balde desde el día 3 facilitando el traslado a cuna.

Etapla de cuna (8 días–2 meses):

Una vez el ternero aprende a tomar leche en balde, se traslada a cunas móviles individuales, las cuales se reubican diariamente en áreas limpias y secas. Se debe suministrar agua fresca dos veces al día e introducir progresivamente el concentrado ($\frac{1}{2}$ libra diaria, dividida en dos raciones de $\frac{1}{4}$ de libra). La limpieza de las cunas debe ser constante, y el personal encargado debe registrar observaciones sobre consumo, comportamiento y signos clínicos de los animales.

Destete (2 meses):

El destete se recomienda de forma progresiva durante 12 días, reduciendo una botella de leche cada tres días hasta alcanzar el consumo cero. Posteriormente, las terneras son trasladadas a potreros de crecimiento donde inician una alimentación sólida basada en concentrado y silo según su edad:

- **Primer lote (3 meses):** 1.5 lb concentrado + 2 lb silo, dos veces al día.
- **Segundo lote (6 meses):** 2 lb concentrado + 4 lb silo, dos veces al día.
- **Tercer lote (>9 meses):** 3 lb concentrado + 4 lb silo, una vez al día.

El control del consumo, el estado corporal y la condición sanitaria debe realizarse mediante observaciones diarias de comportamiento y apetito.

5.4.2. Manejo de leche y equipo

Para garantizar la inocuidad y calidad del alimento líquido suministrado a las terneras, el protocolo establece el uso adecuado del pasteurizador y el tanque enfriador de leche, priorizando el control térmico y la higiene del proceso.

- **Pasteurizador o calentador de leche:** la leche destinada a alimentación debe calentarse entre 38 °C y 39 °C, asegurando que el suministro se realice a 37 °C. Este proceso elimina bacterias patógenas sin afectar los nutrientes, previene trastornos digestivos y mejora la absorción de inmunoglobulinas en las terneras.
- **Tanque enfriador de leche:** la leche con presencia de antibióticos o proveniente de vacas tratadas debe almacenarse por separado a una temperatura de 2 °C a 4 °C, evitando fermentaciones o contaminación cruzada.

El personal encargado debe limpiar y desinfectar ambos equipos después de cada uso, siguiendo un protocolo de lavado con agua caliente, detergente alcalino y enjuague con solución desinfectante antes del siguiente ciclo de llenado.

5.4.3. Manejo sanitario

El protocolo sanitario propuesto estandariza la aplicación de medicamentos, vacunas, vitaminas y antiparasitarios con base en la edad de los animales, su etapa fisiológica y las condiciones sanitarias del sistema. Incluye las siguientes acciones:

- **Desinfección del ombligo:** inmediata al nacimiento, dos veces al día hasta la cicatrización.
- **Descorne:** entre las 2 y 4 semanas de edad, aplicando *Dehorning Paste* y desinfectando con *Ciper Clor*.
- **Desparasitación:** con *Albendazol 25%* (10 ml vía oral al mes de edad) y *Dectomax* (1 ml/50 kg PV desde los 3 meses, repetición semestral).
- **Vitaminización:** *Catosal* (1 ml/25 kg PV cada 2 meses) y *Vigantol* (1 ml al primer mes, 2 ml al segundo, 3 ml al tercero).
- **Vacunación:** *Fiebre carbonosa* (2 ml IM a los 2 meses, refuerzo cada 6 meses) y *Biobac 7 vías* (2 ml IM, aplicada 7 días después, refuerzo semestral).
- **Control de diarreas y coccidiosis:** uso de *Kaovet NF* y *Baycox 5%* según presencia de síntomas o preventivamente en etapa de cuna.

Cuadro 3. Protocolo resumido de buenas prácticas para el levante de terneras (0–12 meses) en la Hacienda El Ciprés

Actividad	Momento / Frecuencia	Producto o Ingrediente activo	Dosis / Cantidad	Vía de aplicación	Observaciones generales
Suministro de calostro	Dentro de las primeras 4 h postparto; 2 veces/día por 2 días	Calostro materno	2 L por toma	Oral	Temperatura 37 °C; vacas sanas y recién paridas
Corte y desinfección del ombligo	Inmediato al nacer; desinfección se debe repetir 2 veces/día hasta cicatrización	Tintura de yodo 10 % / Lugol / Ciper Clor	—	Tópica	Mantener la zona limpia y seca
Descorne	Entre 2 y 4 semanas de edad	Dehorning Paste + Ciper Clor	Capa fina (máx. 12 min)	Tópica	Enterrar residuos
Desparasitación interna 1	1 mes de edad	Albendazol 25 %	10 ml	Oral	Primera desparasitación
Desparasitación interna 2	Desde 3 meses; cada 6 meses	Dectomax (Doramectina)	1 ml / 50 kg PV	IM / SC	Control de parásitos internos y externos
Vitaminización 1	Cada 2 meses	Catosal (Fósforo orgánico + B ₁₂)	1 ml / 25 kg PV	IM	Favorece crecimiento y recuperación
Vitaminización 2	1 ml (1.er mes); 2 ml (2.º mes); 3 ml (3.er mes)	Vigantol (AD ₃ E)	Según mes	IM / SC	Fortalece sistema óseo e inmunológico
Vacuna 1	2 meses de edad; refuerzo cada 6 meses	Fiebre Carbonosa	2 ml	SC / IM	Protección básica del rebaño
Vacuna 2	7 días después de la primera; refuerzo cada 6 meses	Biobac 7 vías (Clostridium spp.)	2 ml	SC / IM	Prevenir enfermedades clostridiales
Control de diarreas y coccidiosis	Según presencia o prevención	Kaovet NF / Baycox 5 % (Toltrazuril)	—	Oral	Aplicar en cunas o ante brotes digestivos

Fuente: Elaboración propia con base en observación directa, registros productivos de la *Hacienda El Ciprés* y acompañamiento técnico del Ing. Antonio Salvador Gross Ruano (2025).

Cuadro 4. Alimentación para el levante de terneras desde el nacimiento hasta los 12 meses de edad

Edad del lote	Alimentación
1-2 días	Calostro ad libitum durante las primeras 2 horas de vida y posteriormente 2 litros dos veces al día.
3-7 días	3 litros de leche sazónada, dos veces al día.
8-60 días	3 litros de leche sazónada dos veces al día, más agua fresca dos veces al día. Introducción de concentrado ad libitum, permitiendo un consumo progresivo hasta alcanzar ½ libra diaria, dividida en dos raciones de ¼ de libra. Consumo libre de pasto.
60-72 días	Destete progresivo de 12 días, reduciendo una botella de leche cada tres días hasta alcanzar consumo cero. Mantener agua fresca, ofrecer ½ libra de concentrado diario y pasto de libre consumo.
≥ 90 días	1.5 lb concentrado + 2 lb silo, dos veces al día.
≥ 180 días	2 lb concentrado + 4 lb silo, dos veces al día.
≥ 270 días	3 lb concentrado + 4 lb silo, una vez al día.

Fuente: Elaboración propia con base en observación directa y registros productivos de la *Hacienda El Ciprés* (2025).

5.5. Protocolo de buenas prácticas de ordeño para la prevención de mastitis

Con el fin de contribuir a la reducción de la incidencia de mastitis clínica y subclínica en la Hacienda El Ciprés, se estableció un protocolo de buenas prácticas de ordeño, diseñado a partir del análisis de las condiciones observadas durante el proceso de evaluación, los resultados del análisis bacteriológico y las recomendaciones técnicas derivadas del laboratorio LAB VET.

5.5.1. Etapa pre-ordeño

1. **Orden de ordeño:** iniciar con las vacas sanas y de mayor producción, continuar con las de menor producción y dejar al final las vacas bajo tratamiento o con mastitis.
2. **Manejo del animal:** guiar las vacas con calma hacia la sala de ordeño, evitando gritos o golpes que generen estrés y afecten el reflejo de eyección de leche.

3. **Condiciones del ordeñador:** el operario debe presentarse limpio, con ropa exclusiva para la sala, botas de hule desinfectadas, manos lavadas y uñas cortas. No debe realizar labores si presenta enfermedades cutáneas o respiratorias.
4. **Utensilios y equipos:** verificar que cubetas, pezoneras y demás implementos estén limpios, desinfectados y libres de residuos antes de iniciar.
5. **Recorte de mechones caudales:** mantener el mechón de la cola corto para reducir el arrastre de estiércol o polvo hacia la ubre.
6. **Estimulación de la vaca:** realizar un masaje suave en la ubre o la limpieza con toallas húmedas para favorecer la bajada de la leche.

5.5.2. Etapa de ordeño

La rutina de ordeño debe seguir un orden estandarizado:

1. **Inspección:** revisar ubre y pezones para detectar inflamaciones, heridas o signos de mastitis.
2. **Limpieza del pezón:** retirar suciedad visible con agua y una toalla limpia.
3. **Despunte:** extraer los primeros chorros de leche en un recipiente oscuro para evaluar color, consistencia y presencia de grumos.
4. **Pre-sellado:** aplicar yodo en cada pezón y dejar actuar por 30 segundos
5. **Secado:** usar una toalla limpia y seca por vaca para retirar el exceso de desinfectante y humedad.
6. **Registro en sistema:** ingresar el número individual en el sistema *AfiFarm* antes de colocar la unidad de ordeño.
7. **Colocación de la unidad:** ajustar las pezoneras de forma rápida y centrada para garantizar un ordeño uniforme.

8. **Retiro de la unidad:** liberar el vacío antes de retirar las pezoneras en caso de utilizar ordeño profundo, evitando lesiones en el pezón.
9. **Post-sellado:** aplicar desinfectante inmediatamente después del ordeño, cubriendo al menos dos tercios del pezón.

Finalizada la jornada, se realiza el lavado completo de la sala y del equipo de ordeño, asegurando la inocuidad y preparación de los utensilios para la siguiente sesión.

5.5.3. Lavado del sistema mecánico

Después del ordeño:

1. Enjuagar con agua caliente durante 3 minutos hasta que salga limpia, sin residuos de leche.
2. Realizar lavado alcalino (por cada 5 galones de agua caliente entre 50 °C y 65 °C, agregar 150 cc de *Alcalino Líquido Colorado ALCA 30 Tensolac* y recircular durante 12 minutos).
3. Enjuagar con agua fría durante 5 minutos para eliminar residuos de detergente.
4. Tres veces por semana, efectuar lavado ácido (por cada 5 galones de agua caliente entre 50 °C y 65 °C, agregar 190 cc de *Ácido AF 10 Tensolac*, recircular durante 12 minutos y enjuagar con agua fría).

Antes del ordeño:

Recircular una solución de 90 cc de *Desinfectante Colorado DCL 12* por cada 5 galones de agua fría durante 3 minutos. No se debe realizar enjuague posterior.

5.5.4. Protocolo de vaca seca

Se recomienda aplicar este protocolo ocho días antes del secado, con el propósito de eliminar infecciones subclínicas y prevenir nuevas infecciones durante el periodo seco:

1. Realizar prueba CMT y tratar los cuartos positivos.
2. Administrar Inmodulen 10 cc IM y Tocoselenio 30 cc.
3. Aplicar pomada antiinflamatoria y tratamiento intramamario con Biomast (48 h), Masticalox (24 h) o Clavamox (12 h).
4. Aplicar antibiótico parenteral (Gentamicina LH 5 días o Amoxicilina LA 2 dosis).
5. Finalizar con tubos de secado que contengan antibiótico de amplio espectro (efectivo contra bacterias Gram + y Gram –) y sellador interno de pezón (*Bovigán Sello Interno*).
6. Durante los días posteriores, observar signos de inflamación, dolor o enrojecimiento.

5.5.5. Tratamiento de mastitis subclínica recurrente

1. Identificar vacas positivas mediante prueba CMT.
2. Aplicar Inmodulen 10cc IM y Vitamina E + Selenio.
3. Administrar intramamarios (Pirsue cada 24 h, Biomast cada 48 h, Masticalox cada 24 h, Clavamox cada 12 h) y antibiótico parenteral (Yodimaspen 3 días o Amoxicilina LA 2 dosis).
4. Mantener ordeños frecuentes (2–3 veces diarias) y aplicar pomada antiinflamatoria en la ubre afectada.
5. Monitorear la evolución clínica durante al menos 7 días.

Cuadro 5. Protocolo general de buenas prácticas de ordeño para la prevención de mastitis
– Hacienda El Ciprés, 2025

Etapas	Procedimiento	Producto / Medida	Frecuencia / Tiempo	Objetivo técnico
Pre-ordeño	Limpieza y despunte	Agua, toallas individuales, recipiente negro	Diario	Detección temprana de mastitis y eliminación de residuos
Pre-ordeño	Pre-sellado	Desinfectante yodado o láctico	30 s de contacto	Reducción de carga bacteriana
Ordeño	Colocación y retiro de pezoneras		5–7 minutos/vaca	Ordeño uniforme y sin lesiones
Post-ordeño	Sellado del pezón	Desinfectante tipo barrera	Inmediato	Protección del canal del pezón
Lavado de equipo	Soluciones alcalina, ácida y clorada (<i>Tensolac</i>)	Según protocolo	Diario / 3 veces por semana	Desinfección y eliminación de residuos
Vaca seca	Tratamiento intramamario y sellado interno	Biomast / Bovigán Sello Interno	8 días antes del secado	Prevención de infecciones durante el periodo seco
Mastitis subclínica	Inmodulen + Vit E + Selenio + antibióticos	Según diagnóstico CMT	Según esquema terapéutico	Recuperación y control de recurrencias

Fuente: Elaboración propia con base en observación directa, resultados de laboratorio *LAB VET* y recomendaciones técnicas de la *Hacienda El Ciprés* (2025).

VI. CONCLUSIONES

El diagnóstico preliminar del sistema de producción de la Hacienda El Ciprés evidenció un funcionamiento técnico organizado dentro de un modelo semi-intensivo que integra adecuadamente infraestructura, recursos humanos, manejo nutricional y tecnología AFIFARM. El análisis permitió identificar fortalezas clave, como el sistema mecanizado de ordeño, la disponibilidad de forraje propio, la planificación del pastoreo y la asistencia veterinaria quincenal. No obstante, también se documentaron debilidades que afectan la eficiencia general del sistema, entre ellas la dependencia de pipas para el abastecimiento de agua, la ausencia de protocolos escritos en áreas críticas como ordeño y manejo de terneras, y ciertas deficiencias en la trazabilidad individual. Estas observaciones muestran un sistema funcional, pero con oportunidades estratégicas de mejora que podrían incrementar la productividad y fortalecer la sanidad del hato.

La evaluación de los factores de riesgo asociados a la mastitis mostró que, aunque la mastitis clínica se mantuvo dentro de los rangos aceptables (<3 % en la mayoría de semanas), la mastitis subclínica alcanzó valores elevados en varias semanas, destacando un máximo de 42.99 % en la semana 5. Asimismo, la afectación de cuartos mamarios reveló un predominio en los cuartos posteriores (PI: 27.7 %; PD: 27.5 %). El análisis bacteriológico confirmó la presencia de agentes ambientales principalmente *Escherichia coli* y *Staphylococcus haemolyticus* y reveló sensibilidad predominante a Gentamicina, Trimetoprim y Amoxicilina. Los factores de riesgo identificados incluyeron fallas en la higiene del pezón, tiempos insuficientes de acción del pre-sellador, despunte compartido, ordeños incompletos por retiro automático no supervisado y deficiencias en la desinfección de pezoneras tras ordeñar vacas positivas. Estos resultados confirman que la mastitis subclínica es un problema persistente impulsado por fallas operativas y condiciones ambientales del sistema.

La evaluación del sistema de crianza de terneros mostró que, si bien la hacienda mantiene prácticas funcionales de alimentación, suministro de calostro y manejo sanitario, existen áreas críticas que requieren estandarización. El potrero neonatal presenta limitada sombra y exposición frecuente a lluvias, aunque el drenaje adecuado reduce parcialmente el riesgo sanitario. El manejo en cunas móviles favorece la higiene y disminuye la acumulación de excretas, pero se evidenció un brote de diarrea y coccidiosis asociado a deficiencias en la desinfección de utensilios y manejo. El programa sanitario es adecuado, pero su aplicación depende demasiado de la observación del operario, y los registros individuales carecen de sistematización. En general, el sistema de crianza permite el desarrollo satisfactorio de las terneras, pero requiere estandarizar procesos clave para reducir variabilidad y prevenir futuros episodios digestivos o sanitarios.

El protocolo de buenas prácticas para el levante de terneras permitió integrar y estandarizar lineamientos técnicos que responden directamente a las necesidades identificadas durante la evaluación del sistema. La propuesta establece un manejo preciso del calostro, transición a leche sazónada, rutina de alimentación, desinfección del ombligo, desparasitación, vitaminización, vacunación y manejo preventivo de diarreas y coccidiosis. El protocolo también define pautas para el uso adecuado del pasteurizador y del tanque enfriador de leche, así como la reubicación diaria de cunas y el control del consumo en potreros de crecimiento. Su implementación representa una herramienta fundamental para mejorar la uniformidad del crecimiento, disminuir la incidencia de enfermedades neonatales y fortalecer la eficiencia del sistema de reposición del hato.

El protocolo de buenas prácticas de ordeño formulado a partir de la observación directa y los resultados del CMT y cultivos bacteriológicos permite estandarizar una secuencia técnica capaz de reducir los factores que favorecen la mastitis clínica y subclínica. Incluye la correcta higiene de pezones, tiempos mínimos de pre-sellado, despunte individual, supervisión del retiro automático, post-sellado efectivo, desinfección de pezoneras entre grupos y lavado riguroso del sistema mecánico con soluciones alcalinas, ácidas y cloradas. Asimismo, incorpora un manejo diferenciado para vacas positivas y procedimientos de vaca seca orientados a eliminar infecciones existentes.

VII. RECOMENDACIONES

Fortalecer la estandarización de los procesos operativos mediante la socialización y el seguimiento de los protocolos escritos para ordeño, manejo de terneras, bioseguridad, registros productivos y control de agua, asegurando que todo el personal los aplique de manera uniforme y verificable. Esto permitirá disminuir la variabilidad entre operarios, mejorar la trazabilidad y aumentar la eficiencia técnica del sistema de producción.

Optimizar la rutina de ordeño mediante el cumplimiento estricto de los tiempos de acción del pre-sellador, la utilización de toallas individuales, la separación física de vacas positivas y la desinfección de pezoneras entre grupos, reforzando el entrenamiento del personal para garantizar prácticas homogéneas que contribuyan a disminuir la prevalencia de mastitis subclínica y la afectación de cuartos posteriores.

Mejorar las condiciones del potrero neonatal mediante la instalación de estructuras ligeras que proporcionen sombra y protección frente a lluvias, estandarizar la desinfección de utensilios utilizados en cunas y asegurar un buen manejo de los terneros en crecimiento, con el fin de reducir la aparición de diarreas y fortalecer el bienestar y la salud digestiva de los terneros.

Implementar de manera integral el protocolo de levante propuesto, garantizando su seguimiento mediante registros diarios de alimentación, sanidad y comportamiento, de forma que se asegure la correcta aplicación de las dosis, momentos y procedimientos establecidos para calostro, leche, concentrado, vacunaciones y desparasitación a lo largo de los primeros 12 meses de vida.

Asegurar la aplicación consistente del protocolo de buenas prácticas de ordeño mediante supervisión continua, capacitación periódica y verificación del lavado del sistema mecánico, promoviendo la uniformidad técnica entre operarios y reduciendo el riesgo de transmisión de patógenos que contribuyen a la mastitis ambiental y contagiosa.

VIII. BIBLIOGRAFÍAS

Acosta, Alejandro y Valdés, Alberto. 2013. Situación y perspectivas del sector ganadero en Centroamérica. (en línea). s.l., s.e. 66 páginas. Consultado el 21 abr. 2025. Disponible en: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/144ebc5d-9d87-4506-82ae-752e08ca101d/content>

Amorim, Fátima; Alves, Maria Manuela; Manaças, Pedro; Miranda, Paulo. s.f. Vacas lecheras en pastoreo: un modelo de agricultura sostenible (en línea). IDEASS – Innovación para el Desarrollo y la Cooperación Sur-Sur. Azores, Portugal. 14 páginas. Consultado el 21 abr. 2025. Disponible en: https://www.ideassonline.org/public/pdf/br_42_97.pdf

Antecedentes y situación actual del sector ganadero y técnicas israelitas. s.f. Tesis de grado. Ciudad Merliot, El Salvador, Universidad Dr. José Matías Delgado. (en línea) s.p. Consultado el 21 abr. 2025. Disponible en: <https://webquery.ujmd.edu.sv/siab/bvirtual/Fulltext/ADGP0000531/Capitulo%201.pdf>

Arroyo De La Cruz, Miguel Ángel. 2013. Diagnóstico de la producción bovina lechera en la localidad de Maravilca, distrito de Matahuasi (en línea). Tesis de grado. Huancayo, Perú, Universidad Nacional del Centro del Perú. 68 páginas. Consultado el 22 abr. 2025. Disponible en: <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/1808/Tesis%20Arroyo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ballina G. Bencomo, Abelardo. 2010. Manejo sanitario eficiente del ganado bovino: principales enfermedades (en línea). 1ª edición. Managua, Nicaragua, Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA) e Instituto Nacional Tecnológico

(INATEC). 73 páginas. Consultado el 22 abr. 2025. Disponible en: <https://www.fao.org/4/as497s/as497s.pdf>

Bedolla, C.C.; Castañeda, V.H.; Wolter, W. 2007. Métodos de detección de la mastitis bovina (en línea). REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria. Vol. VIII (9): 17 páginas. Consultado el 24 abr. 2025. Disponible en: https://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/infecciosas/bovinos_leche/12-mastitis.pdf

Bellido, M.; Escribano Sánchez, M.; Mesías Díaz, F.J.; Rodríguez de Ledesma, A.; Pulido García, F. 2001. Sistemas extensivos de producción animal (en línea). Archivos de Zootecnia. 50 (192): 465–489. Consultado el 21 abr. 2025. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/495/49519203.pdf>

Erskine, Ronald J. 2020. Mastitis en el ganado vacuno (en línea). MSD Veterinary Manual. Consultado el 24 abr. 2025. Disponible en: https://www.msdsvetmanual.com/es/sistema-reproductivo/mastitis-en-grandes-animales/mastitis-en-el-ganado-vacuno#Mastitis-clínica-leve_v3291627_es

FAO. 2011. Buenas prácticas de ordeño (en línea). 1ª edición. Ciudad de Guatemala, Guatemala, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 10 páginas. (Serie: Buenas prácticas en el manejo de la leche). Consultado el 24 abr. 2025. Disponible en: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/8294dbcb-ac19-48fb-81f4-ca87e8221b07/content>

FAO y FIL. 2012. Guía de buenas prácticas en explotaciones lecheras (en línea). 2ª edición. Roma, Italia, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y Federación Internacional de la Leche (FIL). 80 páginas. (Serie FAO: Producción y Sanidad Animal No. 8). Consultado el 25 abr. 2025. Disponible en: <https://www.fao.org/4/ba0027s/ba0027s00.pdf>

Fernández Bolaños, Omar Fernando; Trujillo Graffe, José Eduardo; Peña Cabrera, John Jaiver; Cerquera Gallego, Jefferson; Granja Salcedo, Yury Tatiana. 2012. Mastitis bovina: generalidades y métodos de diagnóstico (en línea). REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria. 13 (11): 11 páginas. Consultado el 24 abr. 2025. Disponible en: https://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/infecciosas/bovinos_leche/78-mastitis.pdf

Harmon, Robert J. 1994. Physiology of mastitis and factors affecting somatic cell counts (en línea). *Journal of Dairy Science*. 77(7): 2103–2112. Consultado el 27 abr. 2025. Disponible en: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(94\)77153-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(94)77153-8)

Iraira, Sergio y Canto, Francisco. 2014. Bienestar animal en crianza de terneros de lechería (en línea). 1ª edición. Osorno, Chile, Fundación para la Innovación Agraria (FIA) y Consorcio Tecnológico de la Leche S.A. 30 páginas. Consultado el 24 abr. 2025. Disponible en: https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/cria_artificial/58-Crianza-de-terneros.pdf

Martínez, G.M.; Suárez, V.H.; Ghezzi, M.D. 2016. Bienestar animal en bovinos de leche: selección de indicadores vinculados a la salud y producción (en línea). RIA. Revista de Investigaciones Agropecuarias. 42 (2): 153–160. Consultado el 22 abr. 2025. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/864/86447075008.pdf>

Mayo, Francisco Érico. 2015. Planificación de salud animal en establecimientos lecheros (en línea). Portalechero.com, Boletín Lechero n° 166. Consultado el 25 abr. 2025. Disponible en: https://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/infecciosas/bovinos_leche/99-Planificacion_salud.pdf

Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. 2009. Guía para la producción responsable: manual de producción de leche cruda de vaca (en línea). 1ª edición. Madrid, España: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Secretaría General

Técnica. 121 páginas. Consultado el 26 abr. 2025. Disponible en: https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/sanidad-animal-higiene-ganadera/manual_produccion_leche_cruda_vaca_tcm30-111501.pdf

Miqueo, Evangelina y Relling, Alejandro. 2017. Calostro: primer alimento en definir el futuro productivo del rodeo lechero. Parte 1: calostro e inmunidad pasiva (en línea). Sitio Argentino de Producción Animal. Consultado el 24 abr. 2025. Disponible en: https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/cria_artificial/94-Calostro.pdf

National Cattlemen's Beef Association. 2020. Pautas de manejo y bienestar animal para el programa BQA: cuidado y manejo del ganado vacuno (en línea). 6ª edición. Estados Unidos: Beef Quality Assurance. 36 páginas. Consultado el 27 abr. 2025. Disponible en: <https://www.bqa.org/Media/BQA/Docs/bqa-cattle-care-handling-guidelines-espanol.pdf>

Osacar, Guillermina; Berra, Guillermo; Mate, Ana. 2008. Bienestar de los terneros de la crianza: medio ambiente crítico (en línea). Producir XXI. 16 (200): 34–37. Consultado el 25 abr. 2025. Disponible en: https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/cria_artificial/134-bienestar.pdf

Pérez Gutiérrez, Edwin. 2017. Manual de manejo: sistemas intensivos sostenibles de ganadería de leche (en línea). 1ª edición. San José, Costa Rica, Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA). 54 páginas. Consultado el 21 abr. 2025. Disponible en: <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/101-10927.pdf>

Rodríguez-Salgado, Ángela-Mireya; Rodríguez-Molano, Carlos-Eduardo; Borrás-Sandoval, Luis-Miguel. 2021. Evaluación de parámetros zootécnicos en terneros suplementados con un alimento fermentado en estado sólido (en línea). Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial. 19 (1): 153–166. Consultado el 25 abr. 2025. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/349202773_Evaluacion_de_parametros_zootecnicos_en_terneros_suplementados_con_un_alimento_fermentado_en_estado_solido

Ruegg, Pamela L. 2017. A 100-year review: Mastitis detection, management, and prevention (en línea). *Journal of Dairy Science*. 100(12): 10381–10397. Consultado el 27 abr. 2025. Disponible en: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(17\)31032-9/fulltext](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(17)31032-9/fulltext)

Ruegg, Pamela L. 2003. Mastitis in dairy cows: A review of the investigation of mastitis problems on farms (en línea). *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 19(1): 47–73. Consultado el 27 abr. 2025. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0749-0720\(02\)00078-6](https://doi.org/10.1016/S0749-0720(02)00078-6)

Strappini, Ana; Viedma, M. Alejandra; Campos, Paulina; Iraira, Sergio. 2021. Protocolo de Bienestar Animal para Terneros y Terneras de Lechería (en línea). 1ª ed. Osorno, Chile: Consorcio Lechero. 97 p. Consultado el 25 abr. 2025. Disponible en: https://www.consorciolechero.cl/wp-content/uploads/2021/10/1-protocolo_completo_final.pdf

Vitela, I.; Cruz-Vázquez, C.; Solano, J. 2005. Comportamiento de vacas Holstein mantenidas en un sistema de estabulación libre, en invierno, en zona árida, México (en línea). *Archivos de Medicina Veterinaria*. 37 (1): 23-27. Consultado el 24 abr. 2025. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1730/173019391004.pdf>

Ybalmea, R. 2015. Alimentación y manejo del ternero, objeto de investigación en el Instituto de Ciencia Animal (en línea). *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 49 (2): 141–152. Consultado el 25 abr. 2025. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193039698003.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Diagnostico semanal de mastitis subclínica y mastitis clínica en la Hacienda El Ciprés.

Semana 1

Durante la primera semana se evaluaron un total de 443 vacas en ordeño mediante la aplicación de pruebas de CMT con acompañamiento de un médico veterinario. En esta jornada se incluyeron los grupos productivos de vacas Rojas, Azules, Dobles, Rencas, Zetas, Amarillas y Verdes.

Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4. Cuantificación de mastitis clínica y subclínica en vacas Holstein – Semana 1, Hacienda El Ciprés.

Tipo de mastitis	Grado	Nº de vacas afectadas	Nº de cuartos afectados	% de vacas afectadas	% de cuartos afectados
Subclínica	Grado 1	25	29	5.64%	1.64%
Subclínica	Grado 2	6	7	1.35%	0.40%
Subclínica	Grado 3	3	3	0.68%	0.17%
Clínica	Grado 4	11	12	2.48%	0.68%
Total, general		45	51	10.15%	2.88%
Total, de vacas evaluadas		443		10.15%	2.88%

Fuente: Elaboración propia con base en resultados del *California Mastitis Test* (CMT) aplicados a 443 vacas en ordeño durante la Semana 1, *Hacienda El Ciprés*, 2025.

Representación gráfica

A continuación, se presentan las figuras que ilustran la distribución y comparación de la incidencia de mastitis subclínica y clínica observada durante la primera semana de diagnóstico.

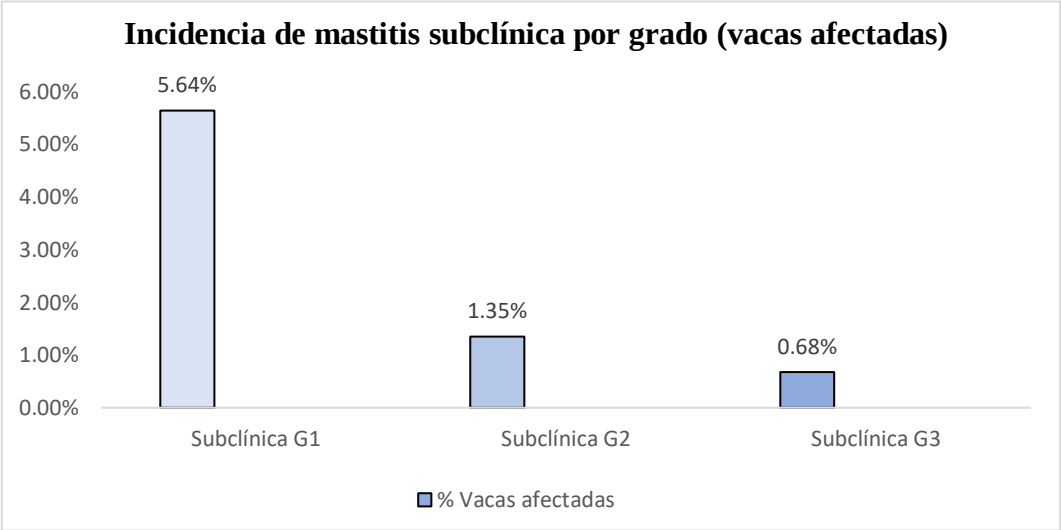


Figura 5. Incidencia de mastitis subclínica según grado de afectación en vacas Holstein – Semana 1, *Hacienda El Ciprés*.

Fuente: Elaboración propia con base en registros del CMT, *Hacienda El Ciprés*, 2025.

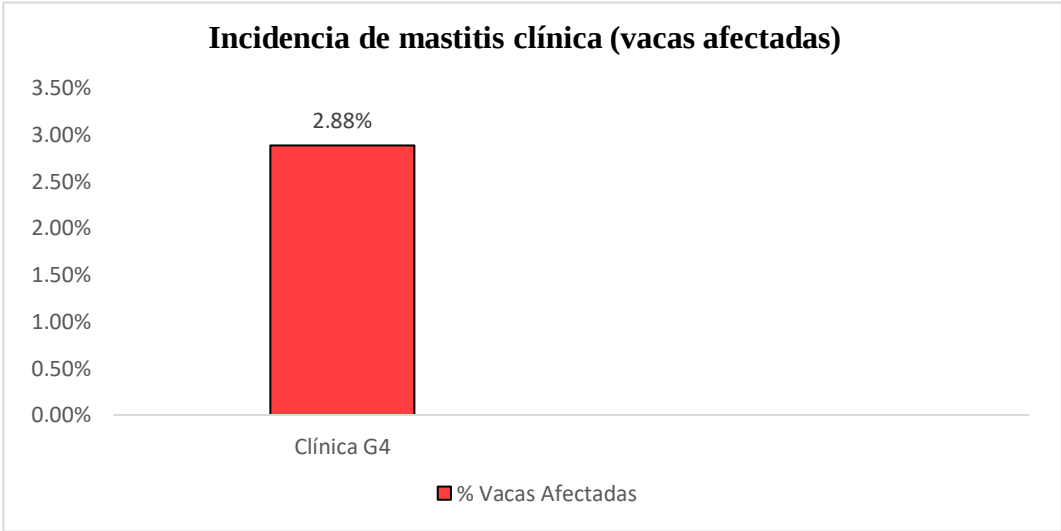


Figura 6. Incidencia de mastitis clínica según grado de afectación en vacas Holstein – Semana 1, *Hacienda El Ciprés*.

Fuente: Elaboración propia con base en registros del CMT, *Hacienda El Ciprés*, 2025.

Análisis complementario entre vacas y cuartos afectados

En el análisis se consideró que cada vaca posee cuatro cuartos mamarios, por lo que el total de unidades evaluadas ascendió a 1,772 cuartos ($443 \text{ vacas} \times 4 \text{ cuartos}$).

Esta distinción permitió cuantificar la incidencia desde dos perspectivas complementarias:

- **Incidencia individual (% de vacas afectadas):** proporción de animales del hato que presentaron algún grado de mastitis.
- **Incidencia glandular (% de cuartos afectados):** proporción de glándulas mamarias comprometidas.

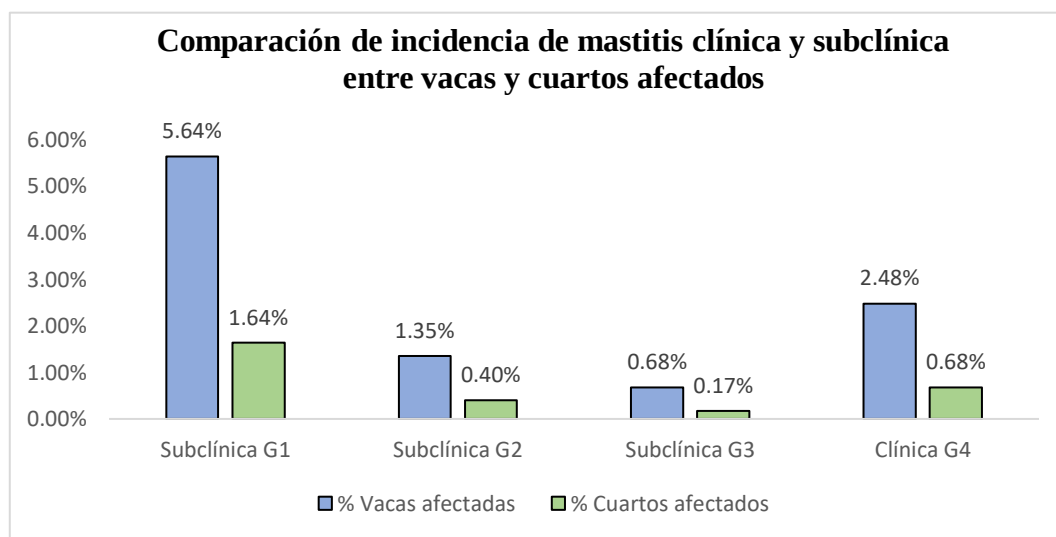


Figura 7. Comparación de incidencia de mastitis clínica y mastitis subclínica entre vacas y cuartos afectados en vacas Holstein – Semana 1, *Hacienda El Ciprés*.

Fuente: Elaboración propia con base en registros del CMT, *Hacienda El Ciprés*, 2025.

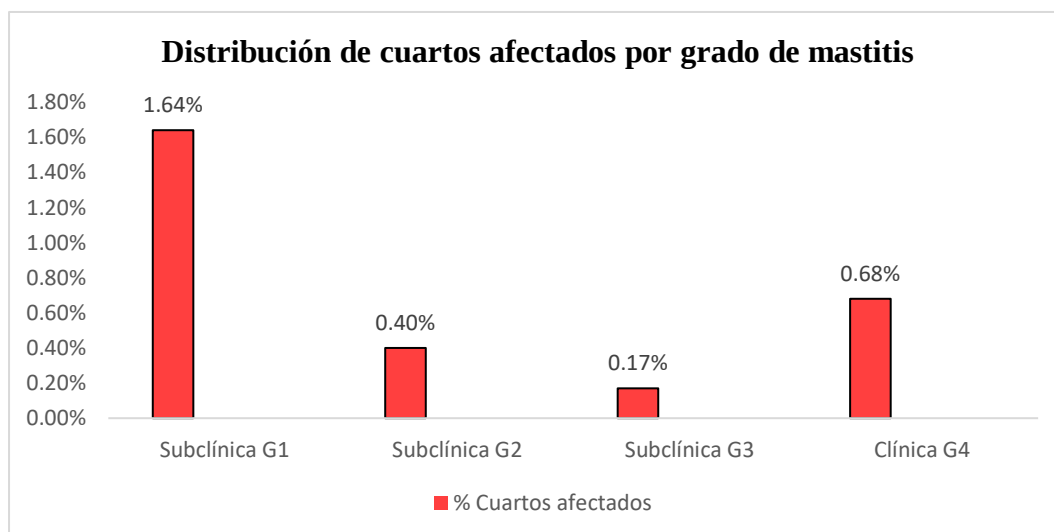


Figura 8. Distribución de cuartos afectados por grado de mastitis – Semana 1, *Hacienda El Ciprés*.

Fuente: Elaboración propia con base en registros del CMT, *Hacienda El Ciprés*, 2025.

Interpretación técnica - Semana 1

En la primera semana de evaluación, los resultados reflejaron una incidencia total del 10.15 %, con predominio de casos subclínicos leves (5.64 %) y una proporción reducida de mastitis clínica (2.48 %).

El número de cuartos comprometidos fue bajo, y los 22 cuartos perdidos (1.24 %) correspondieron principalmente a glándulas con lesiones crónicas o antiguas.

Esta primera evaluación permitió establecer un punto de referencia inicial sobre el estado sanitario del hato, evidenciando la presencia de infecciones subclínicas que requerían seguimiento.

Semana 2

Durante la segunda semana se evaluaron un total de 446 vacas en ordeño mediante la aplicación de pruebas de CMT, evaluando los grupos productivos en el orden de vacas Rojas, Azules, Dobles, Rencas, Zetas, Amarillas y Verdes.

Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 5. Cuantificación de mastitis clínica y subclínica en vacas Holstein – Semana 2, *Hacienda El Ciprés*.

Tipo de mastitis	Grado	Nº de vacas afectadas	Nº de cuartos afectados	% de vacas afectadas	% de cuartos afectados
Subclínica	Grado 1	50	59	11.21	3.31
Subclínica	Grado 2	56	87	12.56	4.88
Subclínica	Grado 3	36	60	8.07	3.37
Clínica	Grado 4	15	16	3.36	0.90
Total, general		157	222	35.20 %	12.46 %
Total, de vacas evaluadas		446		35.20 %	12.46 %

Fuente: Elaboración propia con base en resultados del *California Mastitis Test (CMT)* aplicados a 446 vacas en ordeño durante la Semana 2, *Hacienda El Ciprés*, 2025.

Representación gráfica

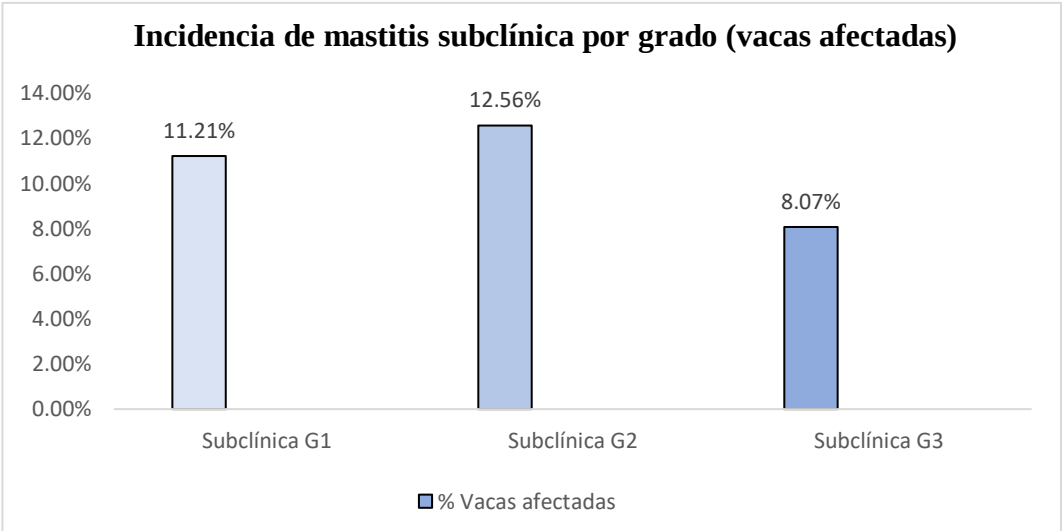


Figura 9. Incidencia de mastitis subclínica según grado de afectación en vacas Holstein – Semana 2, *Hacienda El Ciprés*.

Fuente: Elaboración propia con base en registros del CMT, *Hacienda El Ciprés*, 2025.

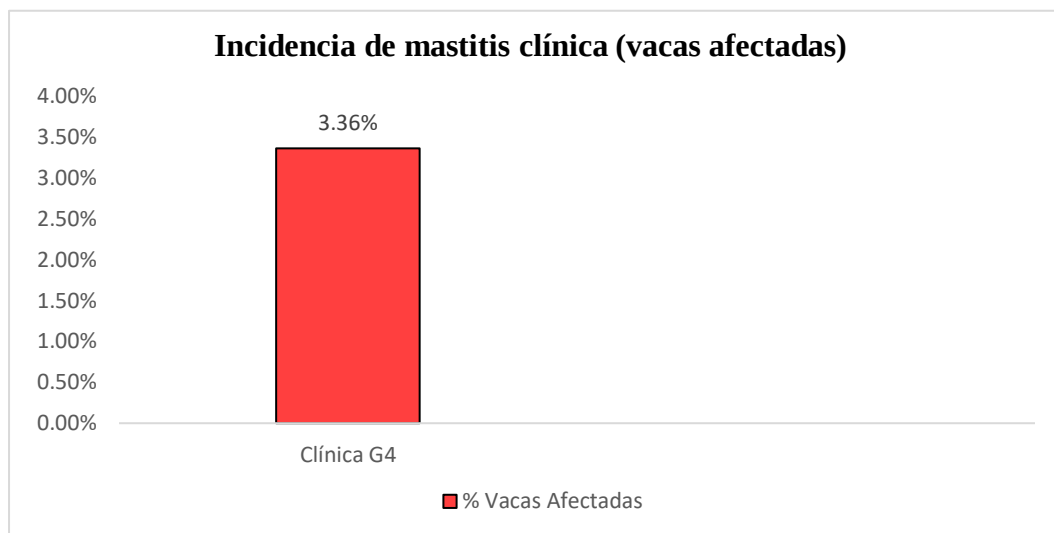


Figura 10. Incidencia de mastitis clínica (Grado 4) en vacas Holstein – Semana 2, *Hacienda El Ciprés*.

Fuente: Elaboración propia con base en registros del CMT, *Hacienda El Ciprés*, 2025.

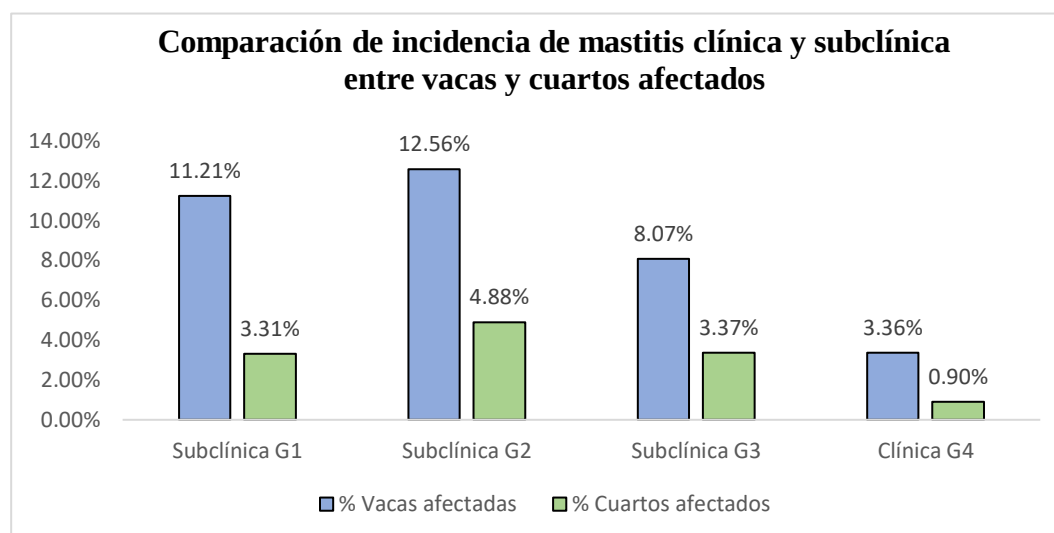


Figura 11. Comparación de incidencia de mastitis clínica y subclínica entre vacas y cuartos afectados – Semana 2, *Hacienda El Ciprés*.

Fuente: Elaboración propia con base en registros del CMT, *Hacienda El Ciprés*, 2025

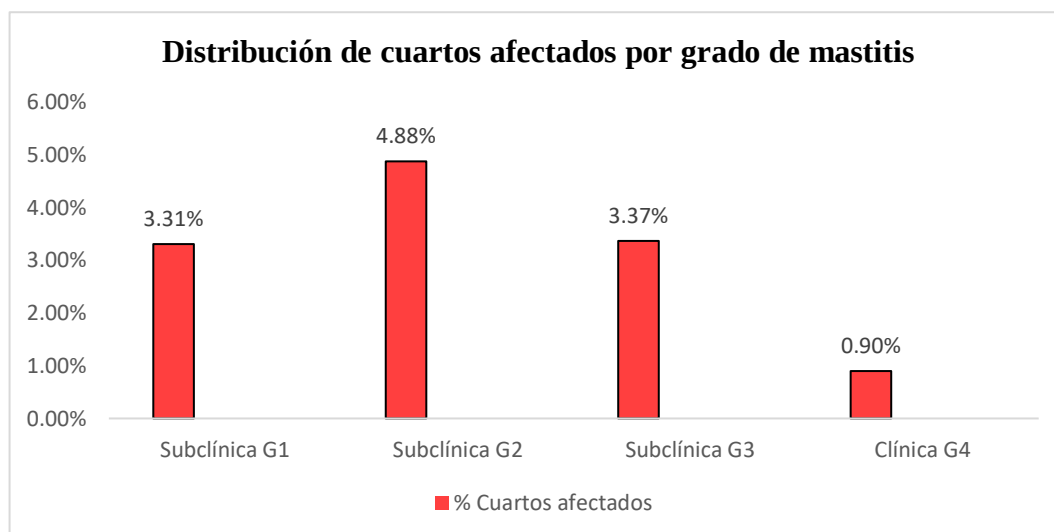


Figura 12. Distribución de cuartos afectados por grado de mastitis – Semana 2, *Hacienda El Ciprés*.

Fuente: Elaboración propia con base en registros del CMT, *Hacienda El Ciprés*, 2025.

Interpretación técnica - Semana 2

Durante la segunda semana, la incidencia aumentó de forma notable hasta alcanzar un 35.20 %, con mayor concentración de casos subclínicos grados 1 y 2. La mastitis clínica presentó un ligero incremento (3.36 %), indicando la aparición de nuevos focos de infección activa.

Los 24 cuartos perdidos (1.35 %) mostraron que, aunque los daños estructurales no se incrementaron significativamente, la tasa de infección general se elevó.

Semana 3

En la tercera semana se evaluaron un total de 417 vacas en ordeño mediante la aplicación de pruebas de CMT, evaluando los grupos productivos en el orden de vacas Rojas, Azules, Dobles, Rencas, Zetas, Amarillas y Verdes.

Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 6. Cuantificación de mastitis clínica y subclínica en vacas Holstein – Semana 3, Hacienda El Ciprés.

Tipo de mastitis	Grado	Nº de vacas afectadas	Nº de cuartos afectados	% de vacas afectadas	% de cuartos afectados
Subclínica	Grado 1	49	65	11.75	3.94
Subclínica	Grado 2	54	87	12.95	5.28
Subclínica	Grado 3	29	41	6.95	2.49
Clínica	Grado 4	12	12	2.88	0.73
Total, general		144	205	34.53 %	12.44 %
Total, de vacas evaluadas		417		34.53 %	12.44 %

Fuente: Elaboración propia con base en resultados del *California Mastitis Test (CMT)* aplicados a 417 vacas en ordeño durante la Semana 3, *Hacienda El Ciprés*, 2025.

Representación gráfica

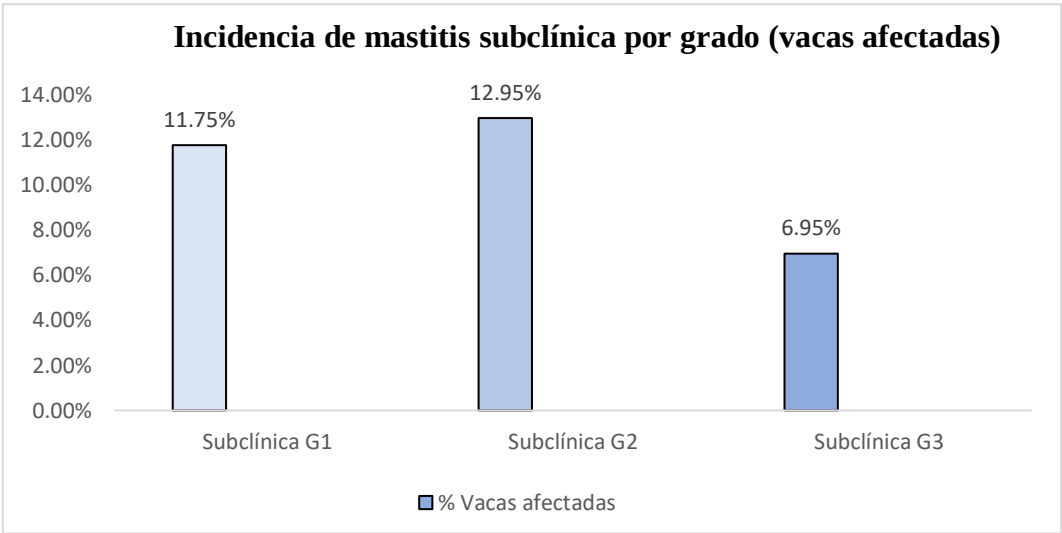


Figura 13. Incidencia de mastitis subclínica según grado de afectación en vacas Holstein – Semana 3, *Hacienda El Ciprés*.

Fuente: Elaboración propia con base en registros del CMT, *Hacienda El Ciprés*, 2025

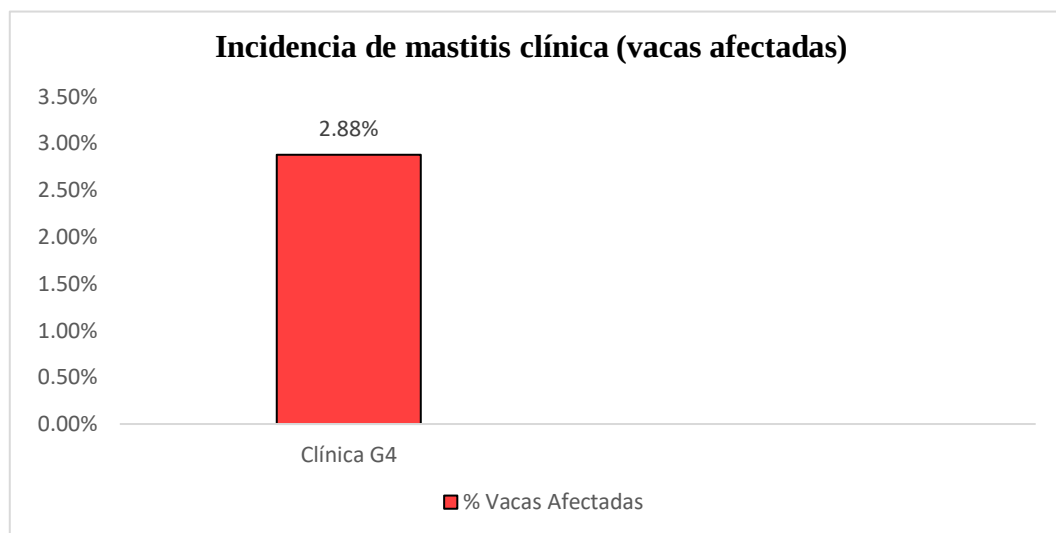


Figura 14. Incidencia de mastitis clínica (Grado 4) en vacas Holstein – Semana 3, *Hacienda El Ciprés*.

Fuente: Elaboración propia con base en registros del CMT, *Hacienda El Ciprés*, 2025.

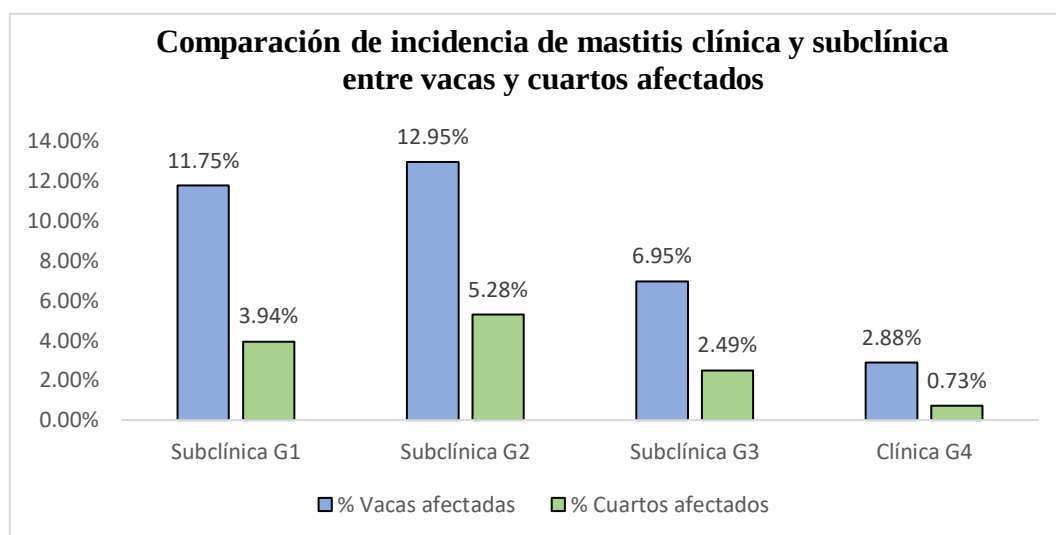


Figura 15. Comparación de incidencia de mastitis clínica y subclínica entre vacas y cuartos afectados – Semana 3, *Hacienda El Ciprés*.

Fuente: Elaboración propia con base en registros del CMT, *Hacienda El Ciprés*, 2025.

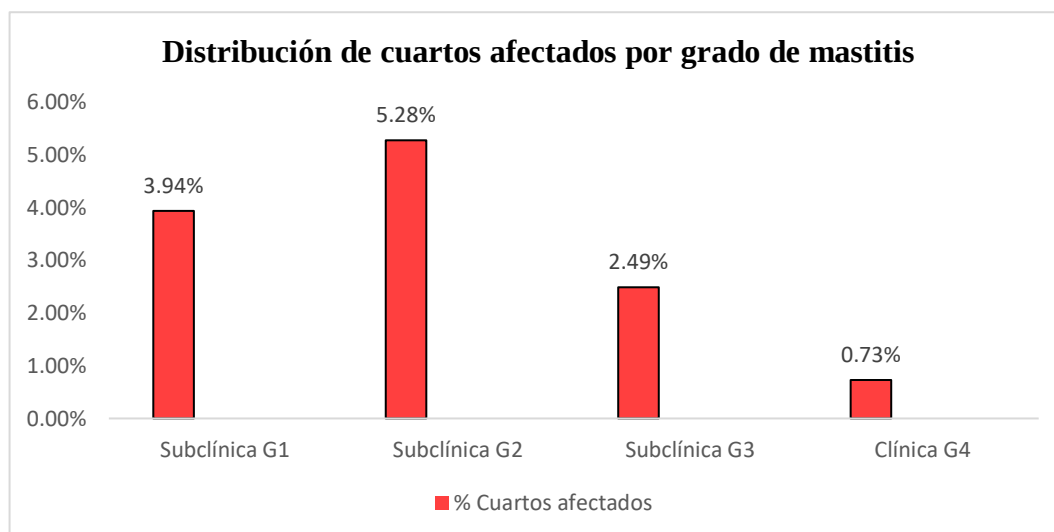


Figura 16. Distribución de cuartos afectados por grado de mastitis – Semana 3, *Hacienda El Ciprés*.

Fuente: Elaboración propia con base en registros del CMT, *Hacienda El Ciprés*, 2025.

Interpretación técnica - Semana 3

En la tercera semana, la incidencia general se mantuvo en niveles similares (34.53 %), aunque se observó una disminución leve de los casos clínicos (2.88 %). Este comportamiento sugiere una cierta estabilidad temporal, aunque con persistencia de infecciones subclínicas en distintos grupos.

El registro de 19 cuartos perdidos (1.14 %) mostró una leve mejora respecto a la semana anterior, sin embargo, el número de cuartos afectados continuó siendo representativo, evidenciando que el problema sanitario se mantenía activo en el sistema.

Semana 4

En la cuarta semana se evaluaron un total de 420 vacas en ordeño mediante la aplicación de pruebas de CMT, evaluando los grupos productivos en el orden de vacas Rojas, Azules, Dobles, Rencas, Zetas, Amarillas y Verdes.

Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 7. Cuantificación de mastitis clínica y subclínica en vacas Holstein – Semana 4, Hacienda El Ciprés.

Tipo de mastitis	Grado	Nº de vacas afectadas	Nº de cuartos afectados	% de vacas afectadas	% de cuartos afectados
Subclínica	Grado 1	62	92	14.76	5.48
Subclínica	Grado 2	51	78	12.14	4.64
Subclínica	Grado 3	15	19	3.57	1.13
Clínica	Grado 4	14	15	3.33	0.89
Total, general		142	204	33.80 %	12.14 %
Total, de vacas evaluadas		420		33.80 %	12.14 %

Fuente: Elaboración propia con base en resultados del *California Mastitis Test (CMT)* aplicados a 420 vacas en ordeño durante la Semana 4, *Hacienda El Ciprés*, 2025.

Representación gráfica

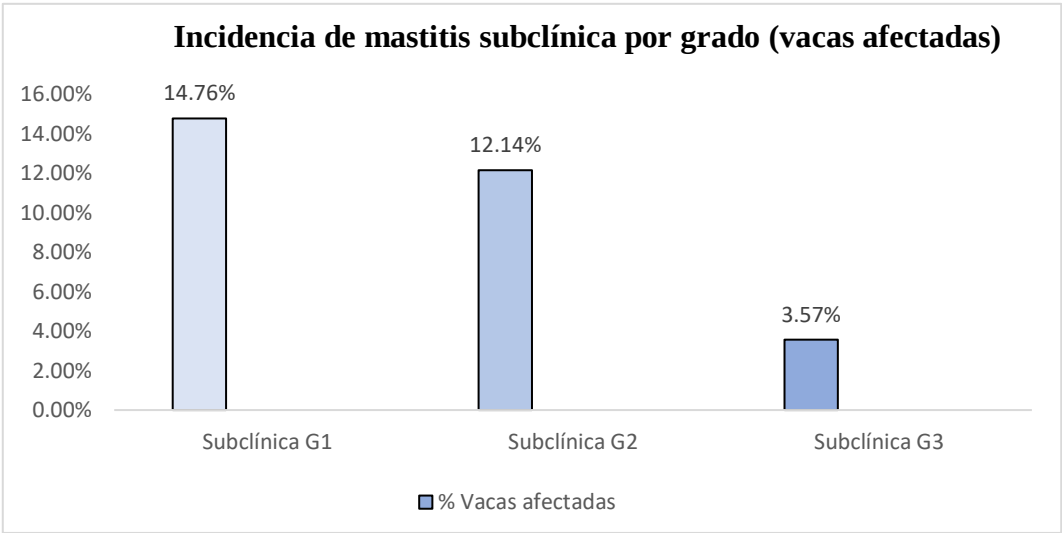


Figura 17. Incidencia de mastitis subclínica según grado de afectación en vacas Holstein – Semana 4, Hacienda El Ciprés.

Fuente: Elaboración propia con base en registros del CMT, *Hacienda El Ciprés*, 2025.

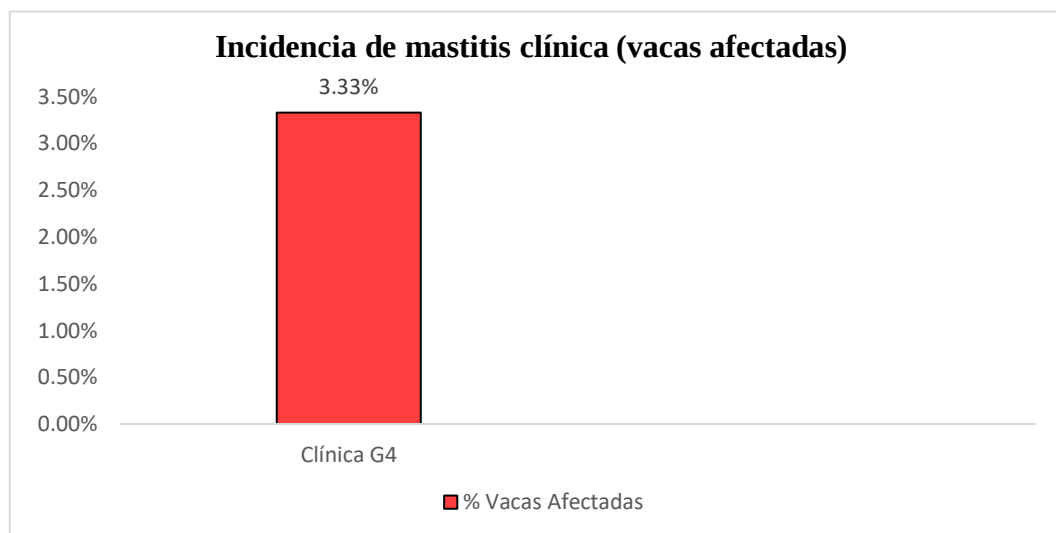


Figura 18. Incidencia de mastitis clínica (Grado 4) en vacas Holstein – Semana 4, *Hacienda El Ciprés*.

Fuente: Elaboración propia con base en registros del CMT, *Hacienda El Ciprés*, 2025.

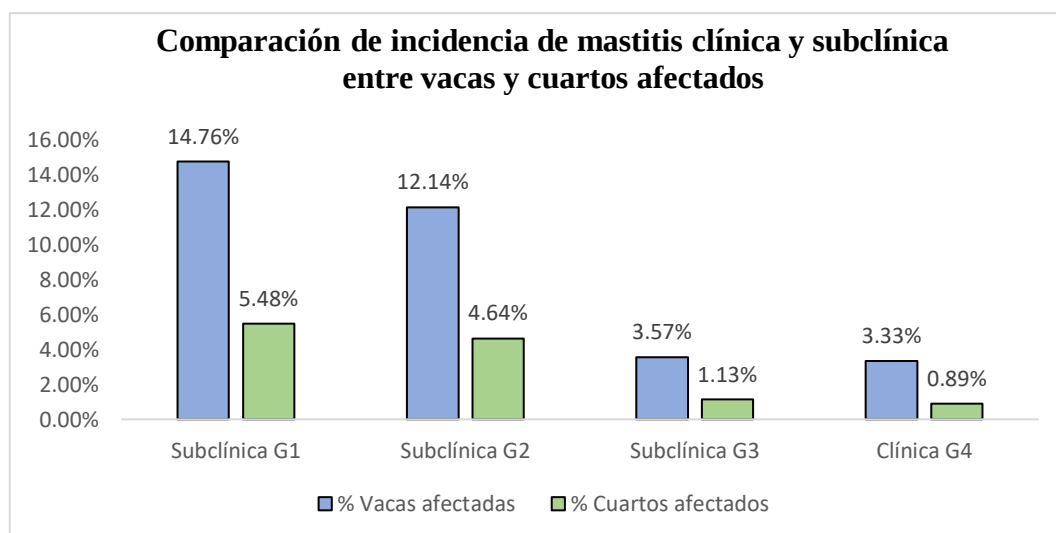


Figura 19. Comparación de incidencia de mastitis clínica y subclínica entre vacas y cuartos afectados – Semana 4, *Hacienda El Ciprés*.

Fuente: Elaboración propia con base en registros del CMT, *Hacienda El Ciprés*, 2025.

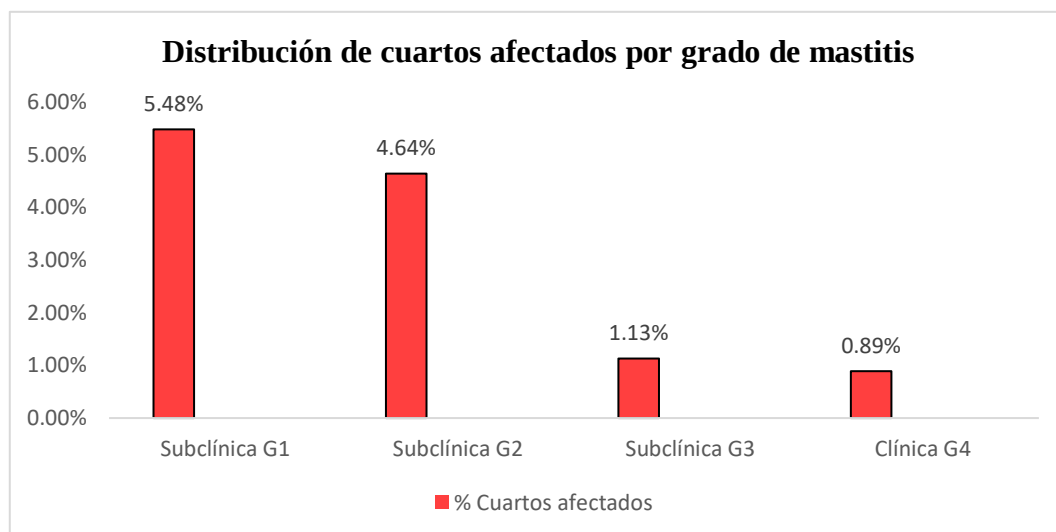


Figura 20. Distribución de cuartos afectados por grado de mastitis – Semana 4, *Hacienda El Ciprés*.

Fuente: Elaboración propia con base en registros del CMT, *Hacienda El Ciprés*, 2025.

Interpretación técnica - Semana 4

En la cuarta semana, la incidencia total fue de 33.80 %, predominando nuevamente los casos subclínicos leves (grados 1 y 2). Los 14 casos clínicos (3.33 %) representaron una proporción moderada, sin variaciones drásticas respecto a semanas previas.

Se reportaron 24 cuartos perdidos (1.43 %), indicando que aún persistían animales con daño glandular irreversible.

Durante este periodo, las condiciones del hato se mantuvieron estables, aunque sin evidencia de una reducción significativa de la enfermedad.

Semana 5

En la quinta semana se evaluaron un total de 414 vacas en ordeño mediante la aplicación de pruebas de CMT, evaluando los grupos productivos en el orden de vacas Rojas, Dobles, Azules, Rencas, Zetas, Amarillas y Verdes.

Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 8. Cuantificación de mastitis clínica y subclínica en vacas Holstein – Semana 5, Hacienda El Ciprés.

Tipo de mastitis	Grado	Nº de vacas afectadas	Nº de cuartos afectados	% de vacas afectadas	% de cuartos afectados
Subclínica	Grado 1	114	204	27.54	12.32
Subclínica	Grado 2	53	80	12.80	4.83
Subclínica	Grado 3	7	12	1.69	0.72
Clínica	Grado 4	4	6	0.97	0.36
Total, general		178	302	42.99 %	18.23 %
Total, de vacas evaluadas		414		42.99 %	18.23 %

Fuente: Elaboración propia con base en resultados del *California Mastitis Test (CMT)* aplicados a 417 vacas en ordeño durante la Semana 5, *Hacienda El Ciprés*, 2025.

Representación gráfica

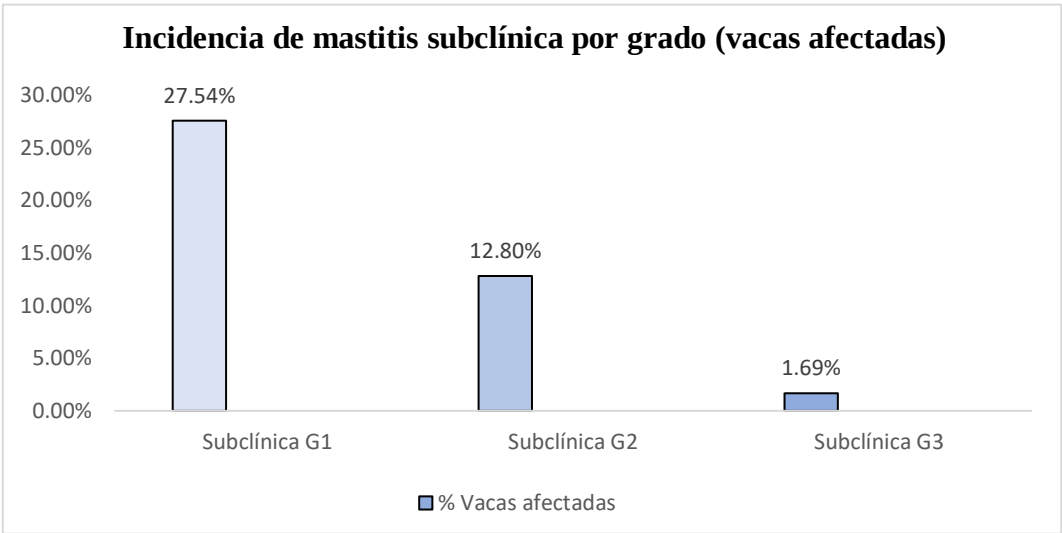


Figura 21. Incidencia de mastitis subclínica según grado de afectación en vacas Holstein – Semana 5, Hacienda El Ciprés.

Fuente: Elaboración propia con base en registros del CMT, *Hacienda El Ciprés*, 2025.

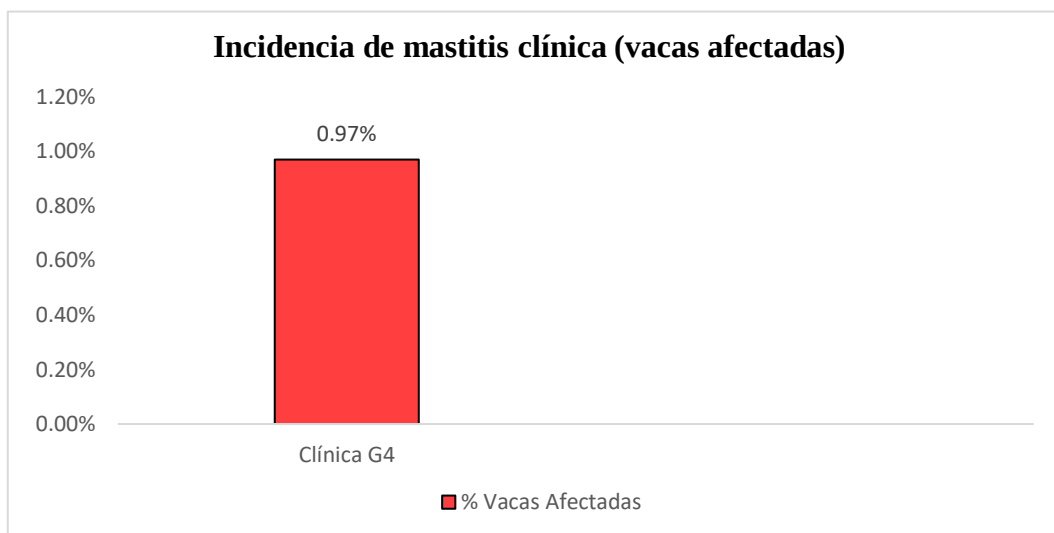


Figura 22. Incidencia de mastitis clínica (Grado 4) en vacas Holstein – Semana 5, *Hacienda El Ciprés*.

Fuente: Elaboración propia con base en registros del CMT, *Hacienda El Ciprés*, 2025.

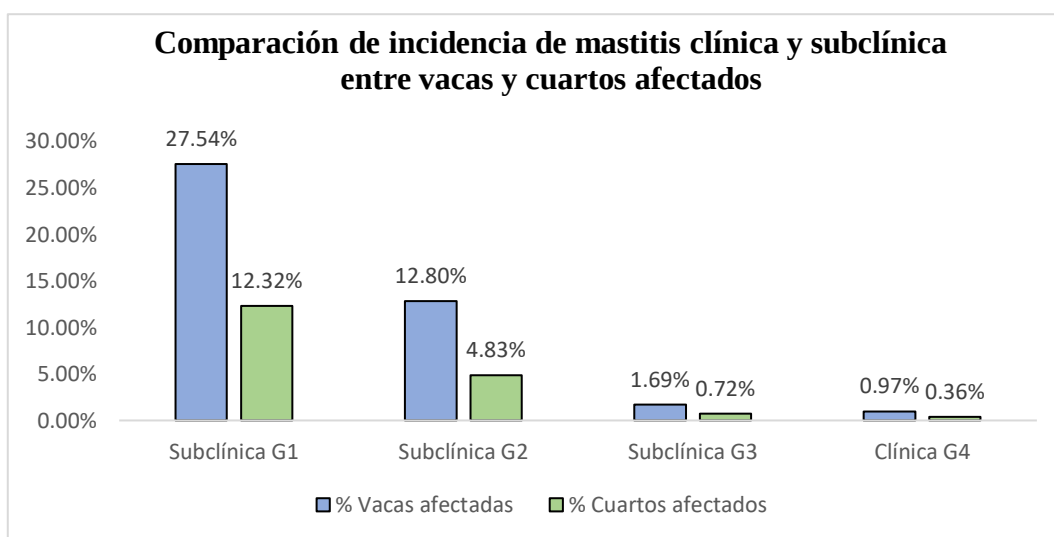


Figura 23. Comparación de incidencia de mastitis clínica y subclínica entre vacas y cuartos afectados – Semana 5, *Hacienda El Ciprés*.

Fuente: Elaboración propia con base en registros del CMT, *Hacienda El Ciprés*, 2025.

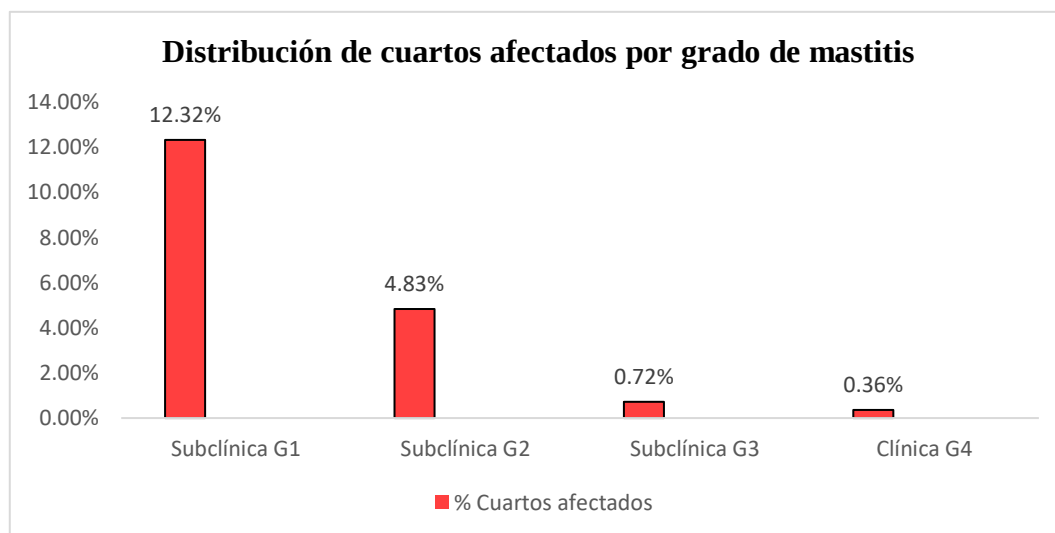


Figura 24. Distribución de cuartos afectados por grado de mastitis – Semana 5, *Hacienda El Ciprés*.

Fuente: Elaboración propia con base en registros del CMT, *Hacienda El Ciprés*, 2025.

Interpretación técnica - Semana 5

En la quinta semana se presentó el punto más alto del periodo, con una incidencia total del 42.99 %. El incremento se concentró principalmente en los casos subclínicos grado 1 (27.54 %), lo que reflejó un aumento notable en la proporción de vacas con infecciones leves o incipientes.

El número de cuartos perdidos (1.81 %) también fue el más elevado del periodo, lo que evidencia una afectación considerable de la glándula mamaria. Este comportamiento marcó una etapa crítica dentro del seguimiento, con la mayor proporción de animales positivos detectada.

Semana 6

En la sexta semana se evaluaron un total de 420 vacas en ordeño mediante la aplicación de pruebas de CMT, evaluando los grupos productivos en el orden de vacas Rojas, Dobles, Azules, Rencas, Zetas, Amarillas y Verdes.

Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 9. Cuantificación de mastitis clínica y subclínica en vacas Holstein – Semana 6, Hacienda El Ciprés.

Tipo de mastitis	Grado	Nº de vacas afectadas	Nº de cuartos afectados	% de vacas afectadas	% de cuartos afectados
Subclínica	Grado 1	36	49	8.57	2.92
Subclínica	Grado 2	21	26	5.00	1.55
Subclínica	Grado 3	9	10	2.14	0.60
Clínica	Grado 4	3	3	0.71	0.18
Total, general	—	69	88	16.43 %	5.25 %
Total, de vacas evaluadas		420		16.43 %	5.25 %

Fuente: Elaboración propia con base en resultados del *California Mastitis Test (CMT)* aplicados a 420 vacas en ordeño durante la Semana 6, *Hacienda El Ciprés*, 2025.

Representación gráfica

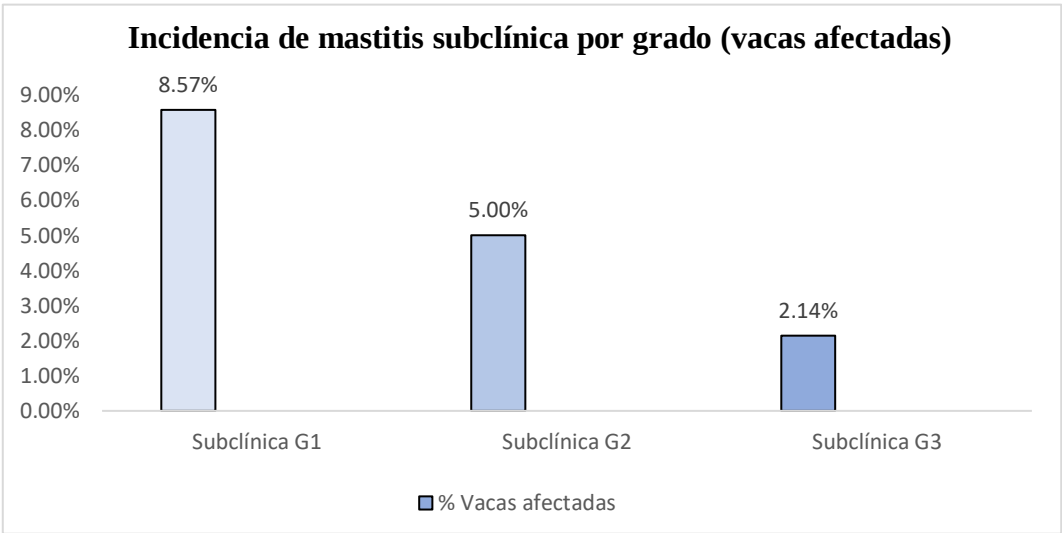


Figura 25. Incidencia de mastitis subclínica según grado de afectación en vacas Holstein – Semana 6, Hacienda El Ciprés.

Fuente: Elaboración propia con base en registros del CMT, *Hacienda El Ciprés*, 2025.

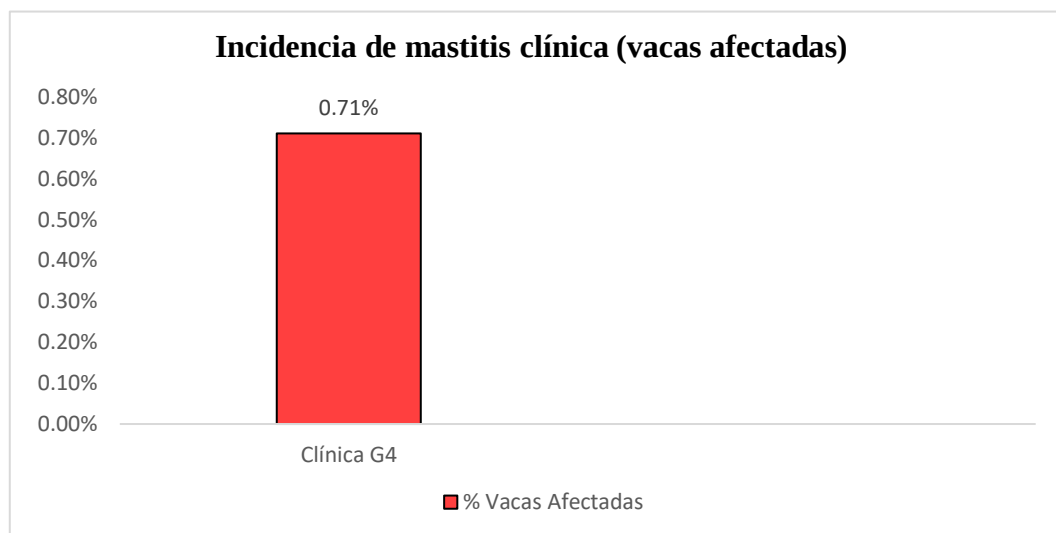


Figura 26. Incidencia de mastitis clínica (Grado 4) en vacas Holstein – Semana 6, *Hacienda El Ciprés*.

Fuente: Elaboración propia con base en registros del CMT, *Hacienda El Ciprés*, 2025.

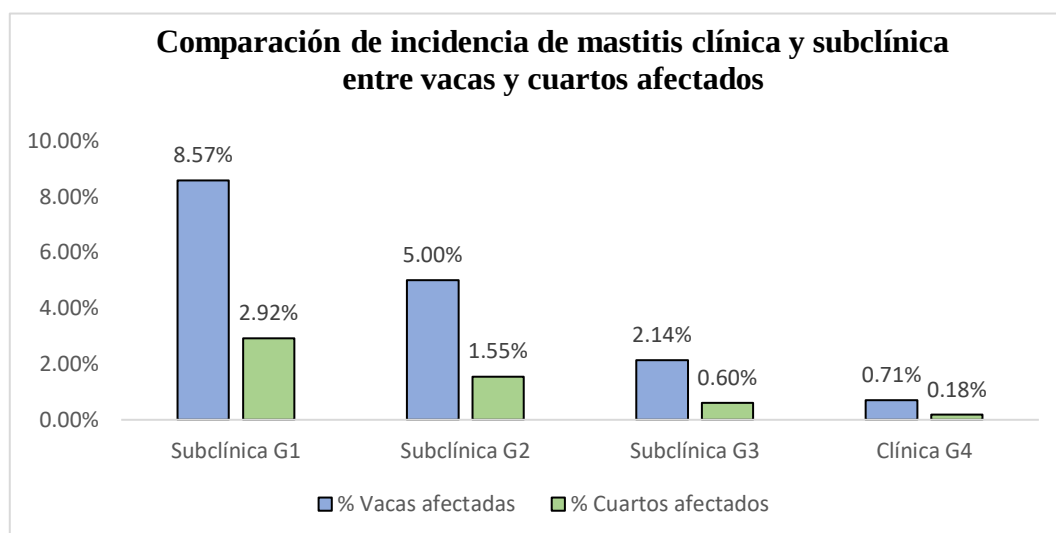


Figura 27. Comparación de incidencia de mastitis clínica y subclínica entre vacas y cuartos afectados – Semana 6, *Hacienda El Ciprés*.

Fuente: Elaboración propia con base en registros del CMT, *Hacienda El Ciprés*, 2025.

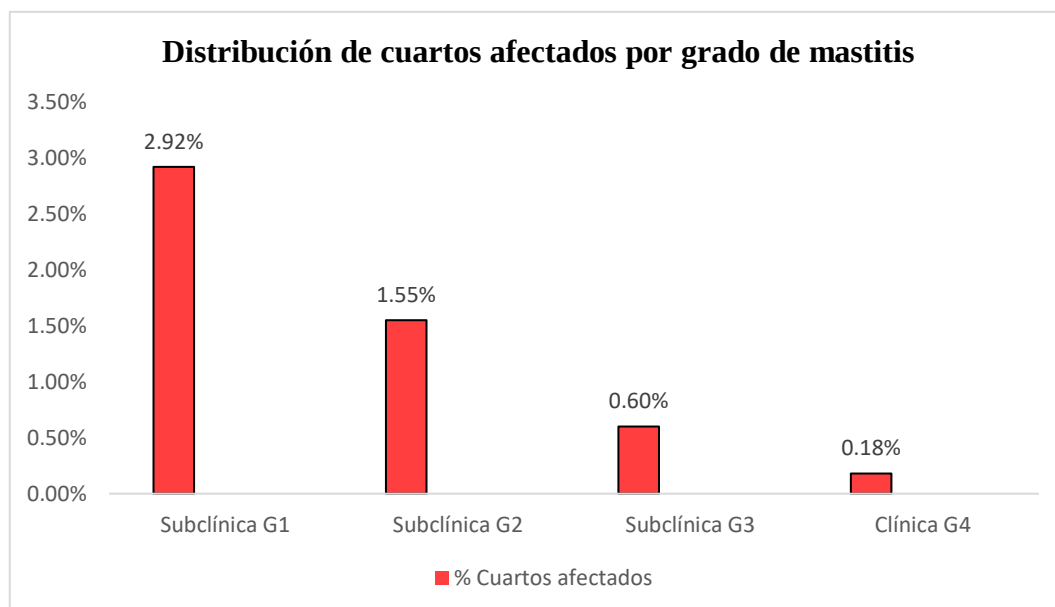


Figura 28. Distribución de cuartos afectados por grado de mastitis – Semana 6, *Hacienda El Ciprés*.

Fuente: Elaboración propia con base en registros del CMT, *Hacienda El Ciprés*, 2025.

Interpretación técnica - Semana 6

En la sexta semana, la incidencia disminuyó de manera significativa hasta 16.43 %, mostrando una mejora general respecto a las semanas previas. Los casos clínicos se redujeron a 0.71 %, y los 21 cuartos perdidos (1.25 %) representaron la menor pérdida registrada en todo el periodo.

Este descenso reflejó una fase de recuperación sanitaria dentro del hato y una posible estabilización de las condiciones productivas y ambientales, en comparación con las semanas de mayor incidencia.

Análisis comparativo general del periodo

Durante el periodo de evaluación, se realizaron seis muestreos quincenales mediante la aplicación del California Mastitis Test (CMT) a las vacas en ordeño de la Hacienda El Ciprés.

Anexo 2. Protocolo de buenas prácticas de ordeño para la prevención de mastitis en la Hacienda El Ciprés.

Primera parte: Protocolo de Pre-Ordeño



Segunda parte: Protocolo de Ordeño



Anexo 3. Protocolo de lavado del sistema de ordeño mecánico, antes y después del ordeño (Dairy-Tensolac).



Anexo 4. Registro manual de resultados de pruebas CMT durante el periodo de evaluación en la Hacienda El Ciprés.

REGISTRO DE CASOS DE MASTITIS SUBCLÍNICA Y CLÍNICA									
HACIENDA El Ciprés									
Nombre	GRUPO	No. Lactancia	Edad Lactancia	DESCRIPCIÓN Fecha AM PM	Cueta afectada	DIAGNOSTICO Serotipo del caso	TRATAMIENTO INDICADO	RESULTADO DE ESTUDIOS CULTURALES	OBSERVACIONES
5133	Ajadas	1	230	1 ^a Serie	X	2	2		
5190	Ajadas	1	271	1 ^a Serie	X	2	2		
5147	"	1	397	"	X	2	2		
5114	"	1	313	"	X	3	3		
5222	"	1	231	"	X	2	2		
5293	"	1	76	"	X	3/2	3/2		
5162	"	1	229	"	X	1	1		
5151	"	1	338	"	X	1	1		
5067	"	1	409	"	X	2/2	2/2		
5168	"	1	160	"	X	2	2		
5303	"	1	121	"	X	1	1		
5281	"	1	109	"	X	2	2		
5271	"	1	177	"	X	2/1	2/1		
5010	Azuels	2	223	1 ^a Serie	X	1	1		
4785	"	3	216	"	X	2	2		
4671	"	3	261	"	X	—	—		

Anexo 5. Resultados del análisis bacteriológico y antibiograma de muestras de leche emitido por LAB VET.



Se realizó muestreo de leche de 12 vacas en producción de las cuales 6 presentaban sintomatología clínica y 6 presentaban sintomatologías subclínicas a nivel de prueba de CMT.

Los resultados fueron los siguientes:

- 9 salieron positivas en aislamiento bacteriano
- 1 salió negativa
- 2 no presentaron crecimiento bacteriano

Anexo cuadro resumen, con bacteria aislada, antibiograma y recomendaciones de productos

Vacas	Tipo de Mastitis	Recurrente	Bacteria	Sensible	Opción Tratamiento	recomendación
4626	Subclínica	S	Citrobacter Freundii	Gentamicina, Trimetopim, Amoxicilina	Gentamicina LI + Biomast	Gentamicina aplicar 2 dosis con intervalo de 12 horas, las proximas 4 dosis con intervalo de 24 horas Biomast cada 24 horas 5 dosis
5029	Subclínica	S	Escherichia coli	Gentamicina, Trimetopim, Amoxicilina	Gentamicina LI + Biomast	
4890	Subclínica	S	Escherichia coli	Gentamicina, Trimetopim, Amoxicilina, Tetraciclina	Gentamicina LI + Biomast	
4671	Clínica	S	Escherichia coli	Gentamicina, Trimetopim, Amoxicilina	Gentamicina LI + Biomast	
4771	Clínica	S	Escherichia coli	Gentamicina, Trimetopim, Amoxicilina, Tetraciclina	Gentamicina LI + Biomast	
4708	Clínica	S	Escherichia coli	Gentamicina, Trimetopim, Amoxicilina	Gentamicina LI + Biomast	
4704	Clínica	S	Negativa			
4471	Subclínica	S	Serratia Marcescens	Gentamicina, Trimetopim, Amoxicilina, Tetraciclina	Gentamicina LI + Biomast	
4745	Subclínica	S	Staphylococcus Haemolyticus	Gentamicina, Trimetopim, Amoxicilina, Tetraciclina	Gentamicina LI + Biomast	
5145	Clínica	S	Staphylococcus Haemolyticus	Gentamicina, Trimetopim, Amoxicilina, Tetraciclina	Gentamicina LI + Biomast	
4830	Subclínica	S	No se presentó crecimiento			
4404	Clínica	S	No se presentó crecimiento			

En 27 Carretera a Sonsonate, Desvío Hacienda al Tránsito, Urb. Los Ahuadetes, Totonicapán, La Libertad.
profil@profil.com.gt / +503 2327-6000

www.grupoprofil.com

Anexo 6. Protocolo de buenas prácticas para el levante de terneras desde el nacimiento hasta los 12 meses de edad en la Hacienda El Ciprés.





Anexo 7. Consumo de concentrado lechero por turno de comida y grupo de vacas en producción en la Hacienda El Ciprés.

CONSUMO DE CONCENTRADO LECHERO EN SILO													
TIPO DE CONCENTRADO	BAJA		ALTA		ALTA		BAJA		ALTA		BAJA		EN GRASA
GRUPO	Rojas		Dobles		Azules		Amarillas		Verdes		Verdes		NOVIILLAS Y NORMAS
CONSUMO POR TURNO DE COMIDA	1	3.0	1	1.0	1	4.0	1	2.5	1	2.5	2.0	1	8.0
	2	6.0	2	1.0	2	8.0	2	5.0	2	5.0	4.0	2	16.0
	3	9.0	3	15.0	3	12.0	3	7.5	3	7.5	6.0	3	24.0
	4	12.0	4	20.0	4	16.0	4	10.0	4	10.0	8.0	4	32.0
	5	15.0	5	25.0	5	20.0	5	12.5	5	12.5	10.0	5	40.0
	6	18.0	6	30.0	6	24.0	6	15.0	6	15.0	12.0	6	48.0
	7	21.0	7	35.0	7	28.0	7	17.5	7	17.5	14.0	7	56.0
	8	24.0	8	40.0	8	32.0	8	20.0	8	20.0	16.0	8	64.0
	9	27.0	9	45.0	9	36.0	9	22.5	9	22.5	18.0	9	72.0
	10	30.0	10	50.0	10	40.0	10	25.0	10	25.0	20.0	10	80.0
	11	33.0	11	55.0	11	44.0	11	27.5	11	27.5	22.0	11	88.0
	12	36.0	12	60.0	12	48.0	12	30.0	12	30.0	24.0	12	96.0
	13	39.0	13	65.0	13	52.0	13	32.5	13	32.5	26.0	13	104.0
	14	42.0	14	70.0	14	56.0	14	35.0	14	35.0	28.0	14	112.0
	15	45.0	15	75.0	15	60.0	15	37.5	15	37.5	30.0	15	120.0
	16	48.0	16	80.0	16	64.0	16	40.0	16	40.0	32.0	16	128.0
	17	51.0	17	85.0	17	68.0	17	42.5	17	42.5	34.0	17	136.0
	18	54.0	18	90.0	18	72.0	18	45.0	18	45.0	36.0	18	144.0
	19	57.0	19	95.0	19	76.0	19	47.5	19	47.5	38.0	19	152.0
	20	60.0	20	100.0	20	80.0	20	50.0	20	50.0	40.0	20	160.0

Figura 29. Consumo de concentrado lechero en silo por turno de comida y grupo de vacas en producción.

CONSUMO DE CONCENTRADO LECHERO DESPUES DE ORDEÑO													
GRUPO DE CONCENTRADO		BAJA		ALTA		ALTA		BAJA		ALTA		BAJA	
CONSUMO POR TURNO DE COMIDA	Rojas		Dobles		Azules		Amarillas		Z		Verdes		
	1	9.0	1	9.0	1	9.0	1	9.0	1	9.0	0.0	1	9.0
	2	18.0	2	18.0	2	18.0	2	18.0	2	18.0	0.0	2	9.0
	3	27.0	3	27.0	3	27.0	3	27.0	3	27.0	0.0	3	9.0
	4	36.0	4	36.0	4	36.0	4	36.0	4	36.0	0.0	4	9.0
	5	45.0	5	45.0	5	45.0	5	45.0	5	45.0	0.0	5	9.0
	6	54.0	6	54.0	6	54.0	6	54.0	6	54.0	0.0	6	9.0
	7	63.0	7	63.0	7	63.0	7	63.0	7	63.0	0.0	7	9.0
	8	72.0	8	72.0	8	72.0	8	72.0	8	72.0	0.0	8	9.0
	9	81.0	9	81.0	9	81.0	9	81.0	9	81.0	0.0	9	9.0
	10	90.0	10	90.0	10	90.0	10	90.0	10	90.0	0.0	10	9.0
	11	99.0	11	99.0	11	99.0	11	99.0	11	99.0	0.0	11	9.0
	12	108.0	12	108.0	12	108.0	12	108.0	12	108.0	0.0	12	9.0
	13	117.0	13	117.0	13	117.0	13	117.0	13	117.0	0.0	13	9.0
	14	126.0	14	126.0	14	126.0	14	126.0	14	126.0	0.0	14	9.0

Figura 30. Consumo de concentrado lechero después del ordeño por turno de comida y grupo de vacas en producción.

Anexo 8. Registro de producción diaria de leche en la Hacienda El Ciprés.

REGISTRO DE PRODUCCIÓN DIARIA DE LECHE / HACIENDA EL CIPRÉS							
Fecha	Número de vacas en ordeño	Total (Litros/Día)	Total (Botellas/Día)	Total (Litros)	Botellas / Vaca	Litros / Vaca	Lugar de entrega
05-08-2025	416	24555	14900	11175	35.81730769	26.86298077	Metegon
06-08-2025	418	23514	14250	10687.5	34.09090909	25.56818182	Metegon
07-08-2025	420	24220	14610	10957.5	34.78571429	26.08928571	Metegon
08-08-2025	422	24909	15006	11254.5	35.55924171	26.66943128	Metegon
09-08-2025	422	24683	14706	11029.5	34.8414123	26.11625592	Metegon
10-08-2025	422	24921	14812	11649	36.8056872	27.6042654	Metegon
11-08-2025	422	24605	14726	11044.5	34.8957346	26.17180094	Metegon
12-08-2025	424	24510	14694	11020.5	34.6586038	25.99174528	Metegon
13-08-2025	424	24499	14699	11017.5	34.64622642	25.98466981	Metegon
14-08-2025	424	24902	15050	11287.5	35.49428102	26.62146226	Metegon
15-08-2025	424	24867	15150	11362.5	35.6470892	26.73529412	Metegon
16-08-2025	406	23499	14144	10748	34.14636275	26.16764706	Metegon
17-08-2025				0	0 DIV 0	0 DIV 0	
18-08-2025				0	0 DIV 0	0 DIV 0	
19-08-2025				0	0 DIV 0	0 DIV 0	
20-08-2025				0	0 DIV 0	0 DIV 0	



Figura 31. Registro individual del número de vaca en el sistema AFIFARM.



Figura 32. Sistema de captación pluvial mediante techos y canales en la Hacienda El Ciprés.



Figura 33. Tanques de almacenamiento de agua provenientes de la captación pluvial.



Figura 34. Vehículo cisterna o pipa para el transporte de agua en la hacienda.



Figura 35. Terneras en el corral de alimentación durante la etapa de levante.



Figura 36. Potreros y cunas utilizadas en el área de crianza de terneros.



Figura 37. Suministro manual de leche con biberón (“pepe”) a terneros.



Figura 38. Equipo inmovilizador hidráulico utilizado para el procedimiento de despezñado.



Figura 39. Ejecución del proceso de despezñado en vaca mediante el inmovilizador hidráulico.



Figura 40. Marcas e identificación visual de vacas tras evaluación reproductiva por el médico veterinario.



Figura 41. Ejecución del despunte durante el proceso de ordeño.



Figura 42. Aplicación del pre-sellado en la rutina de ordeño.



Figura 43. Secado del pezón previo a la colocación de las pezoneras.



Figura 44. Colocación de las pezoneras durante el ordeño mecánico.



Figura 45. Retiro manual de pezoneras después del ordeño profundo.



Figura 46. Aplicación del post-sellado tras finalizar el ordeño.



Figura 47. Preparación del reactivo CMT para la evaluación de mastitis subclínica.



Figura 48. Obtención de los primeros chorros de leche para la prueba CMT.



Figura 49. Aplicación del reactivo CMT sobre la paleta para la evaluación diagnóstica.



Figura 50. Paleta con reacción positiva al CMT, indicando presencia de mastitis subclínica.



Figura 51. Marcaje con marcador verde en la cola de vaca positiva a mastitis subclínica.



Figura 52. Marcaje en glúteos que indica el pezón afectado por infección mamaria.



Figura 53. Cubo plástico destinado a la recolección de leche de vacas tratadas con antibióticos.



Figura 54. Separador de leche utilizado para aislar el cuarto mamario infectado.

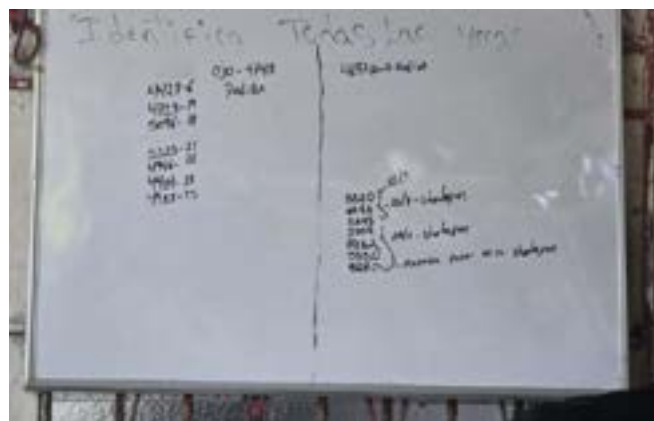


Figura 55. Pizarra de control sanitario con vacas en tratamiento y observaciones clínicas.



Figura 56. Marca visual en vacas para el control de días postparto.



Figura 57. Sonda esofágica utilizada para alimentación de terneros.



Figura 58. Personal del área de terneros leyendo el protocolo de levante de terneras de 0 a 12 meses.



Figura 59. Personal del ordeño revisando el protocolo de buenas prácticas de ordeño.



Figura 60. Personal del ordeño consultando el protocolo de pre-ordeño.



Figura 61. Reubicación de cunas en el potrero de terneros.



Figura 62. Alimentación de terneros con leche en balde.



Figura 63. Equipos de pasteurización y tanque enfriador de leche.

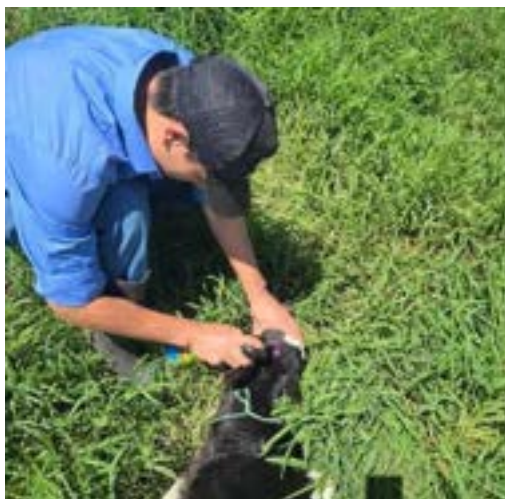


Figura 64. Procedimiento de descorne con aplicación de pasta cáustica.



Figura 65. Tanques de almacenamiento de leche producida en la Hacienda El Ciprés.