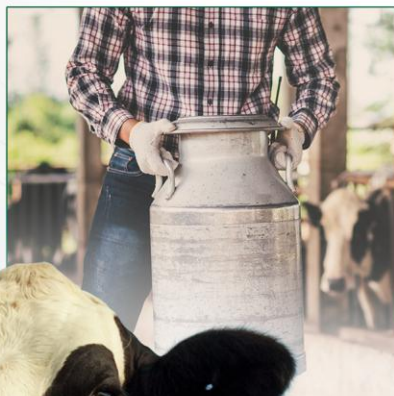
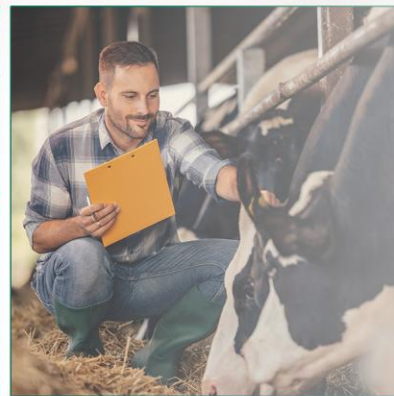
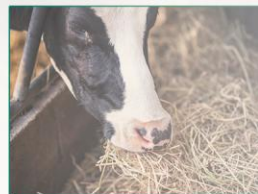


GESTIÓN INTEGRAL DE LA FINCA LECHERA

PRODUCCIÓN BOVINA:
CIENCIA Y PRÁCTICA EN EL CAMPO



Dr. Luis Balarezo Urresta

ISBN: 978-9907-818-50-5



9 789907 818505



GESTIÓN INTEGRAL DE LA FINCA LECHERA

Producción bovina: ciencia y práctica en el campo

Autores:

Luis Rodrigo Balarezo Urresta

Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5546-1259>

Correo electrónico institucional: luis.balarezo@upec.edu.ec

Filiación institucional: Universidad Politécnica Estatal del Carchi

Editorial “ACACFESA SAS”

La presente obra fue revisada por 2 pares académicos externos ciegos conforme al proceso editorial de ACACFESA SAS.

Los rigurosos procedimientos editoriales de ACACFESA SAS garantizan la selección de manuscritos por sus aportes significativos al conocimiento y cualidades científicas.

Editorial: ACACFESA SAS.

Sello editorial: 978-9907-818

Teléfono: (+593) 998955446

Web: <https://acacfesa.com/editorial/index.php/1>

ISBN: 978-9907-818-50-5

Doi: <https://doi.org/10.70577/yrjap13/ACACFESA.EDITORIAL>

Año: Septiembre 2026

Aviso Legal

El contenido de esta obra, que incluye ilustraciones, textos, tablas, gráficos, cuadros y referencias bibliográficas, es responsabilidad única del autor o autores. Lo que se ha dicho, los criterios y los datos no reflejan necesariamente la posición institucional ni el pensamiento de la Editorial ACACFESA SAS.

Derechos de Autor ©

Este documento se publica conforme los términos y condiciones de la EDITORIAL ACACFESA SAS

Esta obra está bajo una licencia internacional



Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0

La "Editorial ACACFESA SAS " y todos sus autores tienen la propiedad única de los derechos de autor y de propiedad intelectual e industrial relacionados con el contenido de esta publicación. La reproducción total o parcial de esta obra, su almacenamiento en sistemas informáticos, su tratamiento digital y cualquier tipo de distribución, transmisión o comunicación pública por medios electrónicos, ópticos, mecánicos, químicos, fotográficos o de grabación están prohibidos. Esto se encuentra bajo las sanciones que establece la legislación vigente a menos que se cuente con la autorización previa y por escrito de los titulares del copyright.

Queda excluido únicamente el uso con fines académicos o de investigación científica, siempre que no busque objetivos comerciales y se ejecute sin remuneración, debiendo mencionarse en todo momento a la fuente editorial correspondiente. Los autores son los únicos responsables de las opiniones expresadas en los diferentes capítulos, las cuales no necesariamente representan el punto de vista institucional de la editorial.

Constancia de Arbitraje

La Editorial ACACFESA SAS, certifica que este libro es el resultado de un estudio llevado a cabo por los autores, el cual fue evaluado por jurados expertos bajo el sistema de Pares Externos, tanto en contenido como en forma. Asimismo, se llevó a cabo un análisis del método de investigación, paradigma y enfoque; a partir de la matriz epistémica adoptada por los autores, utilizando las normas APA, Séptima Edición y el proceso de antiplagio en línea turniting para asegurar que la obra fuera científica.

Revisor par externo 1

Liliana Acurio Arcos

Revisor par externo 2

López Mejía Francel Xavier

PREFACIO DEL AUTOR

La presente obra nace de la experiencia acumulada a lo largo de varios años de trabajo profesional en el sector agropecuario, particularmente en el ámbito de la producción bovina lechera y la asistencia técnica en fincas de pequeña mediana y gran escala. Durante este tiempo, he tenido la oportunidad de acompañar a productores, mayordomos, técnicos y estudiantes, constatando que muchos de los problemas productivos, sanitarios y económicos no se originan por falta de recursos, sino por la ausencia de información organizada, registros adecuados y criterios técnicos aplicados de forma sistemática.

En la realidad cotidiana de la finca, el mayordomo cumple un rol determinante. Es quien observa, ejecuta, registra y, en muchos casos, toma decisiones inmediatas que impactan directamente en la producción de leche, la salud del hato y la rentabilidad del sistema. Sin embargo, con frecuencia esta responsabilidad no va acompañada de herramientas técnicas claras, prácticas y adaptadas a las condiciones reales del campo. Esta situación motivó la elaboración de la “Gestión Integral de la Finca Lechera”, concebida como un instrumento de apoyo técnico que facilite el manejo ordenado y eficiente de la finca lechera.

El libro integra conocimientos fundamentales sobre calidad de leche, ordeño, sanidad animal, reproducción, crianza de terneras, manejo de praderas y control de costos, presentados de manera progresiva y aplicada. Cada capítulo ha sido estructurado para combinar fundamentos técnicos con procedimientos prácticos, de modo que el lector pueda comprender no solo el cómo, sino también el porqué de cada acción realizada en la finca.

Un elemento central de esta obra es la importancia del registro como herramienta de gestión. La información correctamente recopilada y analizada permite transformar la experiencia diaria en datos útiles para la toma de decisiones, fortaleciendo la planificación y la mejora continua del sistema productivo. En este sentido, la guía propone formatos simples y funcionales, pensados para ser utilizados directamente en el campo.

Este libro está dirigido principalmente a mayordomos y productores, pero también a estudiantes, técnicos y profesionales del área agropecuaria que buscan una visión integral y aplicada de la producción lechera. Su contenido refleja tanto el conocimiento técnico-científico como la realidad práctica de la ganadería, especialmente en contextos donde el acceso a tecnología digital aún es limitado.

Finalmente, expreso mi deseo de que esta obra contribuya a fortalecer la gestión de las fincas lecheras, a mejorar la calidad de la leche producida y a dignificar el rol del mayordomo como actor clave del sistema productivo. Si este libro logra facilitar la organización del trabajo diario, prevenir errores comunes y apoyar decisiones más acertadas, habrá cumplido plenamente su propósito.

Dr. Luis Balarezo Urresta
Médico Veterinario Zootecnista

PRÓLOGO

La producción lechera moderna enfrenta desafíos cada vez más complejos: exigencias crecientes de calidad e inocuidad, variabilidad en los costos de insumos, presión por mejorar la eficiencia reproductiva y la necesidad de garantizar sostenibilidad económica en sistemas productivos cada vez más competitivos. En este contexto, la gestión técnica de la finca lechera deja de ser una actividad empírica para convertirse en un proceso estructurado, basado en evidencia científica y disciplina operativa.

La obra “Gestión Integral de la Finca Lechera”, del Dr. Luis Balarezo Urresta, responde de manera pertinente a esta necesidad. El texto ofrece una visión integral del manejo de fincas lecheras, abordando de forma articulada aspectos fundamentales como la calidad de la leche, el ordeño, la sanidad animal, la reproducción, la crianza de terneras y la gestión económica, elementos que determinan la eficiencia y sostenibilidad de los sistemas productivos.

Uno de los principales aportes de este libro radica en su capacidad para traducir principios técnicos y científicos en procedimientos claros y aplicables en el campo, reconociendo el papel estratégico del mayordomo como gestor operativo de la finca. Esta aproximación permite cerrar la brecha existente entre el conocimiento académico y la realidad cotidiana de la producción lechera, especialmente en sistemas de pequeña y mediana escala.

Asimismo, la obra se sustenta en buenas prácticas reconocidas a nivel nacional e internacional, alineadas con los principios de inocuidad alimentaria, bienestar animal y sanidad preventiva, contribuyendo a la formación de sistemas productivos más responsables y competitivos. Su enfoque didáctico la convierte en un material de consulta valioso tanto para productores y técnicos, como para estudiantes y profesionales del área agropecuaria.

La Universidad valora y respalda iniciativas académicas como la presente, que fortalecen la vinculación entre la academia y el sector productivo, y promueven una ganadería lechera basada en el conocimiento, la organización y la mejora continua. En este sentido, “Gestión Integral de la Finca Lechera” se constituye en un aporte significativo para el desarrollo de la producción lechera regional y nacional.

Confiamos en que esta obra será una herramienta útil práctica para productores, guía formativa para mayordomos y material de apoyo para estudiantes y profesionales del área agropecuaria para la capacitación, la gestión y la toma de decisiones en las fincas lecheras, y que contribuirá

a la formación de talento humano comprometido con la calidad, la sostenibilidad y el progreso del sector agropecuario. Su contenido busca cerrar la brecha entre teoría y práctica, ofreciendo lineamientos aplicables a la realidad de las fincas lecheras.

La transformación del sector lechero no depende exclusivamente de grandes inversiones, sino de decisiones técnicas acertadas y disciplina operativa diaria. Ese es el espíritu que inspira esta obra.

ÍNDICE GENERAL

PREFACIO DEL AUTOR.....	vi
PRÓLOGO.....	viii
ÍNDICE GENERAL	x
Índice de tablas	xiv
Índice de figuras.....	xv
Introducción	1
CAPÍTULO I CALIDAD DE LA LECHE EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN BOVINA ...	3
1.1 Introducción técnica	3
1.2 Fundamentos científicos de la calidad de la leche	3
1.2.1 Composición de la leche	3
1.2 Calidad higiénico-sanitaria.....	4
1.3 Recuento de Células Somáticas (RCS)	5
1.3.1 Factores que provocan el aumento del RCS	5
1.4 Importancia del RCS en la calidad y rentabilidad.....	7
1.5 Relación entre UFC y RCS	7
1.6 Parámetros de calidad de la leche	13
1.6.1 Grasa láctea.....	14
1.6.2 Reductasa	14
1.7 Buenas prácticas de ordeño y su impacto en la calidad de la leche	15
1.8 Relación entre calidad de leche, productividad y rentabilidad.....	15
1.9 Implicaciones prácticas para el mayordomo y el productor.....	16
1.10 Recomendaciones clave.....	16
CAPÍTULO II DIAGNÓSTICO DE MASTITIS SUBCLÍNICA MEDIANTE LA PRUEBA DE CALIFORNIA MASTITIS TEST (CMT).....	17
2.1 Introducción técnica	17
2.2 Fundamentos científicos de la mastitis subclínica	17
2.2.1 Concepto y fisiopatología	17
2.2.2 Importancia productiva y sanitaria.....	18

2.3	Principios del California Mastitis Test (CMT)	18
2.4	Procedimiento técnico de la prueba CMT	19
2.5	Hoja de registro e Interpretación de resultados	19
2.6	Relación entre CMT, calidad de leche y rentabilidad	22
2.7	Implicaciones prácticas para el mayordomo	22
2.8	Recomendaciones finales	22
CAPÍTULO III ORDEÑO Y TÉCNICAS DE ORDEÑO MANUAL Y MECÁNICO EN BOVINOS LECHEROS		23
3.1	Introducción técnica	23
3.2	Fundamentos fisiológicos del ordeño.....	24
3.3	El Mecanismo de Acción Celular.....	24
3.4	El Estímulo del Ordeño (Feedback Positivo).....	25
3.5	La Unidad de Fabricación: El Alvéolo.....	26
3.6	El Suministro: La Sangre como Materia Prima	26
3.7	El Proceso de Síntesis (La Alquimia Biológica).....	26
3.8	La Eyección (Bajada de la leche).....	27
3.9	Recomendaciones finales.....	35
CAPÍTULO IV SANIDAD ANIMAL: VACUNACIÓN Y DESPARASITACIÓN EN SISTEMAS BOVINOS LECHEROS		36
4.1	Introducción técnica	36
4.2	Vacunación en bovinos lecheros	37
4.2.1	Principios generales de la vacunación	37
4.2.2	Importancia productiva y sanitaria.....	37
4.2.3	Principales enfermedades prevenibles por vacunación.....	37
4.2.4	Calendarios de vacunación	38
4.3	Desparasitación en bovinos lecheros.....	40
4.3.1	Fundamentos del control parasitario	40
4.3.2	Importancia del uso responsable de antiparasitarios.....	40
4.3.3	Desparasitación según categoría animal	40
4.3.4	Relación entre sanidad, calidad de leche e inocuidad.....	43
4.3.5	Implicaciones prácticas para el mayordomo	43
4.3.6	Recomendaciones finales.....	43
CAPÍTULO V CRIANZA DE TERNERAS: BASE DEL REEMPLAZO Y SOSTENIBILIDAD DEL HATO LECHERO		45

5.1	Introducción técnica	45
5.2	Fundamentos biológicos e inmunológicos de la crianza	45
5.2.1	Importancia del período neonatal.....	45
5.2.2	Desinfección del ombligo y Transferencia de inmunidad pasiva	46
5.3	Alimentación durante la etapa de lactancia.....	48
5.3.1	Suministro de leche.....	48
5.3.2	Desarrollo ruminal y alimentación sólida	48
5.4	Manejo sanitario en la crianza de terneras	48
5.5	Manejo zootécnico complementario	49
5.6	Crecimiento, ganancia de peso y evaluación del desarrollo.....	49
5.7	Recomendaciones finales	54
CAPÍTULO VI CHEQUEO GINECOLÓGICO Y MANEJO REPRODUCTIVO EN BOVINOS LECHEROS		56
6.1	Introducción técnica	56
6.2	Fundamentos fisiológicos de la reproducción bovina	56
6.2.1	Ciclo estral bovino	56
6.2.2	Relación entre producción lechera y reproducción.....	56
6.3	Procedimiento del chequeo ginecológico.....	57
6.4	Principales alteraciones reproductivas en bovinos lecheros	58
6.5	Manejo reproductivo y biotecnologías aplicadas	59
6.5.1	Monta natural	59
6.5.2	Inseminación artificial	61
6.6	Indicadores reproductivos clave.....	62
6.7	Relación entre reproducción, calidad de leche y rentabilidad.....	62
6.8	Rol del mayordomo en el manejo reproductivo	63
6.9	Recomendaciones finales	63
CAPÍTULO VII UNIDADES FORMADORAS DE COLONIAS (UFC) Y CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE LA LECHE		69
7.1	Introducción técnica	69
7.2	Fundamentos microbiológicos	69
7.3	Microorganismos presentes en leche cruda.....	70
7.4	Clasificación de la leche según UFC.....	71
7.5	Recomendaciones finales para productores del Carchi.....	74
CAPÍTULO VIII ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE DE LA LECHE EN FINCA ..		75

8.1	Introducción técnica	75
8.2	Fundamentos de conservación de la leche	75
8.2.1	Crecimiento bacteriano y temperatura	75
8.2.2	Principios físicos de conservación	76
8.2.3	Infraestructura recomendada.....	77
8.2.4	Buenas prácticas de almacenamiento.....	78
8.2.5	Tiempo máximo de almacenamiento	78
CAPÍTULO IX COSTOS DE PRODUCCIÓN Y TOMA DE DECISIONES EN LA FINCA LECHERA		82
9.1	Introducción técnica	82
9.2	Fundamentos de costos en producción lechera	83
9.2.1	Costos variables	83
9.2.2	Costos fijos.....	83
9.2.3	Costo total y costo por litro.....	84
9.2.4	Indicadores económicos clave	84
9.3	Rol del mayordomo en la gestión económica	85
9.3.1	Información que debe registrar diariamente	85
9.4	Conclusión técnica del capítulo.....	86
CAPÍTULO X GESTIÓN INTEGRAL DEL MAYORDOMO EN LA FINCA LECHERA		88
10.1	Introducción técnica	88
10.2	El mayordomo como gestor técnico	88
10.3	Conclusión técnica del capítulo	98
CONCLUSIONES GENERALES.....		99
RECOMENDACIONES GENERALES		101
Referencias Bibliográficas.....		103
GLOSARIO GANADERO		108
CONTRAPORTADA		114

Índice de tablas

Tabla 1. Rangos de Recuento de Células Somáticas (RCS) y su significado sanitario	7
Tabla 2. Interpretación orientativa de los resultados del California Mastitis Test (CMT).....	19
Tabla 3. Monitoreo Sanitario Básico	43
Tabla 4. El microbiota de la leche	70
Tabla 5. Clasificación orientativa de calidad microbiológica (leche cruda)	71
Tabla 6. Comparativa UFC y calidad de la leche cruda	72
Tabla 7. Relación entre UFC y manejo en el ordeño	73
Tabla 8. Impacto económico estimado.....	73
Tabla 9. Indicadores clave para la gestión integral de la finca lechera	95
Tabla 10. Tipos de registros que debe manejar el mayordomo	96

Índice de figuras

Figura 1 <i>Pruebas rápidas en finca o acopio</i>	11
Figura 2 <i>Pruebas de laboratorio</i>	12
Figura 3 <i>Guía Visual del CMT</i>	20
Figura 4. <i>Ordeño mecánico</i>	24
Figura 5. <i>Calendario de vacunas para terneras</i>	39
Figura 6. <i>Calendario de vacunas para vacas</i>	39
Figura 7. <i>Calendario de desparasitaciones para terneras</i>	41
Figura 8 <i>Calendario de desparasitaciones para vacas</i>	41
Figura 9 <i>Método de medición de peso y tamaño</i>	51
Figura 10 <i>Monta natural</i>	59
Figura 11 <i>Inseminación artificial</i>	62
Figura 12 <i>Áreas estratégicas del sistema lechero</i>	90
Figura 13 <i>Secuencia del inventario, lotes, ciclo de vida y actividades técnicas</i>	91
Figura 14 <i>Secuencia de producción</i>	92
Figura 15 <i>Esquema explicativo para productores (modelo circular)</i>	94
Figura 16 <i>Interpretación sencilla</i>	95

Introducción

La producción de vacas lecheras constituye una actividad económica y social muy relevante para muchas familias y unidades productivas agropecuarias , principalmente en las zonas andinas, donde las condiciones agroecológicas, la disponibilidad de recursos y las características de los sistemas de producción determinan la forma en que se lleva a cabo la actividad del ganado. Para llegar a niveles adecuados de productividad y de rentabilidad en este sentido, se debe pasar de una visión fragmentada de la finca , a comprenderla como un sistema que presenta interacciones permanentes entre los componentes productivos, de salud, reproductivos, medioambientales y económicos. La eficiencia de una finca lechera no depende exclusivamente de la capacidad productiva de los animales o de la disponibilidad de infraestructuras y recursos.

La eficiencia de una finca lechera no depende solamente de la capacidad de producción de los animales de la explotación, de la disponibilidad de la infraestructura y de los recursos generales, sino que también está determinada por la calidad de las decisiones que se toman diariamente, como la disponibilidad de la infraestructura y de los recursos generales, los planes de trabajo, la gestión del seguimiento de indicadores o por último, la aplicación de procedimientos técnicos de forma metódica. En este sentido, la higiene en el ordeño, la prevención de enfermedades, el control de la mastitis, la gestión reproductiva, la crianza de las terneras, la conservación de la leche y el control de los gastos están de forma directa relacionados con la productividad, la calidad del producto y la viabilidad económica del sistema. La obra parte de esta perspectiva estudios, desde la que los diferentes componentes de la explotación no pueden ser analizados de manera aislada.

La calidad de la leche es uno de los parámetros que mejor refleja cómo se está llevando a cabo el funcionamiento de la unidad productiva. Las características composicionales e higiénico-sanitarias de la leche van ligadas a factores de alimentación, estado fisiológico y sanitario de los animales, condiciones de ordeño, limpieza de los utensilios, conservación y transporte. El control de parámetros como las Unidades Formadoras de Colonias (UFC), el Número de Células Somáticas (NCS) y la mastitis permite identificar problemas que repercuten en el valor comercial de la leche y en su seguridad alimentaria, ya que por este motivo la calidad no debe ser vista únicamente como una condición que es requerida para que la leche sea comercializable, sino como el resultado de un conjunto de prácticas que se desarrollan a diario en la finca.

Bajo estas consideraciones, Gestión Integral de la Finca Lechera: Producción bovina: ciencia y práctica en el campo se presenta como un texto técnico y aplicable que tiene como objetivo mejorar la organización, la eficiencia, la sustentabilidad y la rentabilidad de los sistemas de producción bovina lechera, especialmente en las fincas de pequeña y mediana escala. El texto pretende poner en relación las bases científicas con los pasos que puedan ser entendidos y puestos en práctica en las condiciones de producción de campo reales; es decir, que sirviera, también, para articular una gestión del sistema productivo a partir de la prevención, el registro, la evaluación y la mejora ortogonal continua.

La obra se estructura en diez capítulos que abordan progresivamente los principales componentes de la gestión de una finca lechera.

La finalidad de esta obra no solo está centrada en ofrecer toda la información técnica requerida, sino también en contribuir a una forma ordenada de entender y gestionar la finca de producción de leche. Juntar conocimientos, procedimientos y los registros permite localizar las claves del sistema, prevenir problemas, aumentar la eficiencia de los recursos y fundamentar la toma de decisiones en información comprobable. Desde esta perspectiva, la gestión integral es una herramienta para que productores y trabajadores de finca puedan fortalecer su capacidad para responder los problemas productivos, sanitarios y económicos identificados con la desmancha de la actividad lechera.

En consecuencia, este libro está destinado a mayordomos, productores, alumnos, técnicos, médicos veterinarios y profesionales relacionados con la producción de bovino, quienes encontraran en sus páginas contenidos relacionados tanto con la formación como con la consulta y la aplicación práctica. El objetivo último del libro es contribuir a construir sistemas de producción lechera más organizados, más eficientes y más sostenibles en los que la calidad de la leche, el bienestar y sanidad de los animales, la productividad y la gestión económica se entiendan como partes de un mismo proceso.

CAPÍTULO I

CALIDAD DE LA LECHE EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN BOVINA

1.1 Introducción técnica

La calidad de la leche cruda constituye uno de los pilares fundamentales de la producción lechera moderna, ya que determina no solo el precio de comercialización del producto, sino también su aptitud para el procesamiento industrial, la inocuidad alimentaria y la aceptación por parte del consumidor. En sistemas lecheros de pequeña mediana y gran escala, como los predominantes en la región andina, la calidad de la leche depende en gran medida del manejo diario realizado por el mayordomo y el personal de ordeño.

Desde el punto de vista técnico, la calidad de la leche se define por un conjunto de parámetros composicionales (grasa, proteína, sólidos totales) y parámetros higiénico-sanitarios (recuento bacteriano, células somáticas, ausencia de residuos de medicamentos). El incumplimiento de estos parámetros genera pérdidas económicas directas para el productor y representa un riesgo para la salud pública (FAO, 2011). El cumplimiento de estos parámetros constituye a preservar la calidad de la leche, disminuir pérdidas económicas y garantizar un producto seguro para el consumidor. Su contenido puede variar por el aporte de la fibra, el balance energético y la misma fermentación ruminal. A su vez la grasa influye en el valor nutritivo, el sabor, la textura y el rendimiento de productos lácteos como la mantequilla, la crema, el queso, de ahí su control por parte del productor y de la industria.

1.2 Fundamentos científicos de la calidad de la leche

1.2.1 Composición de la leche

La leche bovina es un fluido biológico complejo compuesto principalmente por agua, grasa, proteínas, lactosa, minerales y vitaminas. La proporción de estos componentes está influenciada por factores genéticos, nutricionales, fisiológicos y ambientales (Walstra et al., 2006).

Grasa: Es el componente más variable y uno de los principales determinantes del precio de la leche. En bovinos, los valores normales oscilan entre 3,2 % y 4,5 %, dependiendo de la raza y el sistema de alimentación.

Proteína: Fundamental para la elaboración de derivados lácteos; está estrechamente relacionada con la calidad del forraje y el balance energético de la dieta. Por otra parte, las proteínas en especial la caseína, favorecen la coagulación y el rendimiento en la fabricación de quesos, por lo que su contenido influye tanto en la calidad nutricional como en la industrial de las leches.

Sólidos totales: Indicador global de calidad composicional, influenciado por la nutrición y el estado fisiológico del animal. El aumento del contenido de sólidos totales significa un aumento de materia aprovechablemente capaz de incrementar el rendimiento industrial en el caso de la elaboración de quesos, leche en polvo o de otros derivados. Esto hace que este parámetro pueda influir en el sistema de pago de la leche en función de la calidad composicional.

1.2 Calidad higiénico-sanitaria

La calidad higiénico-sanitaria de la leche se evalúa mediante indicadores que permiten estimar tanto la carga microbiana como el estado sanitario de la glándula mamaria. Entre los principales parámetros se incluyen el recuento de Unidades Formadoras de Colonias (UFC) y el Recuento de Células Somáticas (RCS), complementados por pruebas indirectas como la reductasa. Por lo tanto, las condiciones de higiene de la operación de ordeño, manipulación y almacenamiento. Se añaden pruebas indirectas como la reductasa que complementan dicha evaluación. En conjunto, estos indicadores dejan entrever problemas sanitarios y de higiene que forman parte del control de la calidad, inocuidad y conservación de la leche.

El recuento de UFC permite cuantificar la cantidad de bacterias viables presentes en la leche. Valores elevados de UFC reflejan deficiencias en la higiene del ordeño, limpieza inadecuada de los equipos, mala calidad del agua utilizada y fallas en el enfriamiento y almacenamiento de la leche (Codex Alimentarius Commission, 2011). Como referencia, la normativa ecuatoriana contiene límites microbiológicos para la leche cruda que deben cumplirse para determinar su adecuada comercialización. Cuando el recuento supera los valores establecidos, la leche se puede rechazar o ser penalizada económicamente de acuerdo con las fórmulas de control y pago que determinan las empresas compradoras.

Por lo tanto, la disminución de la carga bacteriana contribuye a mantener la calidad, aumentar la vida de almacenamiento y disminuir el riesgo de deterioro del producto, por eso el control de UFC debe ir unido a la actuación de buenas prácticas de ordeño, limpieza, refrigeración y manejo de la leche desde la finca hasta su entrega.

1.3 Recuento de Células Somáticas (RCS)

El Recuento de Células Somáticas (RCS) corresponde a la cuantificación de células presentes en la leche, principalmente leucocitos (glóbulos blancos) y, en menor proporción, células epiteliales desprendidas de la glándula mamaria. Un incremento en el RCS es un indicador directo de inflamación de la ubre, generalmente asociada a mastitis clínica o subclínica. Además, los niveles elevados de células somáticas pueden asociarse con alteraciones en la composición y las características tecnológicas de la leche, afectando su calidad y aprovechamiento industrial (Ding et al., 2023).

En condiciones normales, la leche de una glándula mamaria sana presenta generalmente un RCS inferior a 100.000 células/mL. No obstante, para detectar posibles casos de mastitis subclínica, se utiliza el valor de 200.000 células/mL como referencia, puesto que valores superiores a ella indicarán una mayor probabilidad de infección o inflamación mamaria. A medida que el RCS aumenta, pueden ocurrir alteraciones en la composición de la leche y sus propiedades tecnológicas que afectan su procesamiento y calidad, por otro lado, un RCS elevado puede estar asociado a pérdidas productivas y económicas debido a la disminución del rendimiento y posibles penalizaciones en los sistemas de pago por calidad. Por lo tanto, el seguimiento periódico de este indicador permite detectar alteraciones de salud de la ubre en el momento adecuado y facilitar que se lleve a cabo de medidas de prevención y control frente a la mastitis.

1.3.1 Factores que provocan el aumento del RCS

El incremento del recuento de células somáticas está asociado principalmente a:

- Presencia de mastitis subclínica no diagnosticada
- Deficiencias en la rutina de ordeño
- Falta de sellado post ordeño
- Mala higiene de la ubre y de los pezones
- Equipos de ordeño mal calibrados o en mal estado

- Estrés, lesiones en pezones y mala condición corporal
- Falta de control sanitario del hato

Medidas para evitar el aumento del RCS en la finca

- Para mantener valores bajos de RCS, se recomienda:
- Aplicar una rutina de ordeño estandarizada, respetando tiempos y procedimientos
- Realizar sellado post ordeño en todos los animales
- Mantener una adecuada higiene de la ubre y pezones antes del ordeño
- Ejecutar controles periódicos de mastitis subclínica mediante pruebas de campo como el CMT
- Realizar mantenimiento y calibración regular del equipo de ordeño
- Identificar y tratar oportunamente animales con mastitis
- Aplicar programas de secado adecuados bajo supervisión veterinaria

Estas medidas dependen en gran parte de la observación y disciplina del mayordomo en el manejo diario del hato.

Contadores electrónicos de células somáticas, basados en citometría de flujo

El recuento de células somáticas se determina en laboratorio a partir de muestras de leche obtenidas bajo condiciones higiénicas y conservadas en frío con el fin de evitar alteraciones que modifiquen la fiabilidad de los resultados. Dentro de las metodologías son más empleadas el método microscópico basado en la tinción y la posterior identificación y cuantificación de las células presentes en la muestra, método que se considera procedimiento de referencia para el presente análisis. También se usan métodos instrumentales automatizados basados en citometría de flujo que facilitan el recuento de células somáticas de una forma rápida y precisa, especialmente si se requiere un alto número de muestras a analizar (International Organization for Standardization, 2006)

Todas estas técnicas son las usadas en los laboratorios de control lechero debido a su eficacia y facilidad para realizar un seguimiento periódico de la salud de la glándula mamaria. La correcta toma, conservación de las muestras y homogenización de las mismas son fundamentales, ya que errores durante la toma o durante estas etapas pueden determinar cambios en los resultados obtenidos. En consecuencia, la estandarización de los métodos de muestreo permite obtener información fidedigna para detectar incrementos del RCS, que facilite la detección y control de la mastitis.

Métodos indirectos automatizados, utilizados por industrias y laboratorios de control de calidad

Los resultados se expresan como **número de células somáticas por mililitro (células/mL)**. Valores elevados indican problemas sanitarios en la glándula mamaria y requieren intervención inmediata. En la siguiente tabla se presentan valores de referencia que facilitan la interpretación del RCS y permiten orientar las acciones de vigilancia, prevención y control de la mastitis. De esta manera, el RCS se convierte en una herramienta práctica para apoyar la toma de decisiones dentro del programa sanitario de la finca lechera.

1.4 Importancia del RCS en la calidad y rentabilidad

Un RCS elevado:

- Reduce el rendimiento industrial de la leche
- Disminuye el precio pagado al productor
- Aumenta el descarte involuntario de animales
- Incrementa los costos sanitarios

Por el contrario, mantener bajos niveles de RCS refleja un buen manejo sanitario y contribuye directamente a la **rentabilidad y sostenibilidad del sistema lechero**.

Tabla de rangos de RCS y su interpretación

Tabla 1.

Rangos de Recuento de Células Somáticas (RCS) y su significado sanitario

RCS (células/mL)	Interpretación sanitaria	Situación del hato
< 200.000	Excelente calidad	Glándula mamaria sana
200.000 -400.000	Buena calidad	Riesgo bajo de mastitis
400.000 – 600.000	Calidad regular	Presencia probable de mastitis subclínica
> 600.000	Mala calidad	Mastitis subclínica generalizada
> 1.000.000	Muy mala calidad	Mastitis clínica y severa

Fuente: Adaptado de Ruegg (2017); IDF (2011).

1.5 Relación entre UFC y RCS

Aunque UFC y RCS evalúan aspectos diferentes, ambos parámetros están estrechamente vinculados. Un hato con alto RCS suele presentar mayores valores de UFC debido a la excreción bacteriana desde glándulas mamarias infectadas. De igual manera, deficiencias

higiénicas en el ordeño pueden elevar simultáneamente ambos indicadores. El RCS es, ante todo, un indicador de la respuesta inflamatoria de la ubre, mientras que las UFC corresponden a la presencia y multiplicación de los microorganismos en la leche (Ruegg, 2017).

En el caso de las mastitis de origen ambiental, ocasionadas por los microorganismos que se encuentran en el ambiente como *Escherichia coli* y otros patógenos ambientales, la contaminación puede aumentar notablemente el número de UFC, sobre todo en la existencia de deficiencias de higiene de pezones, equipos, agua o superficies de contacto durante el ordeño (Ruegg, 2017).

Por ello, el control conjunto de UFC y RCS permite una evaluación integral de la calidad higiénico-sanitaria de la leche.

California Mastitis Test (CMT) como herramienta de campo

El California Mastitis Test (CMT) es una prueba rápida, económica y fácil de realizar en las propias fincas que permite detectar de forma indirecta la existencia de mastitis subclínica. Se basa en la reacción del detergente reactivo con las células somáticas contenidas en la leche, provocando la liberación de ADN y un aumento de la viscosidad, lo cual, en función de la intensidad de la gelificación que provoca, permite estimar cualitativa o semi cuantitativamente la cantidad de células somáticas, llegando a clasificar las muestras en grados en función de la reacción observada. Debido a su facilidad de aplicación, el CMT se convierte en una herramienta útil para identificar cuartos mamarios que requieren una evaluación complementaria mediante recuento de células somáticas o análisis microbiológicos (Stane et al., 2024).

El CMT permite:

- Identificar animales problema
- Tomar decisiones inmediatas de manejo
- Prevenir el aumento del RCS del tanque
- Reducir pérdidas productivas
- Su uso periódico es fundamental para el control sanitario del hato.

Medidas integradas para el control de UFC, RCS y mastitis

Para mantener valores óptimos de calidad higiénico-sanitaria se recomienda:

- Aplicar una rutina de ordeño estandarizada y disciplinada
- Realizar sellado post ordeño en todos los animales
- Mantener adecuada higiene de ubre, pezones y manos del ordeñador
- Ejecutar controles periódicos con CMT
- Realizar mantenimiento y calibración del equipo de ordeño
- Enfriar la leche inmediatamente después del ordeño
- Implementar programas de secado y tratamiento bajo supervisión veterinaria

El cumplimiento de estas medidas depende en gran medida del rol del mayordomo como responsable del manejo diario del sistema.

Importancia para la calidad y rentabilidad

- El control efectivo de UFC, RCS y mastitis:
- Mejora el precio de la leche
- Reduce penalizaciones industriales
- Incrementa la vida productiva de las vacas
- Disminuye costos sanitarios
- Fortalece la sostenibilidad del sistema lechero

Por tanto, la calidad higiénico-sanitaria de la leche debe ser considerada un **indicador estratégico de gestión**, y no únicamente un requisito de comercialización

La no detección de residuos de medicamentos en la leche, no contiene residuos apreciables de fármacos veterinarios como antibióticos, antiparasitarios o antiinflamatorios, que superan los Límites Máximos de Residuos (LMR) establecidos en la norma sanitaria; los cuales se establecen a partir de los períodos de retiro de los medicamentos, los cuales son la clave para no llegar al consumidor final con estos productos o contraindicados, se asegura la inocuidad de la leche (World Health Organization., 2026). En el caso de los antimicrobianos, por el mal uso que se les da y la exposición de los residuos a la misma , pueden ser importantes en el incremento y la propagación de la resistencia a los antimicrobianos (RAM), lo que se considera una importante amenaza para la salud pública por la reducción de la eficacia en el tratamiento de las infecciones bacterianas . Por ello, el control de residuos en la leche no solo busca la protección del consumidor frente a efectos tóxicos o efectos farmacológicos sino que forma parte de las medidas para prevenir la resistencia antimicrobiana (FAO et al., 2022).

¿Por qué es tan importante?

 **Salud pública:** evita reacciones alérgicas, toxicidad y resistencia antimicrobiana en humanos.

 **Calidad industrial:** los antibióticos inhiben fermentos lácticos y causan fallas en quesos y yogures.

 **Comercio y normativa:** requisito obligatorio para mercados nacionales e internacionales.

 **Buenas prácticas ganaderas:** refleja un manejo sanitario responsable.

¿Cómo se logra la ausencia de residuos?

Respeto estricto del período de retiro

Tiempo mínimo entre la última aplicación del medicamento y el ordeño destinado al consumo.

Uso racional de medicamentos veterinarios

Solo bajo prescripción profesional

Dosis, vía y duraciones correctas

Identificación y segregación de animales tratados

Brazaletes, collares, registros visibles

Ordeño separado y descarte de leche tratada

Registros sanitarios claros y actualizados

Fecha de tratamiento

Fármaco usado

Fecha de reincorporación de la leche

¿Cómo se comprueba en la práctica?

Figura 1

Pruebas rápidas en finca o acopio



SNAP®, Delvotest®, BetaStar®

Análisis de laboratorio

Microbiológicos

Inmunoenzimáticos (ELISA)

Cromatografía (HPLC/LC-MS) para confirmación

👉 Un resultado negativo indica ausencia de residuos por encima del LMR.

Redacción técnica recomendada (para manual, tesis o informe)

“La leche producida en la unidad productiva cumple con el criterio de ausencia de residuos de medicamentos veterinarios, verificado mediante el respeto de los períodos de retiro y la aplicación de pruebas de detección de antibióticos, garantizando su inocuidad y aptitud para consumo humano.”

Figura 2
Pruebas de laboratorio



Grupo farmacológico	Principio activo	Uso autorizado en bovinos	Retiro en leche (días)	Retiro en carne (días)	Observación normativa
β -lactámico	Penicilina G	Mastitis, infecciones bacterianas	3 – 5	7 – 10	Autorizado respetando LMR Codex
β -lactámico	Amoxicilina	Mastitis, respiratorias	2 – 4	6 – 10	Uso bajo prescripción veterinaria
Cefalosporina	Ceftiofur	Respiratorias, metritis	0	3 – 4	LMR establecido en leche
Cefalosporina	Cefapirina (intramamaria)	Mastitis clínica y subclínica	0 – 1	4 – 5	Uso frecuente en vacas en ordeño
Tetraciclina	Oxitetraciclina	Infecciones sistémicas	4 – 6	21 – 28	Alto riesgo de residuos si se sobredosifica
Aminoglucósido	Gentamicina	Mastitis severa	✗ No autorizado	18 – 30	Prohibido en leche para consumo humano
Macrólido	Tilosina	Respiratorias, mastitis	4 – 8	8 – 21	Respetar estrictamente el retiro

Grupo farmacológico	Principio activo	Uso autorizado en bovinos	Retiro en leche (días)	Retiro en carne (días)	Observación normativa
Fluoroquinolona	Enrofloxacin	Respiratorias	✗ No autorizada	28	Uso restringido según Codex
AINE	Flunixin meglumine	Dolor, fiebre	1 – 2	4 – 6	Autorizado con control de dosis
AINE	Ketoprofeno	Inflamación, dolor	0 – 1	3 – 5	Baja persistencia en leche
Antiparasitario	Ivermectina	Endo/ectoparásitos	✗ No usar en lactancia	28 – 49	Muy persistente en grasa
Antiparasitario	Albendazol	Parásitos GI	3 – 5	10 – 14	No usar en primer tercio de gestación
Antiparasitario	Levamisol	Nematodos	2 – 3	3 – 7	Retiro corto
Hormonal	Prostaglandina F2 α	Manejo reproductivo	0	0	Exento de LMR
Hormonal	Oxitocina	Estimulación del ordeño	0	0	Exento de LMR

* *Gentamicina y fluoroquinolonas suelen estar restringidas o prohibidas en vacas en producción de leche para consumo humano en muchos países.*

Nota técnica: Los períodos de retiro pueden variar según la marca comercial, dosis y vía de administración. Siempre debe prevalecer lo indicado en la etiqueta del producto y la normativa nacional.

1.6 Parámetros de calidad de la leche

La calidad de la leche depende de numerosos factores (físicos, químicos, microbiológicos e higiénico-sanitarios) que deben tenerse en cuenta para determinar su idoneidad para el consumo humano y para la transformación industrial. Dentro de los parámetros principales, se encuentran el % total de grasa, % total de proteínas, % total de lactosa, sólidos totales, recuento de células somáticas (RCS), unidades formadoras de colonias (UFC) y ausencia de residuos de

medicamentos. Los parámetros que indican la calidad de la leche no dependen exclusivamente de las condiciones de ordeño, sino que también están asociados a la alimentación, la salud del sistema de la glándula mamaria, así como a la alimentación, el manejo y el ambiente en el que vive la vaca (Dewanckele et al., 2020; Pardo y Prado, 2021)

1.6.1 Grasa láctea

La grasa de la leche está influenciada por:

Genética: Razas como Jersey y Brown Swiss presentan mayores porcentajes de grasa en comparación con Holstein.

Alimentación: Dietas ricas en fibra efectiva y forraje de buena calidad favorecen la síntesis de ácidos grasos en el rumen.

Manejo: Estrés, enfermedades metabólicas y mastitis reducen el contenido graso.

La normativa ecuatoriana y las industrias lácteas suelen exigir valores mínimos de grasa para aceptar la leche cruda, estableciendo incentivos económicos por calidad.

1.6.2 Reductasa

La prueba de reductasa evalúa indirectamente la carga bacteriana de la leche midiendo el tiempo que tardan los microorganismos en consumir el oxígeno presente. Valores superiores a 3 horas indican una leche con adecuada higiene, mientras que tiempos menores reflejan contaminación microbiana significativa (Fox et al., 2017). La evaluación de la reductasa mediante azul de metileno es un método barato y sencillo que permite realizar una valoración indirecta de la calidad microbiológica de la leche a partir del tiempo que requieren los microorganismos para reducir el colorante. Su utilización continúa siendo buena en fincas, pequeños centros de recogida o en sistemas artesanales o de mediana escala, donde no siempre se pueden disponer de equipos automatizados para el recuento bacteriano

La reductasa está directamente relacionada con:

- Rutina de ordeño
- Limpieza de utensilios
- Temperatura de almacenamiento
- Tiempo transcurrido entre ordeño y entrega

1.7 Buenas prácticas de ordeño y su impacto en la calidad de la leche

Las buenas prácticas de ordeño son un conjunto de procedimientos destinados a cuidar la salud de la glándula mamaria y aseguran la calidad higiénico-sanitaria de la leche desde el momento de la extracción hasta el almacenamiento. La correcta realización del ordeño permite disminuir la introducción de microorganismos procedentes de la piel del animal, de las manos del ordeñador, del equipo y del propio ambiente, así como también ayuda a minimizar el riesgo de nuevas infecciones intramamarias en el futuro. La higiene de los pezones, el uso de material limpio y el correcto funcionamiento del dispositivo de ordeño son los determinantes que permiten limitar la contaminación bacteriana y prevenir la transmisión de agentes causantes de mastitis (Ruegg, 2017).

Las etapas fundamentales incluyen:

- Traslado tranquilo del animal
- Higiene del ordeñador
- Lavado y secado de pezones
- Despunte
- Ordeño manual o mecánico
- Sellado post ordeño

El incumplimiento de cualquiera de estas etapas compromete la calidad final del producto.

1.8 Relación entre calidad de leche, productividad y rentabilidad

- Una leche de buena calidad:
- Mejora el rendimiento industrial
- Reduce penalizaciones económicas
- Disminuye rechazos por parte de la industria
- Incrementa la vida útil de los productos derivados

Desde el punto de vista productivo, hatos con bajos recuentos bacterianos y adecuados porcentajes de grasa presentan mejores índices reproductivos y menor incidencia de enfermedades mamarias (IDF, 2011).

1.9 Implicaciones prácticas para el mayordomo y el productor

Para garantizar leche de calidad, el mayordomo debe:

- Aplicar estrictamente la rutina de ordeño
- Verificar diariamente la limpieza de equipos y utensilios
- Asegurar el enfriamiento inmediato de la leche
- Registrar resultados de pruebas de calidad
- Segregar animales enfermos o bajo tratamiento

El control diario y el registro sistemático permiten tomar decisiones oportunas y mejorar el desempeño del sistema productivo.

1.10 Recomendaciones clave

La gestión de la calidad de la leche requiere un enfoque preventivo y sistemático que permita contemplar los principales riesgos sanitarios, nutricionales e higiénicos del sistema productivo. Al respecto, se presentan cuatro recomendaciones básicas para mejorar la gestión global del hato.

Apostar por la prevención y no por la corrección. Hay que proponer medidas preventivas orientadas a evitar la aparición de mastitis, contaminación por bacterias, variaciones de la composición de la leche a la hora de producirla, en vez de actuar solamente cuando el problema ya haya surgido. La prevención ahorra dinero y favorece la estabilidad del hato.

Capacitar permanentemente al personal. El personal tiene que recibir formación continua, sobre higiene, rutinas de ordeño, detección de mastitis, manejo de equipos, así como de los períodos de retirada de medicamentos. La correcta práctica de estos procedimientos depende en gran parte de la formación y la supervisión de aquellos que intervienen directamente en el proceso de ordeñar.

CAPÍTULO II

DIAGNÓSTICO DE MASTITIS SUBCLÍNICA MEDIANTE LA PRUEBA DE CALIFORNIA MASTITIS TEST (CMT)

2.1 Introducción técnica

La mastitis bovina es considerada una de las enfermedades más importantes en los sistemas de producción lechera a nivel mundial, debido a su impacto directo sobre la calidad de la leche, la producción, los costos sanitarios y la rentabilidad del hato. Dentro de sus presentaciones, la mastitis subclínica representa la forma más frecuente y silenciosa, ya que no presenta signos clínicos evidentes, pero ocasiona pérdidas económicas significativas.

En sistemas lecheros de pequeña y mediana escala, el California Mastitis Test (CMT) se ha consolidado como una herramienta práctica, económica y confiable para la detección temprana de mastitis subclínica, permitiendo al mayordomo y al veterinario tomar decisiones oportunas en el manejo sanitario del hato (Ruegg, 2017).

2.2 Fundamentos científicos de la mastitis subclínica

2.2.1 Concepto y fisiopatología

La mastitis es una inflamación del tejido mamario causada principalmente por microorganismos patógenos, que ingresan a la ubre a través del canal del pezón. En la mastitis subclínica no se observan cambios visibles en la ubre ni en la leche, pero sí ocurre un aumento en el número de células somáticas, principalmente leucocitos, como respuesta del sistema inmunológico del animal (IDF, 2011).

El incremento en el recuento de las células somáticas está relacionado con distintos cambios en la composición de la leche y en sus propiedades tecnológicas. De este modo, los aumentos están asociados con cambios en los valores de grasa, proteína, caseína y lactosa. Además de alteraciones en las características de coagulación y de transformación industrial de la leche. Estos cambios pueden llegar a disminuir la calidad tecnológica de la materia prima y también perjudicar el rendimiento durante la elaboración de los productos lácteos, principalmente de los quesos. Según Franzoi et al., (2020) el control del recuento de células somáticas forma elemento de gran importancia para valorar la calidad de la leche y orientar el manejo sanitario del hato.

2.2.2 Importancia productiva y sanitaria

La mastitis subclínica:

- Reduce la producción individual de leche.
- Incrementa el recuento de células somáticas.
- Aumenta el riesgo de mastitis clínica.
- Genera penalizaciones económicas por calidad.
- Actúa como reservorio de infección dentro del hato.

Por estas razones, su detección temprana es un componente esencial de los programas de control de mastitis (Fox et al., 2017).

2.3 Principios del California Mastitis Test (CMT)

El CMT es una prueba indirecta que estima el nivel de células somáticas en la leche mediante una reacción química entre el reactivo y el ADN de las células presentes. Al mezclarse la leche con el reactivo, se produce una gelificación proporcional a la cantidad de células somáticas.

El California Mastitis Test (CMT) permite una evaluación rápida de la presencia de células somáticas en cada cuarto mamario y constituye una práctica herramienta de detección de mastitis subclínica. La prueba basada en la reacción del reactivo con el contenido celular de la leche provoca los cambios progresivos de la composición de la mezcla en función de la cantidad de células somáticas que la leche contiene. La interpretación debe tener en cuenta tanto el grado de reacción como los antecedentes sanitarios y productivos del animal, con lo que el CMT debe ser considerado como la herramienta de detección y seguimiento, no como sustituto del diagnóstico microbiológico en caso de necesidad de una identificación del agente causal se presenta en la Tabla 2.

La prueba se caracteriza por:

- Fácil aplicación en campo
- Bajo costo
- Resultados inmediatos
- Alta utilidad como herramienta de monitoreo rutinario

Aunque no reemplaza al conteo electrónico de células somáticas, el CMT es ideal para la detección individual de cuartos afectados (Schukken et al., 2012).

Tabla 2.*Interpretación orientativa de los resultados del California Mastitis Test (CMT)*

Resultado	Aspecto de la Mezcla	Estimado de Células Somáticas (RCS)	Interpretación
Negativo (0)	Líquido, sin grumos.	0 - 200,000 cel/ml	Cuarto sano.
Trazas (T)	Precipitado ligero que desaparece.	200,000 - 500,000 cel/ml	Posible infección inicial o recuperación.
Grado 1	Mezcla espesa, pero sin tendencia a formar gel.	500,000 - 1,500,000 cel/ml	Mastitis subclínica.
Grado 2	Se forma un gel visible que se mueve hacia el centro.	1,500,000 - 5,000,000 cel/ml	Infección seria.
Grado 3	Gel muy espeso, casi sólido, difícil de vaciar.	> 5,000,000 cel/ml	Mastitis severa.

2.4 Procedimiento técnico de la prueba CMT

Para obtener resultados confiables, el procedimiento debe realizarse de manera estandarizada:

- Conducir la vaca al sitio de ordeño de forma tranquila.
- Realizar higiene del ordeñador.
- Lavar y secar los pezones.
- Despuntar los primeros chorros de leche.
- Depositar aproximadamente 5 ml de leche de cada cuarto en la paleta del CMT.
- Añadir igual volumen de reactivo CMT.
- Realizar movimientos circulares durante 20 a 30 segundos.
- Evaluar visualmente la reacción obtenida.
- Una correcta ejecución es fundamental para evitar falsos positivos o negativos.

2.5 Hoja de registro e Interpretación de resultados

Hoja de Registro de Prueba CMT

Esta hoja de registro está diseñada para monitorear cada vaca individualmente por cuarto mamario.

ID Vaca / Nombre	Cuarto AD (Anterior Derecho)	Cuarto AI (Anterior Izquierdo)	Cuarto PD (Posterior Derecho)	Cuarto PI (Posterior Izquierdo)	Observaciones (Ej: Tratamiento, Secado)
Mona	0	1	3	T	Cuarto PD muy viscoso, tratar.

Clave de Calificación para el Registro:

0 (Negativo): Sin espesamiento.

T (Trazas): Ligero espesamiento que desaparece pronto.

1 (Mastitis Leve): Espesamiento sin formar gelatina.

2 (Mastitis Moderada): El gel se concentra en el centro al girar la paleta.

3 (Mastitis Fuerte): Gelatina casi sólida que se pega al fondo.

Consejos para tu registro:

Frecuencia: Se recomienda realizarla al menos una vez al mes a todo el hato.

Vacas de "Alta": Haz la prueba siempre a las vacas que acaban de parir (después del calostro) y antes de secarlas.

Higiene: Lava y seca muy bien la paleta entre una vaca y otra para no contaminar los resultados de la siguiente.

Figura 3

Guía Visual del CMT



La imagen muestra la reacción del California Mastitis Test (CMT) en muestras de leche con distintas concentraciones de células somáticas. La reacción negativa se caracteriza por la homogeneidad y el estado líquido de la mezcla, en tanto que a medida que se agranda el número de células somáticas también va aumentando progresivamente la viscosidad de la mezcla, de forma que se observa una gelificación. El paso a un color púrpura es un rasgo del reactivo utilizado, pero la modificación de la viscosidad es el principal criterio visual utilizado en la valoración de la reacción del CMT, que permite identificar alteraciones compatibles con mastitis subclínica y la necesidad de seguir con el control sanitario del cuarto mamario evaluado.

Leche Normal: Se mezcla perfectamente con el reactivo, se mantiene líquida y corre fácilmente por la paleta.

Mastitis (Grado 2 o 3): Al girar la paleta, verás que se forma una masa central (gel) que se pega al fondo.

La interpretación del CMT se realiza de forma semicuantitativa:

Negativo: leche fluida, sin cambios visibles.

+ (una cruz): ligera gelificación, indicativo de mastitis leve.

++ (dos cruces): gelificación evidente, mastitis moderada.

+++ (tres cruces): formación de un gel denso, mastitis severa.

Los cuartos positivos deben ser registrados, identificados y evaluados por el médico veterinario para definir el tratamiento o manejo correspondiente.

2.6 Relación entre CMT, calidad de leche y rentabilidad

Existe una relación directa entre altos valores de CMT positivos y:

- Incremento del recuento bacteriano
- Penalizaciones por células somáticas
- Mayor descarte de leche
- Aumento del uso de antibióticos

La implementación sistemática del CMT permite reducir estos impactos mediante la detección temprana y la aplicación de medidas correctivas, mejorando la eficiencia global del sistema productivo (Ruegg, 2017).

2.7 Implicaciones prácticas para el mayordomo

El mayordomo cumple un rol estratégico en el control de mastitis subclínica, siendo responsable de:

- Realizar la prueba CMT de forma periódica.
- Registrar los resultados por animal y por cuarto.
- Segregar animales positivos durante el ordeño.
- Informar oportunamente al veterinario.
- Aplicar medidas de higiene estrictas.

El uso constante del CMT transforma al mayordomo en un actor clave del aseguramiento de la calidad de leche.

2.8 Recomendaciones finales

La prueba California Mastitis Test (CMT) debe realizarse al menos una vez al mes y cada vez que se sospeche de mastitis para detectar precozmente cambios compatibles con aumento en el recuento de células somáticas. Es necesario que el personal sea capacitado para hacer la prueba y la lectura correctamente para evitar que ocurra un falso resultado. El CMT debe emplearse como parte de un sistema general de control de la mastitis que incluya el monitoreo de la salud de la ubre y los registros del hato. La prevención debe ser la principal base de la lucha, por medio de una buena higiene, desinfección y una correcta rutina de ordeño.

CAPÍTULO III

ORDEÑO Y TÉCNICAS DE ORDEÑO MANUAL Y MECÁNICO EN BOVINOS LECHEROS

3.1 Introducción técnica

El ordeño constituye una actividad fundamental y crucial dentro del sistema de producción lechera, debido que contribuye a la salud de la glándula mamaria, la salud del bienestar de los animales de ordeño, así como a la calidad e inocuidad de la leche. Un procedimiento de ordeño estandarizado, donde la actividad de ordeño sea correcta y tenga en cuenta la estimulación, la higiene del pezón, el ordeño eficiente bajo las condiciones de velocidad y caudal que permitan que no aumente el riesgo de contaminación, así como que se interrumpa rápidamente la eyección de la leche y se aplique el sellado posterior, este tipo de rutina favorece el bienestar de los animales y la correcta eyección de la leche y el uso de rutinas de ordeño que no estén bien pensadas pueden aumentar el estrés en las vacas e incrementar el riesgo de problemas en la salud de la glándula mamaria.

En sistemas lecheros de pequeña y mediana escala, el ordeño manual sigue siendo ampliamente utilizado; sin embargo, el ordeño mecánico se ha expandido progresivamente debido a su eficiencia y estandarización. En ambos casos, la correcta aplicación de la rutina de ordeño es determinante para garantizar leche de alta calidad (FAO, 2011).

Figura 4.
Ordeño mecánico



3.2 Fundamentos fisiológicos del ordeño

Preparación de la "Maquinaria" (Lactogénesis)

Antes del parto, los niveles de progesterona (la hormona del embarazo) son altos y mantienen la ubre "bloqueada". Cerca del parto, la progesterona cae y la prolactina aumenta drásticamente.

Diferenciación celular: La prolactina les dice a las células de la ubre: "Dejen de multiplicarse y empiecen a trabajar". Convierte las células epiteliales simples en células secretoras funcionales.

Encendido de genes: Estimula la transcripción de los genes que fabrican la alfa-lactoalbúmina (proteína clave para producir lactosa) y la caseína. Sin prolactina, la célula no tendría las "instrucciones" para fabricar la leche.

3.3 El Mecanismo de Acción Celular

La prolactina no entra a la célula, sino que se une a receptores específicos en la membrana externa. Al unirse, activa una vía de comunicación interna llamada vía JAK2/STAT5:

Recepción: La prolactina se acopla al receptor.

Señalización: Se activa una cascada de señales químicas.

Respuesta: El núcleo de la célula recibe la orden de captar más aminoácidos y glucosa de la sangre para convertirlos en leche.

3.4 El Estímulo del Ordeño (Feedback Positivo)

Cada vez que el ternero mama o la pezonera de la ordeñadora estimula el pezón, se envía una señal nerviosa al hipotálamo. Esto reduce la producción de **dopamina** (que es el freno de la prolactina) y permite que la glándula pituitaria libere un pico de prolactina en la sangre.

Este pico asegura que la célula se mantenga "viva" y activa para la siguiente recarga de leche.

Regla de oro: A mayor frecuencia de ordeño, más picos de prolactina y, por ende, mayor persistencia de la lactancia.

Diferencias clave en vacas (Dato de Experto)

Es importante hacer una precisión técnica: aunque en humanos y cerdos la prolactina es la reina absoluta durante toda la lactancia, en las vacas rumiantes:

La prolactina es vital para iniciar la producción (Lactogénesis).

Una vez que la lactancia ya está establecida (Galactopoyesis), la **Somatotropina Bovina (bST)** toma un rol más dominante en el mantenimiento del volumen, mientras que la prolactina se queda en un segundo plano, encargándose principalmente de la supervivencia de las células mamarias.

¿Qué afecta la prolactina?

Fotoperiodo: Las vacas expuestas a días largos (16 horas de luz) producen más prolactina y, por tanto, más leche.

Estrés: El estrés crónico puede alterar el equilibrio hormonal y disminuir la sensibilidad de los receptores de prolactina.

Explica la relación de flujo sanguíneo (400-500 litros por litro de leche) y el metabolismo de rumiantes.

La eyección de la leche es un proceso fisiológico controlado por la hormona oxitocina, liberada por la hipófisis posterior como respuesta a estímulos táctiles, visuales y auditivos asociados al ordeño. Esta hormona provoca la contracción de las células mioepiteliales de los alvéolos mamarios, permitiendo el descenso de la leche hacia los pezones.

El estrés, el maltrato animal, los ruidos bruscos o una mala manipulación durante el ordeño inhiben la liberación de oxitocina, dificultando la eyección de la leche y afectando la producción diaria (Bruckmaier y Blum, 1998).

3.5 La Unidad de Fabricación: El Alvéolo

Imagina la ubre por dentro como miles de racimos de uvas. Cada "uva" es un alvéolo mamario.

Células Epiteliales: Son las verdaderas obreras. Recubren el interior del alvéolo y son las encargadas de absorber nutrientes de la sangre para transformarlos en leche.

Células Mioepiteliales: Rodean al alvéolo como una red elástica. Cuando reciben la señal de la **oxitocina**, se contraen para "exprimir" la leche hacia los conductos.

3.6 El Suministro: La Sangre como Materia Prima

La leche no sale de la nada; se fabrica a partir de la sangre. La relación es impresionante: se necesitan entre 400 y 500 litros de sangre circulando por la ubre para producir solo 1 litro de leche.

La sangre transporta los "ladrillos" de construcción:

Glucosa: Para fabricar la **Lactosa** (el azúcar de la leche).

Aminoácidos: Para sintetizar las proteínas (como la **Caseína**).

Ácidos Grasos y Acetato: Para la grasa láctea.

3.7 El Proceso de Síntesis (La Alquimia Biológica)

Dentro de la célula epitelial ocurren cuatro procesos clave:

Exocitosis: Las proteínas y la lactosa se empaquetan en pequeñas burbujas (vesículas) y se lanzan al centro del alvéolo.

Secreción de Grasa: Las gotas de grasa se mueven hacia la salida de la célula y se envuelven en una membrana especial (MFGM) para poder flotar en el líquido sin separarse.

Transporte de Sales y Agua: El agua entra al alvéolo por ósmosis, atraída principalmente por la lactosa. **A más lactosa producida, más volumen de leche.**

Inmunoglobulinas: Estas no se fabrican en la ubre, sino que pasan directamente de la sangre a la leche para dar inmunidad (especialmente en el calostro).

3.8 La Eyección (Bajada de la leche)

La leche se produce continuamente, pero para que salga, se necesita un estímulo (el sonido de la máquina, el lavado de la ubre o el contacto del ternero):

El estímulo viaja al cerebro.

La glándula pituitaria libera **Oxitocina**.

La oxitocina viaja por la sangre hasta la ubre.

¡Contracción! Los alvéolos se exprimen y la leche baja a la cisterna de la glándula para ser extraída.

Dato de experto: Si la vaca se asusta o siente dolor, libera Adrenalina. La adrenalina bloquea a la oxitocina, los vasos sanguíneos se cierran y la vaca "esconde" la leche. Por eso, el bienestar animal es directamente proporcional a la producción.

Importancia del ordeño en la calidad de la leche

- Un ordeño correctamente realizado:
- Reduce la contaminación microbiana.
- Disminuye la incidencia de mastitis.
- Mejora los parámetros de grasa y proteína.
- Aumenta la eficiencia del ordeño y el bienestar animal.

Por el contrario, prácticas deficientes favorecen la entrada de microorganismos patógenos a través del canal del pezón, especialmente cuando no se realiza un adecuado sellado post ordeño (Ruegg, 2017).

Rutina general de ordeño (aplicable a ordeño manual y mecánico)

Independientemente del sistema utilizado, la rutina de ordeño debe cumplir las siguientes etapas:

- Traslado tranquilo de la vaca al sitio de ordeño
- Higiene personal del ordeñador
- Lavado y secado individual de pezones
- Despunte y observación de la leche
- Ordeño propiamente dicho
- Sellado post ordeño
- Manejo adecuado de la leche ordeñada

La estandarización de esta rutina es una de las medidas más eficaces para reducir problemas sanitarios en el hato.

Técnica de ordeño manual

N. º	Procedimiento / recomendación	Ilustración
1	Conducir la vaca de manera calmada.	
2	Asegurar un ambiente limpio, seco y libre de polvo.	
3	Lavar y secar los pezones con material individual.	

N. º	Procedimiento / recomendación	Ilustración
4	Realizar el despunte en recipiente de fondo oscuro.	
5	Ordeñar utilizando la técnica de “puño cerrado”, evitando el deslizamiento de los dedos.	
6	No humedecer los pezones con espuma de la leche.	
7	Aplicar sellador desinfectante al finalizar.	
8	Transportar la leche inmediatamente a enfriamiento.	

N. º	Procedimiento / recomendación	Ilustración
9	Una técnica incorrecta genera lesiones en el pezón, favoreciendo infecciones intramamarias.	

Principios generales

El ordeño manual requiere habilidad, higiene y constancia. Cuando se realiza correctamente, puede ofrecer resultados comparables al ordeño mecánico en sistemas de baja escala productiva.

Procedimiento técnico

Técnica de ordeño mecánico

Principios del ordeño mecánico

El ordeño mecánico utiliza un sistema de vacío y pulsación que simula la succión del ternero. Su eficiencia depende del correcto funcionamiento del equipo y de una adecuada rutina de preparación del animal.

Procedimiento técnico

N. º	Procedimiento	Ilustración
1	Verificar limpieza y funcionamiento del equipo. Revisar que todos los componentes del equipo estén limpios, secos y en buen estado de funcionamiento (vacío, pulsación, mangueras y pezoneras).	
2	Preparar la ubre (lavado, secado y despunte). Lavar la ubre con agua tibia y un desinfectante adecuado, secar completamente con toallas desechables y realizar el despunte	

N. o	Procedimiento	Ilustración
	de los primeros chorros en un recipiente de fondo oscuro.	
3	Colocar las pezoneras dentro de los primeros 60–90 segundos posteriores al estímulo. Colocar las pezoneras de manera correcta y completa en cada pezón, asegurando un sellado adecuado para un ordeño eficiente.	
4	Controlar el flujo de leche durante el ordeño. Observar el flujo de leche a través de las pezoneras o medidores para asegurarse de que el ordeño sea constante y completo, ajustando si es necesario.	
5	Retirar las pezoneras evitando sobre ordeño. Retirar las pezoneras cuando el flujo de leche disminuya significativamente, evitando el sobre ordeño que puede afectar la salud de la ubre.	
6	Aplicar sellado post ordeño. Sumergir o aplicar sellador en cada pezón después del ordeño para cerrar el canal del pezón y prevenir infecciones.	
7	Proceder al lavado y desinfección del equipo. Desmontar el equipo y realizar el lavado con agua tibia y detergente, seguido de un enjuague y desinfección según el protocolo establecido, para garantizar la higiene y durabilidad del equipo.	

El sobre ordeño y un vacío mal regulado provocan daños en el canal del pezón, aumentando el riesgo de mastitis.

Comparación entre ordeño manual y mecánico

Ambos sistemas son válidos si se aplican correctamente y se adaptan a la realidad productiva de la finca.

Existe un "freno" local para evitar que la ubre sufra daños por sobrellenado.

Este componente se conoce técnicamente como FIL (Feedback Inhibitor of Lactation) o Factor Inhibidor de la Lactancia. Es una proteína pequeña sintetizada por las mismas células epiteliales de la ubre.

Aquí te explico cómo funciona este sofisticado sistema de control:

1. El mecanismo de acción: Control Autocrino

A diferencia de las hormonas que vienen de la sangre (como la prolactina), el FIL actúa mediante un **control autocrino**. Esto significa que la señal se genera y actúa en el mismo lugar: dentro del alvéolo.

Su funcionamiento es proporcional al llenado:

Ubre llena: A medida que la leche se acumula en el alvéolo, la concentración de FIL aumenta. Cuando la concentración es alta, el FIL se une a receptores en la membrana de la célula secretora y le envía una señal química: *"Ya no hay espacio, deja de fabricar"*.

Inhibición química: El FIL bloquea el transporte de proteínas desde el aparato de Golgi hacia la luz del alvéolo y reduce la síntesis de lactosa. Como hay menos lactosa, entra menos agua por ósmosis y el volumen de leche cae.

2. ¿Por qué es importante el ordeño frecuente?

Aquí es donde la teoría se vuelve dinero para el productor.

Ordeño frecuente (3 veces al día): Al vaciar la ubre más seguido, los niveles de FIL se mantienen bajos la mayor parte del tiempo. Las células epiteliales trabajan "a toda máquina" porque el freno se retira constantemente.

Ordeño infrecuente o incompleto: Si queda leche residual, el FIL permanece en contacto con las células, diciéndoles que reduzcan la producción. Con el tiempo, esto puede llevar a la **involución mamaria** (las células dejan de funcionar definitivamente hasta el próximo parto).

Es decir, a más ordeños el FIL desaparece produciendo más leche y a menos ordeños el FIL aparece produciendo menos leche.

3. La Dualidad: Presión Intramamaria vs. FIL

Por mucho tiempo se pensó que la producción bajaba solo por la "presión física" de la leche acumulada. Hoy sabemos que es un proceso combinado:

Factor Físico: La presión estira las células y dificulta el flujo sanguíneo.

Factor Químico (FIL): El inhibidor detiene la síntesis molecular desde adentro.

Dato curioso: El FIL es tan específico que, si solo dejas de ordeñar un cuarto de la vaca, la producción bajará únicamente en ese cuarto, mientras los otros tres seguirán produciendo normal. Esto demuestra que es un control local y no sanguíneo.

Relación entre ordeño, mastitis y bienestar animal

La correcta técnica de ordeño es una herramienta fundamental en los programas de control de mastitis. Estudios demuestran que una rutina adecuada reduce significativamente la incidencia de mastitis clínica y subclínica, mejora el bienestar animal y prolonga la vida productiva de las vacas (Ruegg, 2017).

Implicaciones prácticas para el mayordomo

El mayordomo debe:

- Garantizar la correcta rutina de ordeño.
- Supervisar la higiene del personal y del equipo.
- Identificar cambios anormales en la leche.
- Registrar incidencias sanitarias.
- Coordinar con el veterinario acciones correctivas.

El ordeño diario bien ejecutado es una de las herramientas más poderosas de gestión sanitaria en la finca.

ID Vaca / Nombre	Ordeño Mañana (L)	Ordeño Tarde (L)	Total Día (L)	¿Hizo CMT? (Resultado)	Observaciones (Celo, Salud, Parto)
Ej: 105 - "Blanca"	12.5	10.0	22.5	Negativo	Presenta moco (Celo)

ID Vaca / Nombre	Ordeño Mañana (L)	Ordeño Tarde (L)	Total Día (L)	¿Hizo CMT? (Resultado)	Observaciones (Celo, Salud, Parto)
Ej: 210 - "Pinta"	8.0	7.5	15.5	Grado 2 (PD)	Tratar cuarto post-izquierdo
TOTALES	Σ	Σ	Σ	---	---

¿Cómo sacarle provecho a este registro? (Tips de Experto)

Cálculo de la Persistencia: permite evaluar la capacidad de una vaca para mantener su producción de leche a lo largo del tiempo. Una disminución superior al 10 % entre períodos **consecutivos**, cuando no corresponde a la evolución fisiológica de la lactancia, puede justificar una revisión de las condiciones sanitarias, nutricionales y de manejo del animal.

Relación con el FIL: Las variaciones en la producción entre ordeños pueden estar relacionadas con la duración del intervalo entre ordeños y con mecanismos locales de regulación de la secreción láctea. El factor inhibidor de la lactancia (FIL) participa en este proceso y puede contribuir a disminuir la velocidad de síntesis cuando la leche permanece acumulada durante períodos prolongados en la glándula mamaria. Por ello, el análisis de diferencias marcadas entre ordeños debe considerar la duración de los intervalos y la rutina de ordeño.

Días en Leche (DEL): El registro de los días en leche (DEL) permite interpretar la producción individual de acuerdo con la etapa de lactancia en la que se encuentra cada vaca. Este indicador facilita la identificación del período próximo al pico de producción y permite realizar comparaciones más precisas entre animales con diferentes momentos del ciclo productivo. En condiciones normales, el pico de lactancia suele presentarse durante las primeras semanas posteriores al parto.

Consumo de Alimento: Cuando se registra una disminución de la producción de leche en un grupo de animales, debe evaluarse la alimentación como uno de los factores potencialmente asociados. Es importante revisar la calidad y disponibilidad del forraje, el consumo de materia seca y cualquier cambio reciente en el suministro o composición del concentrado. La evaluación conjunta de estos factores permite identificar oportunamente problemas nutricionales que puedan afectar el rendimiento productivo.

Resumen Mensual (Opcional)

Al final del mes, te sugiero llenar un pequeño cuadro de control para ver la rentabilidad:

Promedio por vaca: (Total litros mes / Número de vacas).

Eficiencia Alimenticia: (Litros totales / Kilos de concentrado entregados).

3.9 Recomendaciones finales

Una gestión del ordeño adecuada exige dar prioridad a la tranquilidad y el bienestar de los animales, formar periódicamente a las personas encargadas del ordeño y también mantener los equipos en estado óptimo de funcionamiento e higiene. Así mismo, es necesario registrar sistemáticamente las anomalías o problemas detectados en el proceso de ordeño para que puedan ser analizados y se sigan medidas correctoras. Lo anterior debe formar parte de un programa de calidad de la leche que relacione el manejo del ganado, la higiene, la salud de la glándula mamaria, el mantenimiento de los equipos y el control del procedimiento del ordeño.

CAPÍTULO IV

SANIDAD ANIMAL: VACUNACIÓN Y DESPARASITACIÓN EN SISTEMAS BOVINOS LECHEROS

4.1 Introducción técnica

La sanidad animal constituye uno de los pilares fundamentales de la producción bovina lechera, ya que incide directamente en la productividad, la calidad de la leche, el bienestar animal y la salud pública. En sistemas lecheros de pequeña, mediana y gran escala, una sanidad deficiente se traduce en pérdidas económicas significativas asociadas a enfermedades, disminución de la producción, incremento del uso de medicamentos y rechazo de la leche por presencia de residuos (FAO et al., 2022).

La vacunación y la desparasitación forman parte de la sanidad, cuyo objetivo principal es prevenir la aparición de enfermedades, la presión de infección en el hato y la necesidad de tratamientos curativos, los cuales suelen ser más costosos y riesgosos para la inocuidad del producto (FAO, 2011).

Fundamentos de la sanidad en bovinos lecheros

La sanidad se basa en el principio de que prevenir es más eficiente y económico que curar. Un programa sanitario bien estructurado considera:

Epidemiología de las enfermedades animales

Edad, categoría y estado fisiológico de los animales

Condiciones de manejo, alimentación y ambiente

Riesgos zoonóticos asociados

Las enfermedades infecciosas y parasitarias afectan el sistema inmunológico del animal, reduciendo su capacidad y aumentando la susceptibilidad a otras patologías como mastitis y enfermedades metabólicas (Radostits et al., 2010).

4.2 Vacunación en bovinos lecheros

4.2.1 Principios generales de la vacunación

La vacunación es una herramienta que estimula el sistema inmunológico del animal para generar defensas específicas frente a agentes patógenos. Para que una vacuna sea efectiva, deben cumplirse condiciones básicas:

Mantener la cadena de frío

Aplicar la dosis correcta

Respetar la edad y estado sanitario del animal

Cumplir con los refuerzos indicados

Un error frecuente en finca es vacunar animales enfermos, lo cual reduce la eficacia de la inmunización.

4.2.2 Importancia productiva y sanitaria

La vacunación adecuada:

- Reduce la mortalidad y morbilidad
- Disminuye pérdidas reproductivas
- Mejora la eficiencia productiva
- Protege la salud humana frente a zoonosis como la brucelosis

Además, muchas industrias lácteas exigen el cumplimiento de calendarios sanitarios como requisito para la recepción de leche.

4.2.3 Principales enfermedades prevenibles por vacunación

En sistemas bovinos lecheros, los programas sanitarios suelen incluir vacunas contra:

Brucelosis: enfermedad zoonótica que afecta la reproducción.

Leptospirosis: causa abortos y disminución de la producción.

Complejo respiratorio bovino (IBR, DVB, PI3, VRSB): afecta animales jóvenes y adultos.

Clostridiosis (triple): enfermedades de alta mortalidad.

Fiebre aftosa: controlada mediante campañas oficiales.

La selección de vacunas debe realizarse bajo criterio veterinario y adaptarse a la realidad epidemiológica local.

4.2.4 Calendarios de vacunación

Los calendarios sanitarios organizan la aplicación de vacunas según la edad y categoría del animal. En terneras y animales jóvenes, la vacunación temprana es clave para reducir la mortalidad y garantizar un adecuado desarrollo productivo.

Un calendario bien aplicado:

- Evita omisiones
- Facilita el control sanitario
- Permite auditorías sanitarias
- Reduce el riesgo de brotes

El mayordomo cumple un rol esencial en el cumplimiento y registro de estos calendarios.

El Calendario Sanitario: Prevención Estratégica

No se trata solo de vacunar, sino de hacerlo en el momento fisiológico adecuado. Un programa robusto debe cubrir tres frentes:

Enfermedades Reproductivas: (IBR, DVB, Leptospira, Neospora). Son las "ladronas silenciosas" que causan abortos y repetición de celos, alargando los días abiertos.

Enfermedades Clostridiales: La vacunación contra carbón sintomático y edema maligno es obligatoria por su alta mortalidad.

Enfermedades de Control Oficial: Según tu zona geográfica (Fiebre Aftosa, Brucelosis y Tuberculosis). Estas son críticas para la **Salud Pública (Zoonosis)**. Importante indicar sobre la Fiebre Aftosa en 2026 Ecuador es declarado libre de Fiebre Aftosa sin vacunación sin embargo se debe mantener este estatus tomando todas las medidas de bioseguridad del caso.

Figura 5.
Calendario de vacunas para terneras

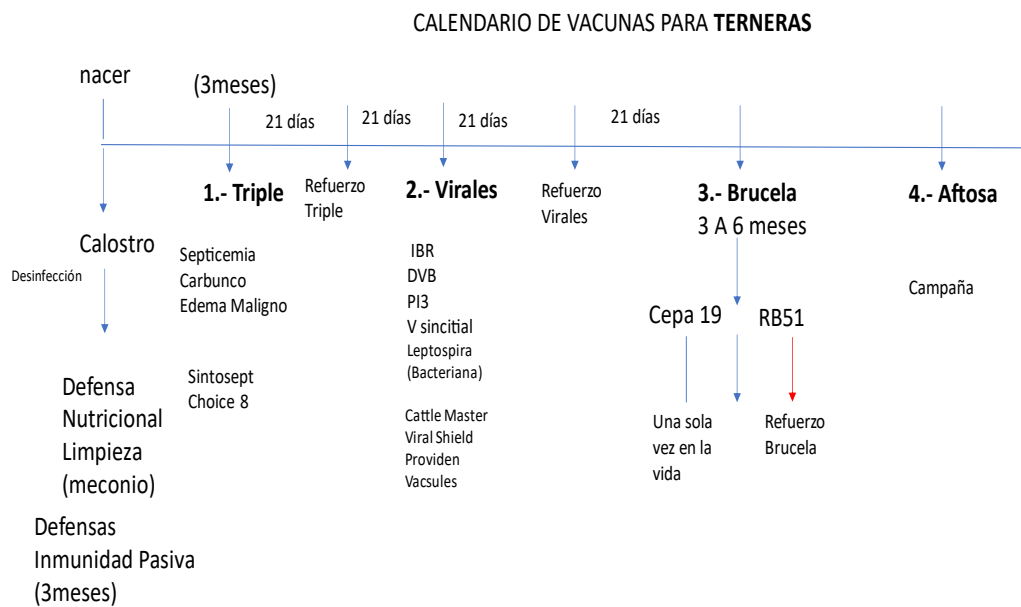
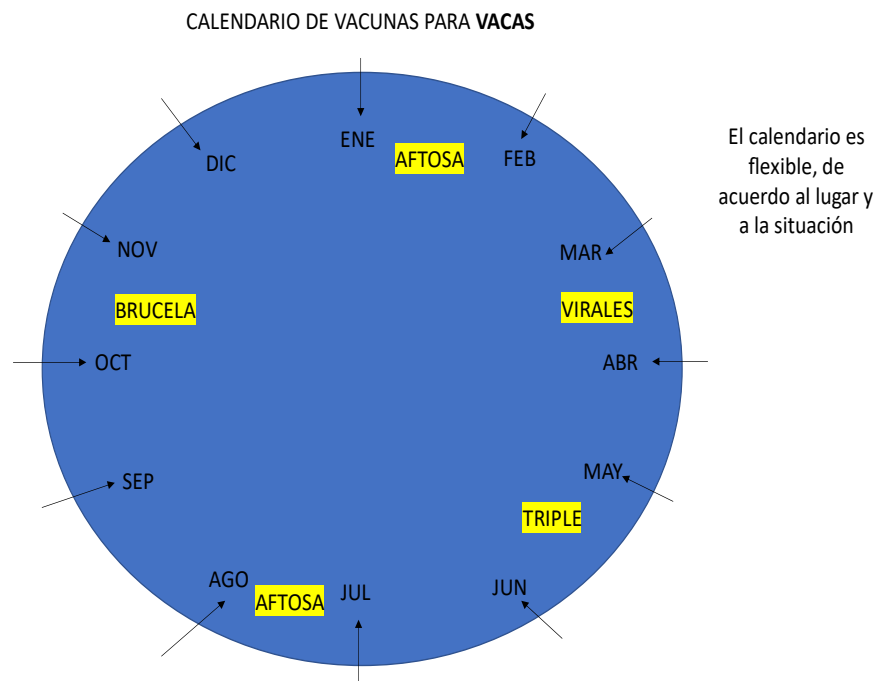


Figura 6.
Calendario de vacunas para vacas



4.3 Desparasitación en bovinos lecheros

4.3.1 Fundamentos del control parasitario

Los parásitos internos y externos afectan el aprovechamiento de los nutrientes, provocan anemia, reducen la ganancia de peso y disminuyen la producción de leche. En animales jóvenes, las parasitosis pueden causar retrasos irreversibles en el crecimiento.

El control parasitario no debe basarse en aplicaciones indiscriminadas, sino en un manejo racional, considerando:

- Edad del animal
- Nivel de infestación
- Rotación de potreros
- Calidad del agua
- Época del año (pluviosidad)

4.3.2 Importancia del uso responsable de antiparasitarios

El uso inadecuado de antiparasitarios genera:

- Resistencia parasitaria
- Presencia de residuos en leche
- Incremento de costos
- Pérdida de eficacia terapéutica

Por ello, es fundamental respetar dosis, vía de administración y tiempos de retiro indicados por el fabricante (Sutherland y Leathwick, 2011).

4.3.3 Desparasitación según categoría animal

Terneras: mayor susceptibilidad; desparasitación más frecuente.

Vaquillas: control estratégico para garantizar buen desarrollo.

Vacas en producción: uso exclusivo de productos permitidos y con tiempos de retiro cortos.

Vacas secas: oportunidad ideal para tratamientos más efectivos.

El control parasitario debe integrarse con el manejo de praderas y la rotación de potreros

Figura 7.
Calendario de desparasitaciones para terneras

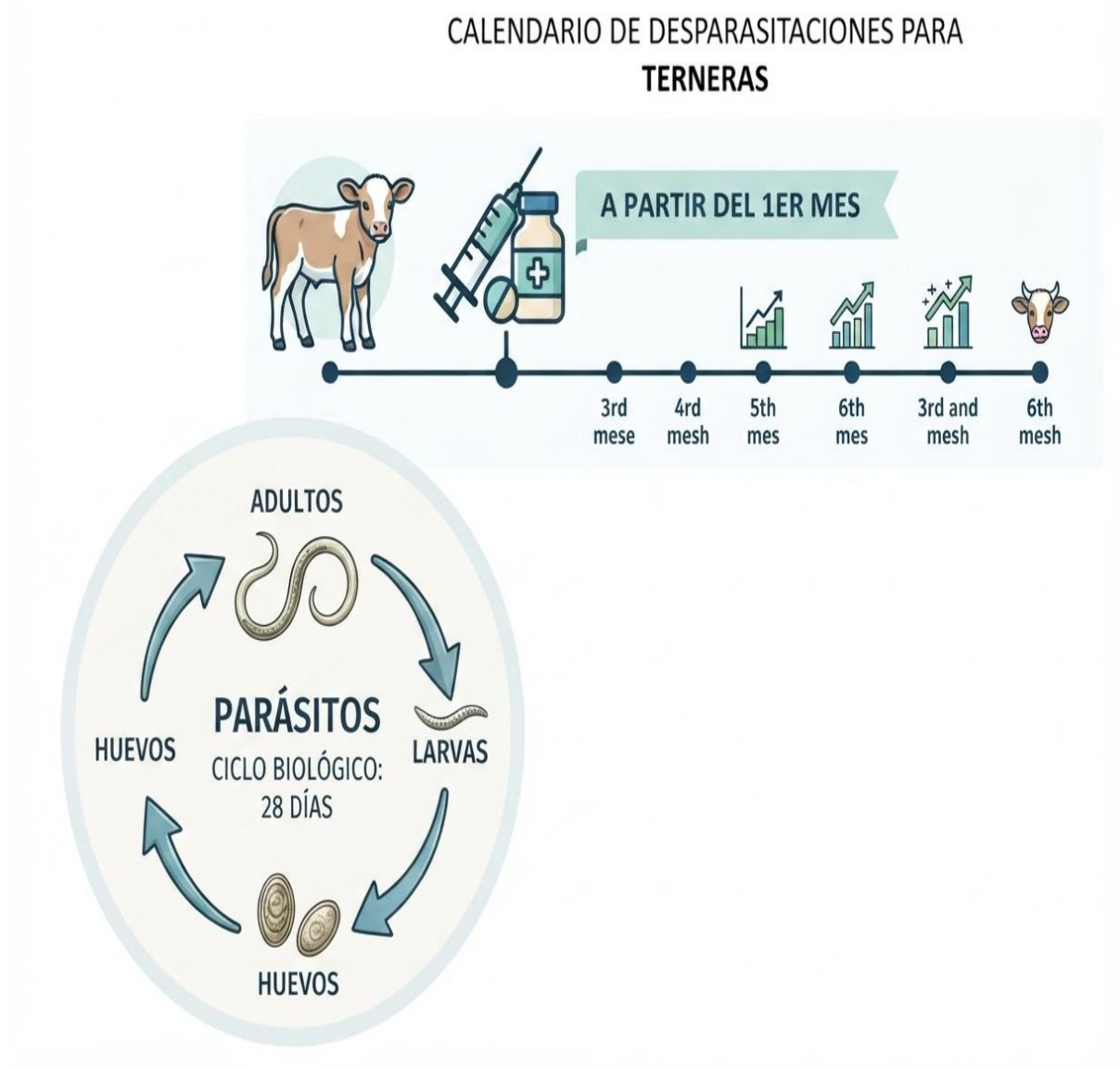
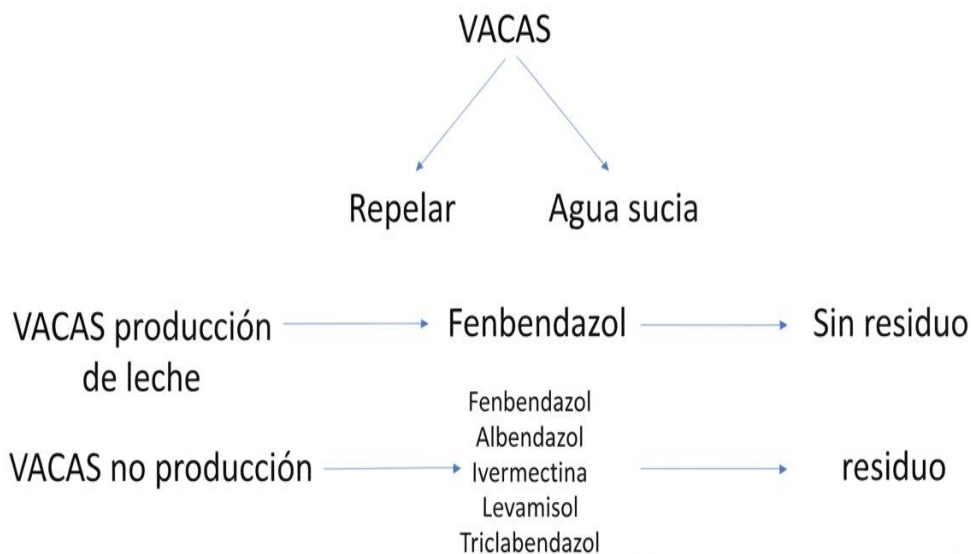


Figura 8
Calendario de desparasitaciones para vacas

CLASIFICACIÓN DE PRODUCTOS ANTIPARASITARIOS Y RIESGO DE RESIDUOS EN VACAS



DESCRIPCIÓN DE FACTORES DE RIESGO Y FRECUENCIA (EJEMPLO)

FACTOR RIESGO 1: Alto Contagio. **FRECUENCIA:** Cada 3-4 meses.
 FACTOR RIESGO 2: Ganadería Intensiva. **FRECUENCIA:** Cada 6-8 semanas.
 FACTOR RIESGO 3: Vacas en Crecimiento. **FRECUENCIA:** Según estado.

Desparasitación: El Enfoque Selectivo

El uso indiscriminado de desparasitantes ha generado resistencia. Un experto hoy recomienda:

Control de Parásitos Internos: Especialmente en terneras y novillas de reemplazo, donde el impacto en el crecimiento es irreversible. En vacas adultas, se prefieren productos con tiempo de retiro cero (como el Fenbendazol y Eprinomectin) para no descartar leche.

Control de Parásitos Externos: Moscas y garrapatas no solo estresan a la vaca (activando el cortisol que inhibe la oxitocina), sino que transmiten hemoparásitos (Anaplasma/Babesia).

El Pilar de la Inocuidad y los Residuos

Este es el punto donde la sanidad se cruza con la ética y el mercado.

Periodos de Retiro: Es innegociable. La presencia de antibióticos en leche impide la fermentación para quesos/yogurt y genera resistencia antimicrobiana en humanos.

Bienestar Animal: Una vaca con dolor o estrés metabólico tiene un sistema inmune deprimido, lo que la hace más susceptible a mastitis ambientales.

4.3.4 Relación entre sanidad, calidad de leche e inocuidad

Un programa sanitario deficiente incrementa el riesgo de:

- Residuos de medicamentos en leche
- Rechazo del producto por la industria
- Riesgos para la salud del consumidor

La sanidad preventiva reduce el uso de antibióticos, contribuyendo a la producción de leche inocua y alineada con los principios de Una Sola Salud (One Health).

4.3.5 Implicaciones prácticas para el mayordomo

El mayordomo es responsable de:

- Cumplir el calendario de vacunación
- Registrar eventos sanitarios
- Verificar fechas de desparasitación
- Identificar animales enfermos
- Comunicar oportunamente al veterinario

Un mayordomo capacitado es clave para el éxito de cualquier programa sanitario.

4.3.6 Recomendaciones finales

Priorizar la sanidad preventiva

No vacunar animales enfermos

Respetar la cadena de frío

Evitar el uso indiscriminado de antiparasitarios

Mantener registros sanitarios actualizados

Trabajar siempre bajo asesoría veterinaria

Tabla 3.
Monitoreo Sanitario Básico

Para complementar tu registro de producción, todo experto debe llevar un control de eventos sanitarios:

Evento	Categoría (Vaca, Novilla, Ternera)	Fecha de Aplicación	Producto / Lote	Próxima Dosis / Refuerzo	Tiempo de Retiro (Leche/Carne)
Vacunación Reproductiva	Vacas/Novillas				N/A
Desparasitación	Todo el hato				X días
Control de Mastitis (CMT)	Vacas en producción	Semanal	---	---	---
Prueba de Brucela/TBC	Adultos	Anual	---	---	N/A

CAPÍTULO V

CRIANZA DE TERNERAS: BASE DEL REEMPLAZO Y SOSTENIBILIDAD DEL HATO LECHERO

5.1 Introducción técnica

La crianza de terneras es una etapa crítica para la renovación del hato lechero, porque las prácticas asociadas al bienestar neonatal y el no desarrollo de los animales influyen en la salud, el crecimiento y la productividad posterior de las hembras. Al nacer, en las primeras horas de vida, es fundamental para la transferencia de inmunidad pasiva la administración en tiempo y forma de calostro de buena calidad y en cantidad suficiente, puesto que las terneras poseen escasa cantidad de inmunoglobulinas libres en circulación. La calidad, la cantidad y el momento de administración del calostro son factores claves para conseguir la transferencia de inmunidad y disminuir la probabilidad de enfermedad y mortalidad neonatal (Morin et al., 2021).

La crianza de terneras constituye uno de los procesos más estratégicos dentro de los sistemas de producción lechera, ya que define el futuro productivo, reproductivo y económico del hato. Una ternera mal criada difícilmente alcanzará su potencial genético, aun cuando reciba un manejo adecuado en etapas posteriores de su vida productiva.

Diversos estudios han demostrado que los errores cometidos durante los primeros meses de vida tienen efectos irreversibles sobre la eficiencia productiva, la edad al primer parto y la vida útil de las vacas (Heinrichs y Heinrichs, 2011). Por esta razón, la crianza debe abordarse como una inversión a largo plazo y no como un gasto operativo.

5.2 Fundamentos biológicos e inmunológicos de la crianza

5.2.1 Importancia del período neonatal

El período neonatal, comprendido desde el nacimiento hasta las primeras semanas de vida, es crítico debido a la inmadurez del sistema inmunológico del ternero. A diferencia de otras especies, los bovinos nacen prácticamente sin inmunidad adquirida, dependiendo exclusivamente del consumo oportuno y adecuado de calostro para su protección inicial (Godden, 2008).

Cuando nace un ternero o ternera se debe realizar dos actividades importantes:

- 1.- Desinfección del ombligo con YODO al 7% por al menos 3 días para evitar infecciones
- 2.- Asegurarse de que tomen el calostro hasta 6 horas máximo después de su nacimiento

5.2.2 Desinfección del ombligo y Transferencia de inmunidad pasiva

La Desinfección del ombligo es importante ya que:

La higiene del cordón umbilical se considera una práctica profiláctica fundamental durante la atención de los recién nacidos, ya que la zona del cordón umbilical puede permitir la entrada de microorganismos para infectar de manera preferente los tejidos subyacentes, locales o sistémicos. Por consiguiente, la desinfección a la mayor brevedad posible, junto a las condiciones higiénicas y secas, contribuye en gran medida a disminuir el riesgo de infección del cordón umbilical y entre las posibles complicaciones emergentes (Lang et al., 2022).

La transferencia de inmunidad pasiva dependerá en gran medida de un aporte adecuado y oportuno de calostro de buena calidad, en razón de que las terneras, tras nacer, no pueden disponer de las inmunoglobulinas circulantes. Por lo que la correcta y temprana administración de calostro es importante para la absorción intestinal de inmunoglobulinas (todas ellas, y particularmente, la IgG) pero también para disminuir su susceptibilidad a las enfermedades en las primeras semanas de conocimiento. Por tanto el cuidado del ombligo y el aporte adecuado de calostro se deberán considerar elementos complementarios de un programa de atención neonatal orientados a disminuir tanto la morbilidad como la mortalidad, manteniendo un adecuado desarrollo (Godden et al., 2019).

Por consiguiente, la correcta transferencia de inmunidad durante las primeras etapas de la vida se puede considerar un aspecto fundamental para la protección del organismo frente a agentes infecciosos y para ayudar al desarrollo saludable. Sin embargo, la influencia de las condiciones iniciales en el desarrollo no sólo se reduce a la respuesta inmune inmediata, sino que puede extenderse a otros procesos biológicos que pueden llegar a conseguir producir efectos de largo recorrido. Desde esta perspectiva, cobra sentido también hablar de programación epigenética, ya que se puede considerar que determinados factores ambientales modifican la regulación de la expresión génica, sin que haya cambio en la secuencia del ADN.

1. El Concepto de "Programación Epigenética"

La ciencia moderna Leonel et al., (2020) demuestra que el manejo que recibe una ternera en sus primeros 60 días de vida afecta la expresión de sus genes.

Argumento: Una ternera que sufre diarreas o neumonías graves debido a un mal manejo, tendrá un tejido mamario menos desarrollado al llegar a la adultez.

Impacto: El potencial genético que compraste en el semen de un toro élite se "apaga" si la crianza es deficiente.

2. El Calostro: Mucho más que anticuerpos

El calostro es la primera y más importante vacuna. La Transferencia de Inmunidad Pasiva (TIP) es el pilar de la supervivencia.

La regla de oro: Se deben suministrar al menos 4 litros (o el 10% del peso vivo) de calostro de alta calidad (medido con refractómetro de Brix >22%) en las primeras 6 horas de vida.

Sostenibilidad: Terneras bien calostradas tienen menores tasas de mortalidad (objetivo <5%) y menores gastos en medicamentos, lo que hace al sistema económicamente viable.

3. El Desarrollo del Rumen: De Monogástrico a Rumiante

La transición de alimentarse solo de leche a comer forraje y concentrado es el reto fisiológico más grande.

Argumento: El desarrollo de las **papilas ruminales** no depende del pasto, sino de la fermentación del concentrado (que produce ácido butírico).

Sostenibilidad: Un destete precoz y exitoso reduce los costos de alimentación (la leche es el insumo más caro) y acelera el crecimiento para alcanzar la edad de primer servicio más rápido.

4. Impacto Económico: Reducción de la Edad al Primer Parto (EPP)

La sostenibilidad del hato depende de la rapidez con la que una novilla empieza a pagar su crianza.

Meta técnica: El objetivo ideal es un parto a los 22-24 meses.

Argumento: Por cada mes que se retrasa el primer parto después de los 24 meses, el productor pierde dinero en alimentación y mantenimiento sin retorno. Una crianza deficiente alarga este periodo a 30 meses o más, arruinando la rentabilidad del hato.

"La crianza de terneras no es una fase periférica, sino el núcleo de la mejora genética acelerada. Mientras que la vaca adulta representa el presente, la ternera representa el progreso. Un hato que no garantiza una tasa de reemplazo saludable y con altos estándares de bienestar animal, está condenado a la compra externa de animales, lo que aumenta el riesgo sanitario y disminuye la sostenibilidad financiera (Heinrichs et al., 2017)."

5.3 Alimentación durante la etapa de lactancia

5.3.1 Suministro de leche

Durante los primeros meses, la leche constituye la principal fuente de nutrientes. Se recomienda:

- Suministrar entre 5 y 6 litros diarios
- Mantener horarios constantes
- Utilizar leche de buena calidad o sustitutos lácteos adecuados
- Una alimentación insuficiente afecta el crecimiento y retrasa el desarrollo ruminal.

5.3.2 Desarrollo ruminal y alimentación sólida

El desarrollo del rumen es fundamental para la transición hacia una dieta sólida. Para estimularlo:

- Ofrecer concentrado iniciador desde la primera semana de vida
- Proporcionar agua limpia y fresca permanentemente
- Introducir forraje de buena calidad de forma gradual
- Un adecuado desarrollo ruminal permite un destete temprano y eficiente.

5.4 Manejo sanitario en la crianza de terneras

Las terneras son altamente susceptibles a enfermedades infecciosas y parasitarias. El manejo sanitario debe incluir:

- Aplicación del calendario de vacunación
- Desparasitación estratégica según edad y condiciones ambientales
- Observación diaria para detectar signos de enfermedad
- Intervención temprana ante diarreas o infecciones respiratorias
- La prevención es más efectiva y económica que el tratamiento.

5.5 Manejo zootécnico complementario

Entre las prácticas zootécnicas recomendadas se incluyen:

- Descorne temprano, para evitar estrés y lesiones futuras.
- Eliminación de pezones supernumerarios, cuando sea necesario.
- Identificación individual del animal.
- Registro de eventos sanitarios y productivos.

Estas prácticas contribuyen a mejorar el bienestar animal y la eficiencia del manejo.

5.6 Crecimiento, ganancia de peso y evaluación del desarrollo

El control del crecimiento es una herramienta clave para evaluar la efectividad de la crianza.

Se recomienda:

Ganancias de peso de 700–750 g/día desde el nacimiento hasta los 6 meses.

Posteriormente, ganancias de 600–650 g/día hasta la edad reproductiva.

El uso de cintas de pesaje y registros mensuales permite detectar retrasos y tomar decisiones correctivas oportunas.

Edad (Meses)	Etapas	Peso Vivo (% del peso adulto)	Ganancia Diaria de Peso (Promedio)	Meta Visual / Acción Clave
Nacimiento	Recién nacida	6 - 7%	---	Calostrado (4L en 6h).
2 meses	Destete	13 - 15%	700 - 800 g/día	Duplicar el peso de nacimiento.
4 meses	Post-destete	20%	800 g/día	Desarrollo de papilas ruminales.
6 meses	Crecimiento	25 - 28%	800 g/día	Inicio de consumo alto de forraje.
10 meses	Pre-pubertad	40%	750 - 800 g/día	Evitar engrasamiento de la ubre.

Edad (Meses)	Etapas	Peso Vivo (% del peso adulto)	Ganancia Diaria de Peso (Promedio)	Meta Visual / Acción Clave
13 - 15 meses	SERVICIO	55 - 60%	750 g/día	Altura a la cruz: 125-130 cm.
20 meses	Pre-parto	80%	700 g/día	Vacunación de pre-parto.
24 meses	PARTO	85 - 90%	---	Peso meta: 540-580 kg.

Puntos Críticos para el Éxito

1. El "Puntapié" Inicial (0-2 meses)

Meta: La ternera debe **duplicar su peso de nacimiento** al momento del destete.

Por qué: Estudios demuestran que por cada kg de ganancia diaria adicional antes del destete, la vaca producirá hasta 400-800 kg más de leche en su primera lactancia (Soberon et al., 2012).

2. El Peligro del Engrasamiento (9-11 meses)

Entre los 9 y 11 meses ocurre la fase alométrica del desarrollo mamario (el tejido de la ubre crece más rápido que el cuerpo).

Riesgo: Si la ternera gana demasiado peso (>950 g/día) por exceso de energía/maíz, depositará grasa en la ubre en lugar de tejido secretor, bajando su potencial lechero de por vida.

3. La Regla de la Alzada (Altura)

El peso puede engañar (una ternera puede estar gorda pero pequeña).

La **estatura a la cruz** es el mejor indicador de desarrollo óseo.

Al momento de la inseminación (13-15 meses), debe tener una alzada aproximada de 125 a 130 cm. Si tiene el peso pero no la altura, espera un mes más; de lo contrario, tendrá partos distócicos (dificultad al parir).

¿Cómo medir esto en campo sin báscula?

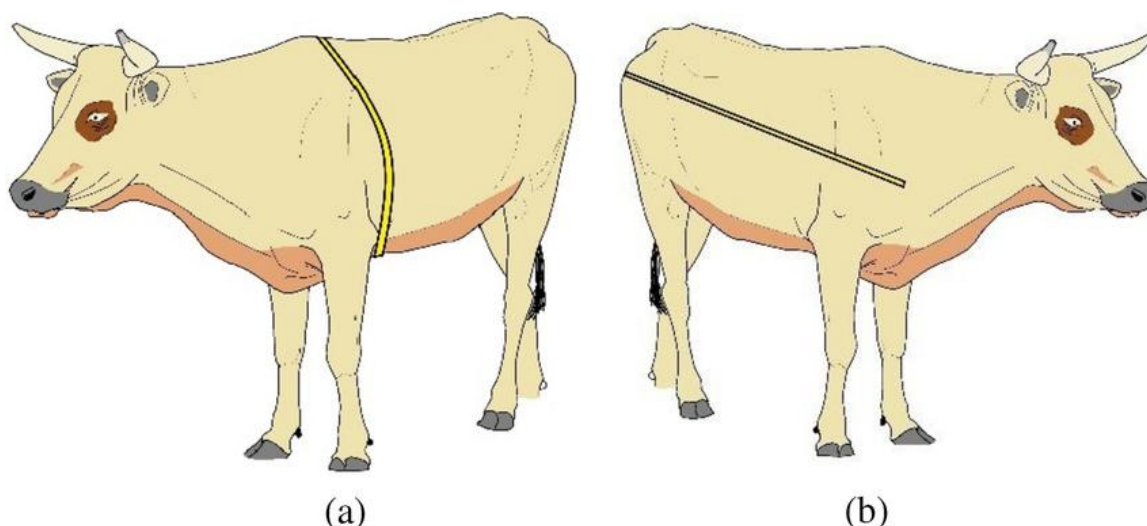
Cuando no se dispone de una báscula, el peso vivo de los bovinos puede estimarse mediante una cinta bovinométrica, colocándola alrededor del tórax, inmediatamente detrás de las escápulas. La medición del perímetro torácico permite obtener una estimación aproximada del peso corporal mediante tablas o ecuaciones desarrolladas para bovinos. Es un método con un 95% de precisión. O utiliza una cinta en centímetros o de costurera si no tienes la cinta bovinométrica y mide el perímetro de torácico y la longitud corporal.

En estudios de Lukuyu et al., (2016) de 352 vacas y 100 novillas fueron objeto de estudio considerando una cinta de medir tradicional a la hora de medir el perímetro del tórax, la longitud del cuerpo y la altura a la cruz. En tal sentido concluyó que el perímetro del tórax era un predictor importante del peso vivo y que las mediciones corporales podrían servir para estimar el peso por encima de básculas en sistemas donde no se disponía de ellas .

Figura 9

Método de medición de peso y tamaño





Método más preciso: Perímetro Torácico + Longitud Corporal

En situaciones donde no se tiene acceso a la báscula, el peso vivo de los bovinos puede ser uno de los métodos morfométricos en función de determinadas medidas morfométricas, como el perímetro torácico y la longitud corporal. En particular, el perímetro esqueleto se obtiene colocando la cinta métrica a lo largo del torso, justo por detrás del antebrazo del animal y la longitud corporal, que se determina desde la parte anterior del hombro hasta la tuberosidad isquiática; ambos se expresan en cms (cm) y se pueden introducir en las ecuaciones de regresión definidas para calcular el peso vivo, que se expresan en kgs (kg). Este procedimiento constituye alternativa en aquellas explotaciones donde no se cuenta con una báscula, sin embargo, la precisión de la estimación está condicionada a la raza, edad, sexo y morfología a inicial del animal (Costigan et al., 2021).

Este es el método más recomendado en bovinos adultos.

Medidas necesarias:

PT = Perímetro torácico (cm)

LC = Longitud corporal (desde la punta del hombro hasta la punta del isquion o nalga) cm

Fórmula:

$$\text{Peso vivo (kg)} = \frac{PT^2 \times LC}{10840}$$

Ejemplo práctico (vaca lechera adulta)

Supongamos:

PT = 190 cm

LC = 160 cm

$$Peso = \frac{190^2 \times 160}{10840}$$

$$Peso = \frac{36100 \times 160}{10840}$$

$$Peso \approx 533 \text{ kg}$$

Peso estimado: **533 kg**

Relación entre crianza, producción futura y rentabilidad

Una crianza adecuada se asocia con:

La crianza de las terneras representa una inversión estratégica para la sostenibilidad y rentabilidad de la explotación lechera, toda vez que las prácticas que se llevan a cabo en las primeras etapas de la vida de los animales influyen sobre el crecimiento, la salud, el desarrollo reproductivo y el ulterior rendimiento productivo de los mismos. Una nutrición adecuada, el control sanitario, la correcta alimentación del calostro y el manejo de la misma permitirán un crecimiento equilibrado y reducir las enfermedades y las pérdidas de terneras en la etapa de crianza. En el largo plazo, una crianza eficiente puede ayudar a reducir el período improductivo, a aumentar la edad al primer parto y a mejorar el desempeño del aprovechamiento de los recursos dedicados a la obtención de animales de reemplazo. Por ello, los costes alegados a la crianza no deben considerarse como un gasto, deben ser considerados como una inversión que puede repercutir en la productividad futura y en la eficiencia económica de la empresa lechera (Bach et al., 2021).

- Menor edad al primer parto
- Mayor producción de leche en la primera lactancia

- Menor tasa de descarte
- Mayor longevidad productiva

Invertir en la crianza de terneras es una de las estrategias más rentables dentro del sistema lechero (Heinrichs & Heinrichs, 2011).

Implicaciones prácticas para el mayordomo

El mayordomo es responsable de:

- Garantizar el suministro oportuno de calostro
- Supervisar la alimentación diaria
- Mantener condiciones higiénicas adecuadas
- Registrar pesos y eventos sanitarios
- Detectar tempranamente signos de enfermedad
- Una crianza exitosa depende en gran medida de la constancia y disciplina del personal encargado.

5.7 Recomendaciones finales

El manejo del ternero recién nacido es un aspecto fundamental en la ganadería, debido que las primeras horas y días de vida son un período crítico para su supervivencia, desarrollo y posterior rendimiento. El adecuado manejo al momento del nacimiento, la adecuada desinfección del muñón umbilical, la alimentación temprana y adecuada con calostro y el control de las condiciones ambientales son medidas que contribuyen a disminuir los riesgos sanitarios y a favorecer un buen desarrollo al inicio de la vida.

De la misma manera, no se debe escatimar en calidad del calostro ni de la leche para proporcionar. El calostro tiene que presentar buenas características sanitarias y un contenido adecuado de inmunoglobulinas y administrarse en las dosis y el momento adecuado. La leche, por su parte, en la lactancia deberá manipularse en condiciones higiénicas y administrarse de acuerdo con las necesidades nutricionales del ternero, dado que la insuficiencia alimentaria puede limitar el crecimiento y comprometer su desarrollo.

La toma de registros periódicos de los pesos es una herramienta básica para valorar la evolución de los animales que permite detectar problemas nutricionales o sanitarios de manera anticipada. En el caso de no disponer de básculas, se puede usar medidas corporales, como el perímetro

torácico y la longitud corporal para llevar registros individuales que permitan la comparación de los resultados obtenidos con los objetivos de crecimiento establecidos y la toma de decisiones de manejo en base a información objetiva.

CAPÍTULO VI

CHEQUEO GINECOLÓGICO Y MANEJO REPRODUCTIVO EN BOVINOS LECHEROS

6.1 Introducción técnica

La eficiencia reproductiva es uno de los principales determinantes de la rentabilidad en los sistemas de producción lechera, ya que condiciona la frecuencia de partos, la producción vitalicia de leche, el reemplazo de animales y la estructura del hato. Un manejo reproductivo inadecuado genera incrementos en los días abiertos, intervalos entre partos prolongados y mayores tasas de descarte involuntario.

El chequeo ginecológico constituye una herramienta fundamental para evaluar el estado reproductivo de las vacas y vaquillas, permitiendo la detección temprana de alteraciones y la toma de decisiones oportunas que optimizan la eficiencia del sistema (Lucy, 2001).

6.2 Fundamentos fisiológicos de la reproducción bovina

6.2.1 Ciclo estral bovino

El ciclo estral de la vaca tiene una duración promedio de 21 días, y se divide en cuatro fases: proestro, estro, metaestro y diestro. El estro o celo es el período fértil, caracterizado por cambios hormonales, comportamentales y fisiológicos que permiten la ovulación.

La correcta detección del celo es esencial para el éxito de la monta natural o la inseminación artificial. Errores en la detección generan servicios ineficientes y bajas tasas de concepción (Diskin y Morris, 2008).

6.2.2 Relación entre producción lechera y reproducción

Las exigentes condiciones de producción de leche alcanzadas en el período posparto incrementan significativamente los requerimientos energéticos de la vaca. Cuando el consumo de nutrientes no es suficiente para satisfacer las necesidades de mantenimiento (NEM) y de producción de la vaca, se genera un balance energético negativo por el que el animal moviliza sus reservas corporales para mantener la síntesis láctea. Tal circunstancia puede alterar la actividad del eje reproductor y reducir la frecuencia de las señales hormonales necesarias para

el crecimiento folicular , y prolongar la primera ovulación y el reinicio de la actividad ovárica. De este modo, una recuperación energética deficiente puede extender el intervalo hasta el inicio del celo e impactar en algunos índices de fertilidad. Resultados recientes demostraron que un menor equilibrio energético durante la última etapa del parto está directamente relacionado con un retraso en la concepción de la actividad lútea y en la primera manifestación del celo (Civiero et al., 2021).

Altos niveles de producción de leche, especialmente en el período postparto, se asocian con balance energético negativo, lo que puede retrasar el reinicio de la actividad ovárica y afectar la fertilidad. Por esta razón, la nutrición y el manejo del período de transición influyen directamente sobre el desempeño reproductivo.

Importancia del chequeo ginecológico

El chequeo ginecológico permite:

- Evaluar el estado del aparato reproductor
- Determinar la ciclicidad ovárica
- Confirmar preñez o si está vacía
- Diagnosticar patologías reproductivas
- Programar secado y fecha probable de parto

Este procedimiento debe ser realizado por un médico veterinario, utilizando técnicas como palpación rectal y, cuando está disponible, ultrasonografía.

6.3 Procedimiento del chequeo ginecológico

Durante el chequeo se registran aspectos como:

El chequeo ginecológico posparto busca revisar cómo se recupera el aparato reproductor de la vaca después del parto. También sirve para ver si el útero vuelve a su estado normal y si los ovarios retoman su actividad. Esta revisión ayuda a encontrar problemas a tiempo, como infecciones en el útero, acumulación de contenido dentro del útero, retraso en la recuperación del útero o falta de actividad en los ovarios. Estas situaciones pueden afectar la reproducción futura. Por eso, examinar el útero y los ovarios durante el posparto es una herramienta importante para tomar decisiones sobre cómo manejar la reproducción del hato (López et al., 2016).

- Edad, peso y condición corporal
- Estado del útero y ovarios
- Presencia de cuerpos lúteos o folículos
- Signos de infecciones uterinas
- Historial reproductivo del animal

La información obtenida se consigna en registros reproductivos, los cuales son herramientas clave para la toma de decisiones en finca.

6.4 Principales alteraciones reproductivas en bovinos lecheros

Entre las patologías más frecuentes se encuentran (LeBlanc, 2023):

Anestro: se caracteriza por la ausencia de actividad ovárica cíclica y, por eso, por la falta de manifestación de celo durante el período esperado después del parto.

Quistes ováricos: son uno de los trastornos más prevalentes de la función ovárica en el ganado lechero y pueden influir tanto en la ovulación como en los ciclos estrales normales. Estos se manifiestan de forma más notable como anestro en algunas vacas, aunque en otros animales pueden presentarse un estro anormal o prolongado. Para su identificación, la ecografía transrectal, en asociación con el examen clínico y la palpación rectal, favorece su detección

Metritis y endometritis: Estas enfermedades afectan el tracto reproductivo sobre todo en el período posparto. La metritis causa inflamación en el útero junto con secreción uterina anormal y puede mostrar signos en todo el cuerpo. La endometritis, en cambio, es una inflamación del endometrio que puede aparecer sin signos generales claros. Las dos condiciones pueden cambiar el ambiente del útero, afectar la función reproductiva y bajar las probabilidades de lograr una gestación.

Retención de placenta: Se inicia cuando las membranas fetales no son eliminadas del tiempo normal después del parto. Esto suele pasar en las primeras 12 a 24 horas. Este problema se asocia con un mayor riesgo de enfermedades uterinas después, sobre todo metritis y endometritis. También puede afectar de forma negativa el rendimiento reproductivo. Su aparición depende de varios factores relacionados con el parto, la salud metabólica y la respuesta inmune de la vaca durante el periodo de transición.

Abortos: es la pérdida de la gestación antes de que el feto pueda vivir fuera del útero. Puede tener varias causas, como agentes infecciosos, problemas de nutrición, factores genéticos, trastornos metabólicos, toxinas y condiciones del ambiente. Además de ser una pérdida productiva, los abortos pueden alargar el tiempo hasta una nueva gestación y afectar la eficiencia reproductiva del hato. Por eso, se deben registrar los casos de aborto y cuando sea posible, investigarlos con evaluación veterinaria y diagnóstico de laboratorio para saber su causa.

Estas alteraciones afectan directamente los índices reproductivos y deben ser abordadas de manera temprana para evitar pérdidas económicas.

6.5 Manejo reproductivo y biotecnologías aplicadas

6.5.1 Monta natural

La monta natural sigue siendo utilizada en muchos sistemas de producción, especialmente de pequeña escala. Su éxito depende de:

Figura 10

Monta natural

 1. CONDICIÓN SANITARIA DEL TORO  • El toro debe estar libre de enfermedades reproductivas. • Realizar exámenes clínicos y reproductivos periódicos. • Mantener vacunas y desparasitaciones al día.	 2. RELACIÓN TORO: VACAS  • Define el número de vacas que puede servir un toro en un periodo reproductivo. • Relación recomendada: - 1 toro : 25 a 30 vacas (áreas de pastoreo). - 1 toro : 15 a 20 vacas (confinamiento o semi-confinamiento). • Una relación adecuada mejora la tasa de preñez.	 3. DETECCIÓN ADECUADA DEL CELO  • Observar signos de celo: inquietud, mugidos, monta a otras vacas, secreción mucosa, entre otros. • Registrar horarios y duración del celo. • La detección oportuna aumenta la probabilidad de preñez.
 Una correcta monta natural, basada en un toro sano, una relación adecuada y buena detección del celo, permite obtener mejores resultados reproductivos y mayor eficiencia en el sistema productivo. 		

El objetivo no es solo preñar vacas, sino preñarlas en el tiempo óptimo para que el Intervalo Entre Partos (IEP) se mantenga lo más cerca posible de los 365-400 días.

A continuación, detallo los protocolos clínicos y de manejo fundamentales bajo una visión técnica y profesional:

1. El Examen Clínico Ginecológico

Este examen debe realizarse de forma sistemática para evaluar el estado funcional del tracto reproductivo.

A. Palpación Rectal y Ultrasonografía (Ecografía)

Es la herramienta diagnóstica por excelencia. Se busca evaluar:

Ovarios: Identificar presencia de Folículos dominantes, Cuerpos Lúteos (CL) o patologías como Quistes foliculares o luteales. La ecografía permite medir el diámetro del CL; un CL >17 mm suele indicar funcionalidad progestacional.

Útero: Evaluar simetría de los cuernos, grosor de la pared y presencia de contenido (pus en caso de piómetra o fluidos en caso de estro).

Cérvix: Revisar posición y tamaño, especialmente importante en el postparto para evaluar la involución.

B. Evaluación del Flujo Vaginal (Vaginoscopía)

Fundamental para el diagnóstico de **Endometritis Subclínica**. El uso del *Metrichcek* o vaginoscopio permite graduar el moco cervical (Escala de 0 a 3, donde 3 es contenido purulento).

2. Protocolos de Manejo Reproductivo Estratégico

A. Examen de Salud Postparto (Check-up 21 días)

Todas las vacas deben ser revisadas entre los 15 y 25 días postparto.

Objetivo: Detectar involución uterina retardada, metritis o anestro clínico.

Acción: Si no hay involución, se aplican protocolos con Prostaglandinas PGF2 alfa para favorecer la limpieza uterina.

B. El Periodo Voluntario de Espera (PVE)

Es el tiempo que el productor decide esperar antes de la primera inseminación (usualmente 45 a 60 días).

Dato de experto: Acortar el PVE antes de los 40 días es ineficiente debido a que el útero aún no ha recuperado su capacidad de sostener una preñez.

C. Protocolos de Sincronización (IATF)

Para eliminar el error humano en la detección de celos, se utilizan protocolos de Inseminación Artificial a Tiempo Fijo:

Ovsynch: GnRH\$ (Día 0) -> PGF_{2\alpha} (Día 7) -> GnRH (Día 9) -> IATF (16-24h después).

Dispositivos Intravaginales (CIDR/Prid): Ideales para vacas en anestro, ya que la progesterona sensibiliza al hipotálamo.

Indicadores de Eficiencia Reproductiva (Metas)

Indicador	Meta Ideal	Alarma
Días Abiertos	< 110 días	> 140 días
Intervalo Entre Partos (IEP)	12.5 - 13 meses	> 14 meses
Tasa de Concepción (1er Servicio)	> 40 - 50%	< 35%
Servicios por Concepción	< 1.7	> 2.5

6.5.2 Inseminación artificial

La inseminación artificial permite:

Figura 11
Inseminación artificial



Para obtener buenos resultados, es indispensable una correcta detección del celo y una adecuada técnica de inseminación.

6.6 Indicadores reproductivos clave

El seguimiento de indicadores reproductivos permite evaluar la eficiencia del sistema. Entre los más importantes se incluyen:

- Intervalo entre partos
- Días abiertos
- Servicios por concepción
- Tasa de preñez

Valores fuera de los rangos recomendados indican problemas de manejo, nutrición o sanidad.

6.7 Relación entre reproducción, calidad de leche y rentabilidad

Una reproducción eficiente:

Garantiza una producción de leche sostenida

- Reduce costos sanitarios
- Mejora la longevidad productiva

- Incrementa la rentabilidad por hectárea

Por el contrario, la ineficiencia reproductiva es una de las principales causas de pérdidas económicas en la ganadería lechera (Lucy, 2001).

6.8 Rol del mayordomo en el manejo reproductivo

El mayordomo cumple un rol esencial al:

- Observar y detectar celos
- Registrar montas e inseminaciones
- Identificar partos y abortos
- Coordinar chequeos veterinarios
- Mantener registros reproductivos actualizados

La observación diaria y el registro disciplinado son herramientas tan importantes como las biotecnologías reproductivas.

6.9 Recomendaciones finales

Priorizar la detección de celos

Mantener buena condición corporal

Realizar chequeos ginecológicos periódicos

Integrar nutrición, sanidad y reproducción

Utilizar registros como herramienta de gestión

Hoja de Registro Reproductivo, esta hoja de registro nos sirve para el día del chequeo.

La Ficha de Registro Reproductivo permite sistematizar la información obtenida en el control ginecológico de cada vaca y hacer su seguimiento durante el ciclo productivo. La información de identificación del animal, días en leche (DEL), número de parto y condición corporal proporciona el contexto para el estado reproductivo y nutricional de la vaca. De la misma manera, el registro de los hallazgos ováricos y uterinos, el diagnóstico realizado, el tratamiento administrado y la fecha para la próxima revisión permite realizar un seguimiento de las alteraciones reproductivas y valorar la respuesta al procedimiento establecido. El uso sistematizado de estos registros permite tomar decisiones con base en información individual de los animales y ayuda a controlar la eficiencia reproductiva del rebaño.

N.º	ID Vaca	Días en leche (DEL)	N.º Parto	Condición corporal (1-5)	Estado reproductivo	Hallazgos ováricos	Hallazgos uterinos	Diagnóstico	Tratamiento	Próxima revisión
1										
2										
3										

Ejemplo de un registro anual con el historial reproductivo de las vacas es el siguiente:

Donde:

REGISTRO		DE				DR. LUIS BALAREZO					TELF			
REPRODUCCION						URRESTA					2983461			
							M.V.Z.						'0995728160	
HACIENDA					AÑO	20.....								
ARETE	NOMBRE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	OBSERVACIONES
	EMILIA	Pr	Ab											I 14 SEP
	ESPERANZA		Pr				S30			DP8				I 29 NOV
10	EVA		I 15											
121	FLOR	P24												
	FRESA		Rch											I 16 AGO
	FRIJOLA		V Tr											I 3 SEP

Pr =

Preñada

Ab = Aborto

V = Vacía

I = Inseminada

Tr = Tratamiento

P = Parto

Rch = Rechequeo

S = Secar

DP = Debe Parir

La eficiencia reproductiva del ganado lechero

La eficiencia reproductiva del ganado lechero está íntimamente ligada con la condición nutricional y metabólica de la vaca, sobre todo en el período de transición y primeras semanas post parto. En esta etapa, las altas demandas relacionadas con la producción de leche pueden sobrepasar temporalmente la cantidad de energía ingerida, provocando un balance energético negativo y movilización de reservas corporales. Por tanto, el manejo de la alimentación es un aspecto clave para promover la recuperación reproductiva y minimizar los impactos negativos en la actividad ovárica y fertilidad.

La **Condición Corporal (CC)** es una herramienta de evaluación visual que mide la reserva de grasa y músculo de la vaca. En una escala de 1 a 5 (donde 1 es emaciada y 5 es obesa), cada punto tiene un impacto directo en el éxito de los chequeos ginecológicos que mencionamos antes.

El Fenómeno del Balance Energético Negativo (BEN)

Al inicio de la lactancia, la vaca produce tanta leche que no alcanza a comer lo suficiente para cubrir ese gasto. Entonces, empieza a "quemar" su propia grasa corporal.

Impacto Hormonal: Cuando la vaca pierde demasiada condición (más de 0.5 a 1.0 puntos en la escala de 1-5), los niveles de insulina y IGF-1 caen.

El Freno Reproductivo: Sin estas hormonas, el hipotálamo no libera GnRH. Resultado: El ovario se "apaga" (Anestro) y, por más que el veterinario haga un chequeo ginecológico, no encontrará estructuras funcionales.

Metas de Condición Corporal por Etapa

Etapas del Ciclo	CC Ideal (Escala 1-5)	Consecuencia de CC Baja	Consecuencia de CC Alta (Obesa)
Parto	3.25 - 3.50	Retraso en el reinicio de celos.	Hígado graso, partos difíciles y cetosis.
Pico de Lactancia	2.50 - 2.75	Anestro prolongado, baja calidad del óvulo.	---
Inseminación (IATF)	2.75 - 3.00	Falla en la concepción, muerte embrionaria.	---

Etapas del Ciclo	CC Ideal (Escala 1-5)	Consecuencia de CC Baja	Consecuencia de CC Alta (Obesa)
Secado	3.25	Crías débiles al nacer.	Síndrome de la vaca gorda al parto.

¿Cómo afecta la CC los resultados del Chequeo Ginecológico?

Como experto, cuando realizo una palpación o ecografía, la CC me da el pronóstico:

Vaca con CC < 2.5: Es probable encontrar ovarios estáticos (pequeños y lisos). Aquí, los protocolos de sincronización (como el Ovsynch) suelen fallar porque no hay folículos que respondan adecuadamente.

Vaca con CC 3.0: Se suelen encontrar cuerpos lúteos sanos y buena tonicidad uterina. La tasa de preñez aumenta hasta un **20-30%** en comparación con vacas delgadas.

Pérdida excesiva de CC postparto: Si la vaca baja de 3.5 a 2.0 en un mes, aunque se preñe, tiene un riesgo altísimo de Muerte Embrionaria Temprana (el embrión muere antes de los 45 días porque la madre no puede sostenerlo).

CAPÍTULO VII

UNIDADES FORMADORAS DE COLONIAS (UFC) Y CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE LA LECHE

7.1 Introducción técnica

La leche cruda es un alimento de alto valor biológico, pero también un excelente medio de cultivo para microorganismos debido a su contenido de agua ($\approx 87\%$), lactosa, proteínas y minerales.

La calidad microbiológica de la leche cruda es uno de los principales criterios utilizados por la industria láctea para la aceptación, pago y destino del producto. Se evalúa principalmente mediante el Recuento de Unidades Formadoras de Colonias (UFC/mL), que estima el número de bacterias viables capaces de multiplicarse en un medio de cultivo bajo condiciones controladas y constituye un indicador directo del nivel de higiene durante el ordeño, el almacenamiento y el transporte. El estándar internacional para la evaluación de la carga bacteriana en leche cruda es el Recuento Estándar en Placa (Standard Plate Count, SPC) descrito en el ISO 4833-1 (método de conteo en placa a $30\text{ }^{\circ}\text{C}$). Una leche con altos valores de UFC no solo pierde valor comercial, sino que representa un riesgo para la salud pública y limita la elaboración de productos lácteos de calidad (Codex Alimentarius Commission, 2011).

Organismos regulatorios como la Codex Alimentarius Commission establecen criterios microbiológicos para leche cruda y productos lácteos, mientras que en Estados Unidos la Food and Drug Administration fija límites a través del *Grade "A" Pasteurized Milk Ordinance (PMO)*.

7.2 Fundamentos microbiológicos

¿Qué son las UFC?

Una **Unidad Formadora de Colonia (UFC)** corresponde a una célula bacteriana viable (o grupo de células) capaces de multiplicarse en condiciones favorables y formar una colonia visible en un medio sólido.

$$\text{UFC/mL} = \frac{\text{Colonias contadas} \times \text{Factor de dilución}}{\text{Volumen sembrado}}$$

Su presencia en la leche está asociada principalmente a:

Deficiencias en la higiene del ordeño, Equipos mal lavados y calibrados, Almacenamiento a temperaturas inadecuadas, retrasos en el enfriamiento. Un aumento de UFC acelera la degradación de la leche y reduce su vida útil.

7.3 Microorganismos presentes en leche cruda

El microbiota de la leche puede dividirse en:

Tabla 4.
El microbiota de la leche

Grupo microbiano	Origen	Impacto
Bacterias mesófilas	Ambiente, equipo, ubre	Indicador general de higiene
Psicrotróficas (ej. <i>Pseudomonas</i>)	Refrigeración inadecuada	Deterioro proteolítico y lipolítico
Coliformes	Contaminación fecal	Indicador de malas prácticas
Termodúricas	Resisten pasteurización	Problemas en industria
Patógenos (<i>Salmonella</i> , <i>Staphylococcus aureus</i>)	<i>Listeria</i> , Ubre/enfermedad	Riesgo sanitario

Las bacterias psicrotróficas son especialmente relevantes en sistemas donde la leche se enfría pero no se procesa rápidamente, ya que producen enzimas termoestables que afectan la calidad industrial (Walstra et al., 2022).

Factores que influyen en el recuento UFC

- Higiene del ordeño
- Lavado y desinfección de equipos
- Salud de la ubre
- Calidad del agua
- Tiempo y temperatura de enfriamiento
- Manejo post-ordeño

La leche recién ordeñada puede tener menos de 1.000 UFC/mL, pero sin refrigeración adecuada puede superar 1.000.000 UFC/mL en pocas horas.

7.4 Clasificación de la leche según UFC

Los límites varían según normativa nacional, pero internacionalmente se toman como referencia los criterios del Codex Alimentarius Commission y la Food and Drug Administration.

Tabla 5.

Clasificación orientativa de calidad microbiológica (leche cruda)

UFC/mL	Clasificación	Interpretación técnica
< 10.000	Excelente	Buenas prácticas higiénicas
10.000 – 50.000	Muy buena	Manejo adecuado
50.000 – 100.000	Aceptable	Mejorar higiene
100.000 – 300.000	Deficiente	Fallas en limpieza o enfriamiento
> 300.000	Inaceptable	Riesgo sanitario e industrial

En la Unión Europea el límite para leche cruda destinada a procesamiento es:

$$\leq 100.000 \text{ UFC/mL (media geométrica)}$$

(European Commission, Reglamento CE 853/2004)

En EE.UU. el límite para leche grado A es:

$$\leq 100.000 \text{ UFC/mL}$$

(FDA, PMO)

Implicaciones prácticas para el mayordomo

El control de UFC depende en gran medida del manejo diario en finca. El mayordomo debe:

Desde el punto de vista productivo y económico, el control de UFC tiene impacto directo en

Precio de la leche

Muchas industrias pagan bonificaciones por leche < 50.000 UFC/mL.

Rendimiento industrial

Altas UFC reducen:

Rendimiento quesero

Vida útil

Calidad sensorial

Recomendaciones prácticas en finca

- Lavar y desinfectar pezoneras entre ordeños
- Aplicar pre-dipping y secado con toallas individuales
- Enfriar la leche a ≤ 4 °C en menos de 2 horas
- Lavar equipos con agua caliente (>70 °C) y detergentes alcalinos/ácidos
- Realizar monitoreo mensual de UFC
- Capacitar permanentemente al personal

En sistemas andinos, los principales problemas asociados a altas UFC son:

- Uso de agua no potable
- Falta de refrigeración inmediata
- Lavado manual deficiente

Guía práctica para productores del Carchi

Tabla 6.

Comparativa UFC y calidad de la leche cruda

Nivel de Calidad	UFC/mL (Recuento Estándar en Placa)	Qué significa en la finca	Posibles causas	Acción inmediata recomendada
EXCELENTE	< 10.000	Ordeño higiénico y buen enfriamiento	Buen lavado de equipo, pre y post dipping adecuados	Mantener protocolo y monitorear mensualmente
MUY BUENA	10.000 – 50.000	Buen manejo general	Pequeñas fallas ocasionales	Revisar rutina de secado y

ACEPTABLE	50.000 – 100.000	Riesgo de penalización industrial	Lavado deficiente o enfriamiento lento	temperatura del tanque Verificar detergentes y temperatura del agua
DEFICIENTE	100.000 – 300.000	Problema higiénico importante	Agua contaminada, equipos sucios, retraso en enfriamiento	Auditoría interna del ordeño y análisis de agua
CRÍTICA	> 300.000	Riesgo sanitario y pérdida económica	Mala higiene, mastitis, falta de refrigeración	Capacitación urgente y revisión total del sistema

Tabla 7.
Relación entre UFC y manejo en el ordeño

Factor de manejo	Impacto en UFC	Recomendación práctica en Carchi
Lavado de pezoneras	Alta influencia	Agua caliente $\geq 70\text{ }^{\circ}\text{C}$ + detergente alcalino
Secado de pezones	Alta	Usar toallas individuales
Agua no potable	Muy alta	Analizar agua 1 vez/año
Enfriamiento > 2 horas	Muy alta	Leche $\leq 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ en máximo 2 horas
Vacas con mastitis	Moderada	Monitorear con CMT

Mensaje clave para el productor

Si sus UFC superan 100.000/mL, hay fallas claras en higiene o enfriamiento.
Si superan 300.000/mL, está perdiendo dinero y calidad industrial.

Tabla 8.
Impacto económico estimado

Nivel UFC	Efecto económico probable
< 50.000	Bonificación por calidad
50.000–100.000	Precio base
> 100.000	Posible penalización
> 300.000	Rechazo de leche

Valores de referencia internacionales

Unión Europea: $\leq 100.000\text{ UFC/mL}$ (media geométrica)

Estados Unidos (Grade A): $\leq 100.000\text{ UFC/mL}$

7.5 Recomendaciones finales para productores del Carchi

Entrenamiento de personal. El personal que realiza el ordeño debe ser capacitado y esta capacitación se deberá renovar con base en una evaluación semestral de sus procedimientos y competencias. Esta actualización sirve para fortalecer las prácticas de higiene, manejo de los animales, limpieza de equipos y prevención de contaminación láctea. La continua formación del personal es un elemento de las buenas prácticas de producción lechera.

Manejo y conservación de la leche. La leche recién ordeñada debería estar bajo condiciones que mantengan la calidad microbiológica, que eviten que la leche se caliente y que provoquen la repetida multiplicación de bacterias. Por lo anterior, no es aconsejable la mezcla de leche ya refrigerada con leche fresca, sin tener en cuenta las condiciones que se deben mantener con respecto a la temperatura y almacenamiento, debido a que puede comprometer la conservación del producto. El enfriamiento y almacenamiento son adecuados son parte de las medidas de higiene y control de calidad en finca.

Calidad del agua. El agua debe derivar de fuentes que garanticen buenas condiciones higiénicas y se debe emplear durante el ordeño, limpieza de los equipos y en las actividades que involucren el manejo de la leche. Cuando se emplee agua de acequia u otras fuentes superficiales deberá someterse a controles que permitan conocer su calidad. Debido que es un factor relevante en la higiene y en la prevención de la contaminación láctea.

CAPÍTULO VIII

ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE DE LA LECHE EN FINCA

8.1 Introducción técnica

El almacenamiento y transporte de la leche constituyen fases críticas dentro del sistema de aseguramiento de calidad en finca. Aunque el ordeño se realice bajo estrictas condiciones higiénicas, una deficiente gestión post-ordeño puede provocar un aumento exponencial de la carga microbiana, deterioro fisicoquímico y pérdidas económicas.

Diversos parámetros de calidad están sujetos a cambio en el almacenamiento y transporte, entre ellos, la carga microbiana, acidez, estabilidad de las proteínas y atributos organolépticos (olor, sabor y apariencia). Estos cambios son una función de la contaminación inicial, temperatura alcanzada y tiempo de exposición, y condiciones higiénicas de manipulación durante las mismas. Es decir una correcta refrigeración y reducción del tiempo al comienzo del ordeño hasta la recolección y proceso son primordiales para conservar la seguridad y la calidad de la leche (Martin et al., 2023).

La leche es un alimento altamente perecedero debido a su composición: aproximadamente 87 % agua, 4,5–5 % lactosa, 3–4 % grasa y 3–3,5 % proteínas. Esta matriz nutritiva favorece el crecimiento de bacterias mesófilas y psicrotróficas si no se controla la temperatura (Puga et al., 2022).

De acuerdo con el Codex Alimentarius Commission, el control de la temperatura después del ordeño es un elemento fundamental para preservar la calidad e inocuidad de la leche cruda. La refrigeración adecuada limita la multiplicación de microorganismos y contribuye a mantener las características del producto durante su almacenamiento y transporte. Por ello, la cadena de frío debe mantenerse de manera continua hasta su procesamiento.

8.2 Fundamentos de conservación de la leche

8.2.1 Crecimiento bacteriano y temperatura

La leche recién ordeñada puede contener entre 10^2 y 10^4 UFC/mL si el ordeño fue higiénico. Sin embargo, a temperaturas ambientales (15–25 °C, frecuentes en zonas andinas durante el día), las bacterias pueden duplicarse cada 20–30 minutos.

El enfriamiento rápido a $\leq 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ reduce drásticamente la velocidad de multiplicación bacteriana. Según Walstra et al. (2022), la refrigeración no elimina microorganismos, pero inhibe su crecimiento, especialmente de bacterias mesófilas.

No obstante, bacterias psicrófilas como *Pseudomonas spp.* pueden multiplicarse incluso a $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ y producir enzimas termoestables que afectan:

- Vida útil
- Rendimiento quesero
- Estabilidad proteica
- Sabor y olor

8.2.2 Principios físicos de conservación

La conservación adecuada se basa en tres pilares:

- Reducción rápida de temperatura ($\leq 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ en máximo 2 horas).
- Minimización de contaminación secundaria.
- Protección frente a factores ambientales (luz, polvo, insectos).

3. Almacenamiento en finca





8.2.3 Infraestructura recomendada

En sistemas lecheros del Carchi se observan tres modalidades principales:

Tanque frío mecánico (ideal)

Fosa o tanque de enfriamiento con agua

Recipientes metálicos en inmersión

El material de almacenamiento debe ser:

Acero inoxidable grado alimentario

Aluminio de uso exclusivo

Nunca plástico reciclado o recipientes improvisados

El acero inoxidable presenta ventajas técnicas:

Inerte químicamente

Fácil limpieza

Resistente a corrosión

Menor formación de biofilm

8.2.4 Buenas prácticas de almacenamiento

Las prácticas de almacenamiento adecuadas están orientadas a conservar la calidad microbiológica y fisicoquímica de la leche desde su obtención en el ordeño hasta la recolección o procesamiento. La leche debe conservarse refrigerada y almacenarse en envases o tanques que se mantengan limpios, sanitizados y protegidos contra contaminaciones. El control de la temperatura y el tiempo de almacenamiento es esencial para limitar el crecimiento microbiano y mantener la calidad del producto (FAO y WHO, 2004).

- Filtrar la leche inmediatamente después del ordeño.
- Enfriar a $\leq 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ en máximo 2 horas.
- No mezclar leche caliente con leche ya refrigerada.
- Lavar el tanque con agua $\geq 70\text{ }^{\circ}\text{C}$ y detergente alcalino.
- Aplicar detergente ácido al menos 2–3 veces por semana.
- Mantener sala cerrada, ventilada y protegida del sol.

8.2.5 Tiempo máximo de almacenamiento

En condiciones óptimas:

24–48 horas máximo antes del transporte.

Más de 48 horas aumenta el riesgo de crecimiento psicrótrófico.

Transporte de la leche



El transporte representa un punto crítico de control dentro de la cadena láctea.

Principios fundamentales

Mantener cadena de frío ($< 4-6\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Usar recipientes exclusivos para leche.

Evitar exposición directa al sol.

Minimizar tiempo entre finca e industria.

Riesgos durante el transporte

La leche debe ser transportada en tiempo mínimo, en frío y con higiene. El tiempo recomendable varía en función de la distancia hasta el centro de acopio o planta, la temperatura de conservación, las condiciones iniciales de la leche y el sistema de recolección. Por ello no hay un límite universal de cuatro horas, las condiciones de tiempo y temperatura deberán ser definidas según la normativa aplicable y el sistema de control implantado (FAO y WHO, 2004).

- Aumento de temperatura.
- Contaminación cruzada.
- Agitación excesiva (incorporación de oxígeno).
- Uso de recipientes sucios.

La agitación prolongada puede favorecer oxidación lipídica y ruptura de glóbulos grasos, afectando calidad sensorial.

Tiempo recomendado de transporte

Idealmente:

Menos de 4 horas desde finca hasta planta.

En zonas rurales dispersas, coordinar rutas eficientes.

Rol del mayordomo

El mayordomo es el primer responsable del aseguramiento de calidad post-ordeño.

Verificaciones obligatorias

Limpieza interna de recipientes

Ausencia de residuos químicos

Temperatura de la leche antes de carga

Cierre hermético de tapas

Registro de hora de salida

Lista de chequeo diaria

Parámetro	Cumple (✓/X)
Tanque lavado correctamente	

Parámetro	Cumple (✓/X)
Temperatura $\leq 4^{\circ}\text{C}$	
Leche filtrada	
Recipientes secos antes de uso	
Transporte programado	

6. Impacto económico del mal almacenamiento

Un aumento de 1 log en UFC puede generar:

Penalización económica.

Disminución del rendimiento industrial.

Rechazo del lote.

Pérdida de confianza comercial.

En sistemas andinos pequeños, las pérdidas por mal manejo post-ordeño pueden representar hasta 5–10 % del ingreso mensual.

Conclusión técnica del capítulo

Durante el ordeñado, el almacenamiento y el transporte, se realizan operaciones cruciales que deben garantizar la calidad y seguridad de la leche. El frío limita el crecimiento microbiano y ayuda a mantener las propiedades del producto durante su vida útil. Se disminuye el riesgo de contaminación en la manipulación con un correcto lavado y desinfección de los tanques, envases y utensilios. Además, el transporte debe realizarse en condiciones higiénicas, con control de tiempo-temperatura, tomando en cuenta la distancia y modalidad de recolección. El seguimiento de la temperatura y la documentación de las condiciones de almacenaje permiten identificar precozmente las desviaciones que podrían afectar la calidad de la leche. Conjuntamente estas prácticas: -Ayudan a reducir el deterioro microbiológico y calostrado de la leche - Mantienen la calidad del procesamiento de la leche y benefician la eficiencia productiva de la explotación.

CAPÍTULO IX

COSTOS DE PRODUCCIÓN Y TOMA DE DECISIONES EN LA FINCA LECHERA

9.1 Introducción técnica

Sostenibilidad de la producción lechera significa tener una eficiencia productiva y económica que implique bienestar animal, una gestión responsable de recursos naturales y permitir modificaciones en los sistemas productivos y en el ambiente. Por tanto, es un factor relevante, pero no único, debido a que sostenibilidad del sistema. La eficiencia en el uso de recursos, salud, bienestar animal y minimización del impacto ambiental deben evaluarse conjuntamente a la hora de tomar decisiones (Lovarelli et al., 2020).

El análisis de los costos de producción ayuda a saber en qué actividades se gastan más recursos y dónde hay posibilidades para aumentar la eficiencia. En este sentido, la alimentación es habitualmente uno de los componentes de mayor peso económico, mejorar la eficiencia en la utilización de los nutrientes puede contribuir a reducir los costes sin afectar la producción. De igual manera, las decisiones de genética, tecnología y fuerza laboral deberán ser evaluadas en relación a la inversión que requieren y la productividad que generarán. Esta puede ayudar a mejorar los rasgos de la eficiencia del alimento mientras que algunas técnicas pueden contribuir a maximizar el manejo de la alimentación, la salud y la producción. Sin embargo, la incorporación de las técnicas debe basarse en las condiciones y capacidades específicas de cada explotación (Bach et al., 2020).

- Ajuste de raciones
- Inversión en genética
- Implementación de tecnologías
- Contratación de mano de obra
- Expansión o reducción del hato

En sistemas andinos como los del Carchi, donde predominan explotaciones pequeñas y medianas, la ausencia de análisis económico detallado es una de las principales causas de descapitalización progresivo.

9.2 Fundamentos de costos en producción lechera

Según la Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO, 2014) y Kay et al. (2012), los costos agropecuarios se clasifican en variables y fijos, lo que permite analizar la estructura financiera del sistema productivo y evaluar como los diferentes niveles de producción influyen acerca de los costos totales. Los costos variables cambian de acuerdo con el nivel de producción mientras que los costos fijos permanecen relativamente constantes en el corto plazo, independientemente del volumen producido.

9.2.1 Costos variables

Son aquellos que cambian en función del nivel de producción.

Categoría	Ejemplos en finca lechera
Alimentación	Concentrado, sales minerales, ensilaje, balanceado
Sanidad	Vacunas, antibióticos, antiparasitarios
Reproducción	Hormonas, semen, diagnóstico gestación
Energía	Electricidad del tanque frío
Insumos de ordeño	Detergentes, desinfectantes

El alimento es el principal costo en la producción de leche y puede representar entre el 50 y el 70% del costo total, aunque esta participación depende del sistema de alimentación empleado, de la disponibilidad de forrajes, del uso de concentrados y del nivel tecnológico de la explotación. Por ello, incrementar la eficiencia de utilización de los alimentos puede contribuir de forma importante a disminuir el coste por unidad de leche producida y por tanto a incrementar la rentabilidad del sistema (Alqaisi y Schlecht, 2021).

9.2.2 Costos fijos

Son independientes del volumen de producción.

Categoría	Ejemplos
Mano de obra permanente	Sueldo del mayordomo
Infraestructura	Establo, sala de ordeño
Equipos	Tanque frío, ordeñadora
Depreciación	Maquinaria

Intereses	Créditos productivos
-----------	----------------------

9.2.3 Costo total y costo por litro

Costo total = Costos variables + Costos fijos

$$\text{Costo por litro} = \frac{\text{Costo total mensual}}{\text{Litros producidos en el mes}}$$

Ejemplo práctico:

Costos totales mensuales: \$9.000

Producción mensual: 15.000 litros

$$\text{Costo/litro} = 9.000/15.000 = 0,60\text{USD}$$

Si el precio de venta es 0,58 USD/L → pérdida de 0,02 USD por litro.

3. Importancia del registro económico

El registro sistemático permite convertir datos productivos en decisiones estratégicas.

3.1 Beneficios del registro económico

Calcular el costo real por litro

Evaluar eficiencia alimenticia

Detectar sobreuso de insumos

Determinar punto de equilibrio

Proyectar inversiones

9.2.4 Indicadores económicos clave

Indicador	Fórmula	Interpretación
Margen bruto	Ingresos – Costos variables	Capacidad operativa
Punto de equilibrio	Costos fijos / (Precio – Costo variable unitario)	Litros necesarios para no perder

Rentabilidad (%)	$(\text{Utilidad} / \text{Inversión total}) \times 100$	Retorno del capital
-------------------------	---	---------------------

Relación entre eficiencia productiva y costos

Vacas con baja producción elevan el costo por litro.

Alta incidencia de mastitis aumenta gasto sanitario.

Baja tasa de preñez incrementa días abiertos y reduce eficiencia económica.

En sistemas con mala gestión reproductiva, el costo oculto por vaca puede superar los 150–300 USD/año.

9.3 Rol del mayordomo en la gestión económica

El mayordomo es un actor clave en la recolección de información económica y técnica.

9.3.1 Información que debe registrar diariamente

Área	Información clave
Producción	Litros por ordeño
Alimentación	Cantidad de concentrado suministrado
Sanidad	Medicamentos aplicados
Reproducción	Servicios, diagnósticos
Mortalidad	Animales descartados

Impacto de una buena gestión del mayordomo

- Reduce desperdicio de alimento
- Detecta tempranamente problemas sanitarios
- Mejora eficiencia reproductiva
- Aumenta margen económico

En fincas del Carchi, la diferencia entre una finca rentable y una deficitaria suele estar en la disciplina del registro y control diario.

Toma de decisiones basadas en costos

El análisis económico permite responder preguntas estratégicas:

El análisis económico permite comparar los costos adicionales de una de las alternativas con los beneficios económicos potenciales que puede llegar a generar. Primero se identifican aquellos gastos que derivan de la decisión y a continuación se evalúa la repercusión sobre la producción, la reproducción, la calidad o la reducción de pérdidas. Por ejemplo, para determinar si resulta conveniente aumentar el uso de concentrado se puede comparar el costo adicional de alimento con el ingreso que pueda proceder del incremento de leche en la IATF, se consideran los costos de protocolo de inseminación, inseminación y mano de obra con sus potenciales efectos sobre la tasa de gestación y los días abierto (De Vries , 2006).

La adquisición de un tanque de frío también ha de analizarse considerando la inversión, costes de funcionamiento, vida útil y posibles beneficios por reducción de pérdidas o mejora de la calidad de la leche. De esta manera, las decisiones de manejo deben sustentarse en registros productivos y económicos, comparación de alternativas y evaluación de costos y beneficios, en lugar de basarse únicamente en percepciones.

¿Conviene aumentar concentrado?

¿Es rentable implementar IATF?

¿Se justifica comprar un tanque frío nuevo?

¿Cuántas vacas improproductivas deben descartarse?

Las decisiones deben sustentarse en datos y no en percepciones.

9.4 Conclusión técnica del capítulo

La producción lechera sostenible exige la integración de los componentes productivos, reproductivos, sanitarios y económicos que permiten un manejo adecuado en la explotación lechera. El registro y análisis de los costes permiten el análisis de los principales gastos, la detección de ineficiencias y la mejor orientación hacia las decisiones de manejo. La alimentación, la reproducción, los gastos de mano de obra y las inversiones se deben analizar teniendo en cuenta la relación entre costes y resultados productivos.

Del mismo modo, llevar controles sobre la calidad de la leche y el manejo reproductivo permite una reducción de las pérdidas y una mejora de la eficiencia del sistema. Los registros económico-productivos que proveen de información objetiva para la comparación de alternativas, como para planear inversiones atendiendo a las condiciones de cada explotación. A la postre, la gestión de las explotaciones productivas y sanitarias a partir de datos objetivos contribuye a mejorar la eficiencia, rentabilidad y sostenibilidad de la producción lechera.

Una finca que no conoce su costo por litro no puede planificar su futuro.

CAPÍTULO X

GESTIÓN INTEGRAL DEL MAYORDOMO EN LA FINCA LECHERA

10.1 Introducción técnica

El mayordomo es un elemento esencial de la gestión operativa de la empresa ganadera de producción lechera, debido que colabora directamente en la alimentación, el ordeño, el manejo, la reproducción y el cuidado del hato. Su actuación repercute sobre la producción diaria, el bienestar y la salud de los animales, la eficiencia reproductiva y en el control de los recursos empleados en la explotación. Por otra parte, su sistema de observación permite detectar modificaciones en la conducta, en el consumo, en la producción o en la condición de los animales y transmitir las novedades al técnico responsable y / o al médico veterinario, cuando se producen. A través de su actuación, De igual manera colabora en el cumplimiento de los protocolos establecidos, en la operatividad del sistema productivo, sin sustituir las funciones de los profesionales, encargadas del diagnóstico, el tratamiento y la toma de decisiones clínicas.

En explotaciones lecheras, especialmente en sistemas andinos como los del Carchi, el mayordomo no es únicamente un ejecutor de tareas; es el principal agente de control de calidad y vigilancia sanitaria. La Food and Agriculture Organization of the United Nations (2011) establece que las Buenas Prácticas de Producción Lechera dependen en gran medida del recurso humano responsable del manejo diario del ganado.

Una finca puede disponer de buena genética, infraestructura y asesoría técnica; sin embargo, sin una gestión operativa disciplinada, el sistema pierde eficiencia.

10.2 El mayordomo como gestor técnico

El mayordomo moderno ha evolucionado de trabajador operativo a gestor técnico de campo

Funciones ampliadas del mayordomo moderno

Ejecuta tareas (ordeño, alimentación, limpieza)

Controla procesos (rutinas, protocolos sanitarios)

Registra información productiva y sanitaria

Detecta alteraciones tempranas

Apoya decisiones del propietario y del veterinario

Desde la perspectiva epidemiológica descrita por Thrusfield (2018), la vigilancia continua en campo es fundamental para la prevención de enfermedades. El mayordomo es el primer observador epidemiológico del sistema.

Toma de decisiones operativas diarias

El mayordomo interviene en decisiones como:

Separar vacas con mastitis.

Ajustar suministro de alimento según producción.

Reportar celos oportunamente.

Identificar animales con baja condición corporal.

Detectar signos de metritis o cojeras.

Estas acciones, aunque cotidianas, determinan el desempeño global del hato.

Integración de áreas clave

La gestión integral implica articulación entre múltiples componentes productivos.

Figura 12

Áreas estratégicas del sistema lechero

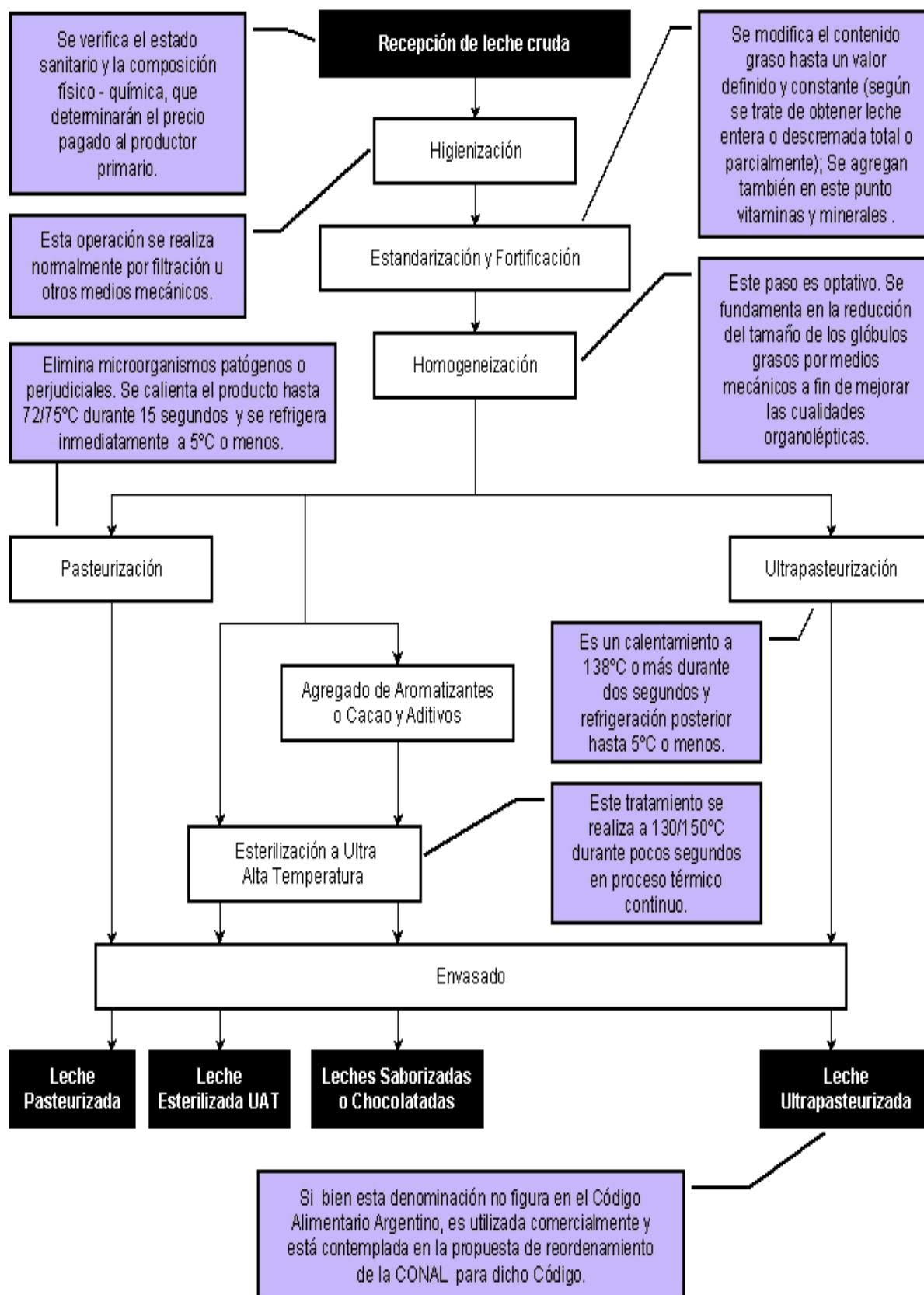
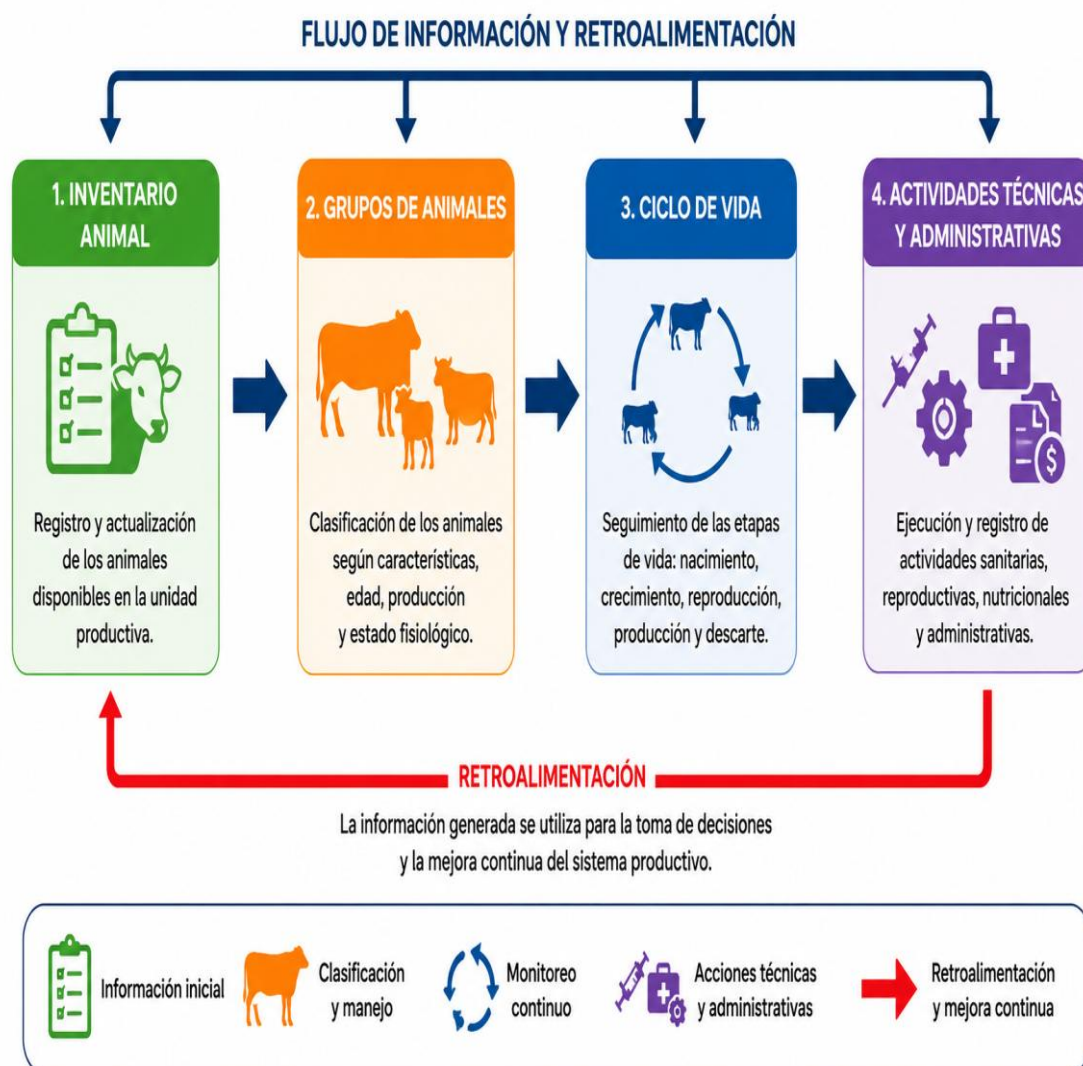


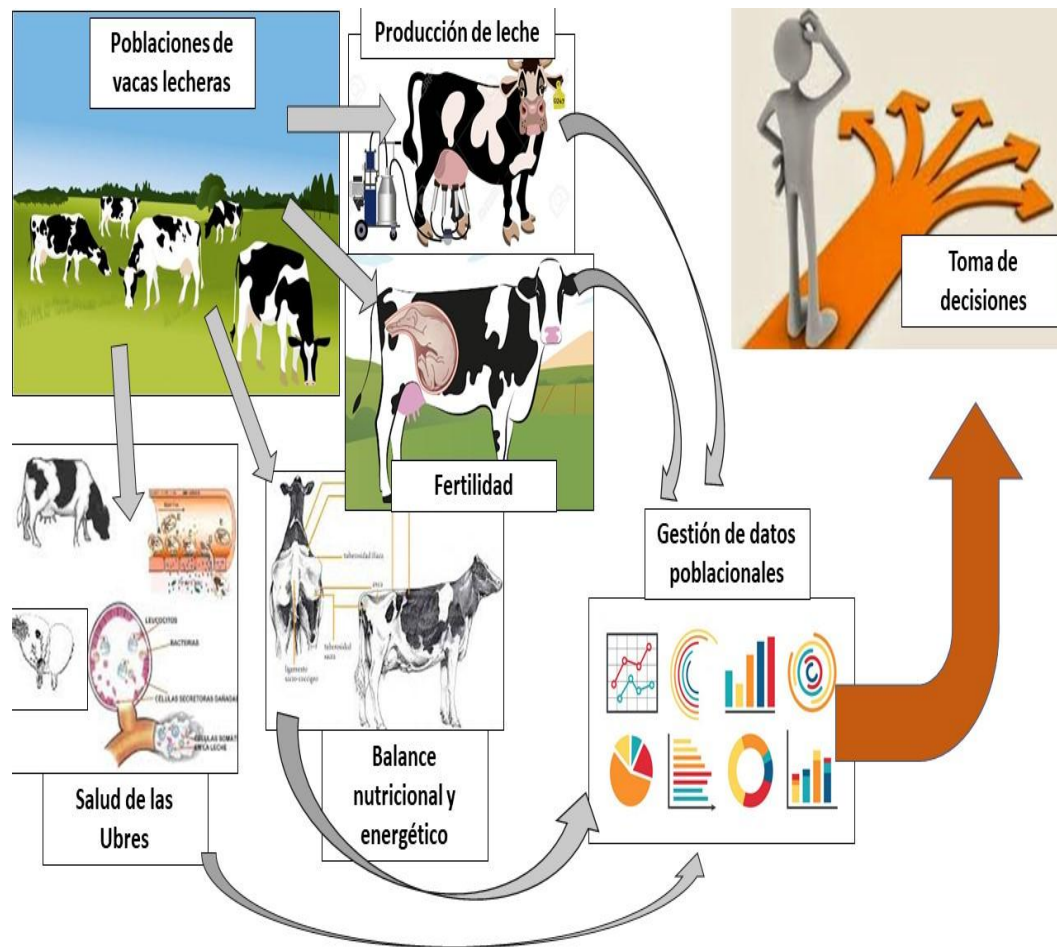
Figura 13

Secuencia del inventario, lotes, ciclo de vida y actividades técnicas



Fuente: Arauz, E.E. (2019)

Figura 14
Secuencia de producción



Versión simplificada del modelo integral

● PRODUCCIÓN DE LECHE

Litros por vaca

Calidad (UFC, RCS)

Persistencia de lactancia

➡ Genera ingresos directos.

● SANIDAD ANIMAL

Mastitis

Enfermedades metabólicas

Cojeras

Plan sanitario

→ Reduce pérdidas económicas y mejora bienestar.

● REPRODUCCIÓN

Días abiertos

Tasa de preñez

Intervalo entre partos

Diagnóstico de gestación

→ Garantiza continuidad productiva.

● CRIANZA Y REEMPLAZOS

Calidad del calostro

Ganancia de peso

Mortalidad neonatal

→ Asegura el futuro del hato.

● ECONOMÍA Y COSTOS

Costo por litro

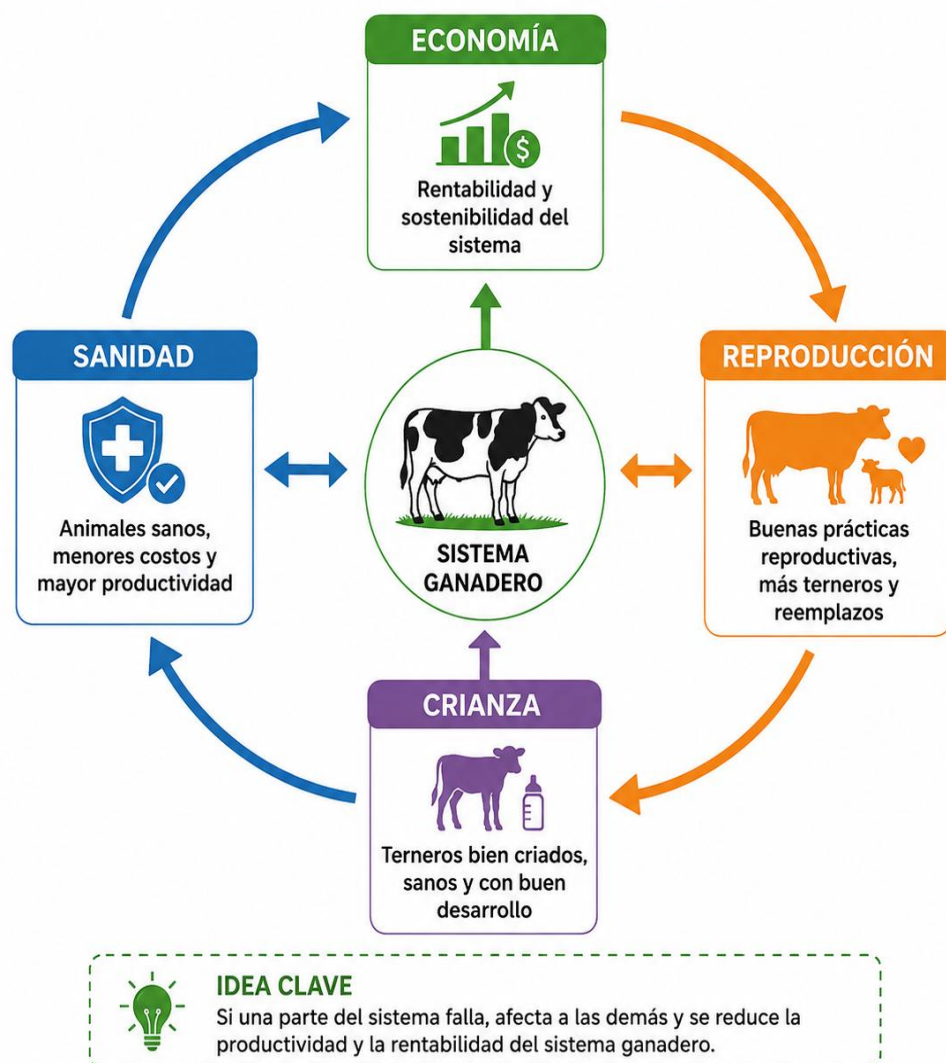
Margen bruto

Uso eficiente del concentrado

Punto de equilibrio

→ Determina sostenibilidad financiera.

Figura 15
Esquema explicativo para productores (modelo circular)



Nota. Elaboración propia con base en FAO (2019) y los resultados del estudio

Figura 16
Interpretación sencilla



Fuente. Elaboración propia a partir de los resultados del estudio (2026).

Tabla 9.
Indicadores clave para la gestión integral de la finca lechera

Área	Indicador	Impacto en el sistema
Producción de leche	Litros/vaca/día y producción total del hato	Genera ingresos directos
Sanidad animal	Incidencia de mastitis, recuento de células somáticas y casos de enfermedades	Reduce pérdidas y gastos médicos
Reproducción	Tasa de concepción, intervalo entre partos y días abiertos	Determina eficiencia del ciclo productivo
Crianza	Mortalidad de terneros, ganancia de peso y edad al primer parto	Asegura reemplazos de calidad
Economía	Costo por litro de leche, ingresos y margen económico	Garantiza sostenibilidad financiera

Elaboración propia con base en FAO (2011), Ruegg (2017) y Dewanckele et al. (2020).

Cuando una de estas áreas falla, el sistema completo se desequilibra. Por ejemplo:

Baja tasa de preñez → menos partos → menor producción futura.

Alta incidencia de mastitis → penalización económica.

Mala crianza → reemplazos deficientes.

La gestión integral evita la fragmentación de decisiones.

Importancia de los registros

Los registros constituyen la base de la gestión moderna.

Función técnica de los registros

Analizar tendencias productivas: El seguimiento correcto determina la producción de leche, individual o grupal; calcular indicadores relacionados con la reproducción como intervalo entre partos, días abiertos, tasa de concepción, edad al primer parto. También controlar la incidencia de enfermedades, estableciendo su frecuencia y su distribución dentro del hato, así como controlar los consumos de alimentos, de medicamentos u otros insumos, relacionando los datos obtenidos con los resultados productivos de la explotación.

Calcular indicadores reproductivos: como intervalo entre partos, días abiertos, tasa de concepción y edad al primer parto

Monitorear incidencia de enfermedades: identificando su frecuencia y distribución dentro del hato.

Evaluar consumo de insumos

Determinar costos reales: identificar los principales componentes del gasto y evaluar la relación entre costos e ingresos. Esta información facilita la comparación entre períodos y la identificación de actividades que requieren ajustes.

Sin registros, la finca opera bajo percepciones subjetivas.

Tabla 10.

Tipos de registros que debe manejar el mayordomo

Tipo de registro	Frecuencia	Utilidad
Producción diaria	Diario	Detectar vacas problema
Eventos sanitarios	Diario	Control epidemiológico
Reproducción	En cada evento	Calcular tasa de preñez
Consumo de concentrado	Diario	Control de costos
Mortalidad y descartes	Eventual	Evaluar eficiencia

Desde la epidemiología veterinaria (Thrusfield, 2018), los datos permiten identificar factores de riesgo y aplicar medidas preventivas.

Perfil del mayordomo moderno

La profesionalización del personal de finca es determinante.

Competencias técnicas

- Conocimientos básicos de anatomía y fisiología
- Identificación de signos clínicos tempranos
- Manejo adecuado de equipos de ordeño
- Comprensión básica de indicadores económicos

Competencias conductuales

- Disciplina en el registro
- Responsabilidad sanitaria
- Capacidad de observación

Comunicación efectiva con el propietario y veterinario

Compromiso con la calidad e inocuidad

El mayordomo como agente de mejora continua

La mejora continua en finca se basa en:

- Capacitación periódica: permite actualizar conocimientos y corregir prácticas inadecuadas, mientras que la evaluación del desempeño ayuda a identificar fortalezas y aspectos que requieren mejora
- Evaluación de desempeño: debe realizarse de manera periódica y mediante criterios objetivos. Para ello, pueden considerarse aspectos como el cumplimiento de las rutinas de ordeño, manejo adecuado de los animales, aplicación de protocolos sanitarios, registro de información, puntualidad, uso responsable de insumos, detección oportuna de problemas y cumplimiento de las actividades planificadas.
- Revisión mensual de indicadores: como producción de leche, calidad, incidencia de mastitis, reproducción, mortalidad, consumo de alimentos y costos, cuyos resultados deben compararse con registros anteriores o metas establecidas.

- Retroalimentación técnica: proceso mediante el cual se comunican al mayordomo los resultados de la evaluación de su desempeño, destacando los procedimientos realizados correctamente y señalando aquellos que requieren ajustes.

El mayordomo debe comprender que su trabajo no solo influye en la producción diaria, sino en la reputación comercial de la finca y en la seguridad alimentaria.

10.3 Conclusión técnica del capítulo

La gestión integral por parte del mayordomo tiene un papel importante dentro de la finca lechera, es el responsable de la integración de las actividades de manejo, alimentación, sanidad, reproducción, ordeño y control de registros. La observación continua de los animales y el seguimiento sistemático de los indicadores productivos y sanitarios posibilitan la detección precoz de los problemas, así como de la toma de decisiones en función de información objetiva. El buen manejo de los recursos contribuye al control de costes, a mejorar la productividad, buena calidad y la inocuidad de la leche. Por lo tanto, el mayordomo no sólo tiene una función operativa en la finca lechera, sino que también puede desempeñar un papel en la gestión productiva y económica de la explotación ayudando a la consolidación de una finca más rentable, eficiente y sostenible.

CONCLUSIONES GENERALES

La presente obra “Gestión Integral de la Finca Lechera” consolida, desde un enfoque técnico–práctico y con respaldo científico, los principios fundamentales para la correcta gestión de sistemas de producción bovina lechera, especialmente en contextos de pequeña y mediana escala propios de la región andina. A lo largo de sus capítulos se demuestra que la eficiencia productiva no depende de un solo factor aislado, sino de la integración armónica entre manejo, sanidad, reproducción, nutrición y control económico.

La calidad de la leche emerge como un eje transversal del sistema productivo. Prácticas adecuadas de ordeño, control microbiológico, manejo higiénico, almacenamiento y transporte permiten no solo cumplir con los estándares exigidos por la industria, sino también proteger la salud del consumidor y mejorar la rentabilidad del productor. El control de indicadores como UFC, mastitis subclínica y composición láctea evidencia que la calidad se construye día a día en la finca.

La sanidad animal, abordada desde una perspectiva preventiva mediante programas de vacunación y desparasitación racional, se confirma como una estrategia clave para reducir pérdidas productivas, minimizar el uso de medicamentos y garantizar la inocuidad de la leche. La aplicación disciplinada de calendarios sanitarios y el respeto de los tiempos de retiro fortalecen la sostenibilidad del sistema y la confianza del mercado.

La crianza de terneras se reconoce como la inversión más estratégica del hato, dado que determina el potencial productivo y reproductivo futuro. Un adecuado manejo neonatal, nutricional y sanitario durante los primeros meses de vida impacta directamente en la edad al primer parto, la producción en la primera lactancia y la longevidad productiva de las vacas.

El manejo reproductivo, sustentado en el chequeo ginecológico periódico y en el seguimiento de indicadores clave, permite optimizar la eficiencia del hato, reducir los días abiertos y mejorar la planificación productiva. La reproducción no debe considerarse un evento aislado, sino un proceso continuo que depende estrechamente del estado sanitario, nutricional y del bienestar animal.

Desde el punto de vista económico, el registro sistemático de costos de producción se posiciona como una herramienta indispensable para la toma de decisiones. Conocer el costo real por litro

de leche permite al productor evaluar la viabilidad del sistema, identificar puntos críticos y orientar inversiones de manera eficiente.

Finalmente, este libro reafirma el rol central del mayordomo como gestor técnico de la finca lechera. Su capacidad de observación, disciplina en el registro y aplicación correcta de las buenas prácticas productivas lo convierten en un actor clave para el éxito del sistema. Un mayordomo capacitado y comprometido es el vínculo entre el conocimiento técnico y la realidad diaria del campo.

En conjunto, esta obra aporta una visión integral y aplicada de la producción lechera, constituyéndose en una herramienta de consulta, capacitación y gestión tanto para mayordomos y productores, como para estudiantes y profesionales del área agropecuaria, contribuyendo al fortalecimiento de sistemas lecheros más eficientes, sostenibles y competitivos.

mejora continua en gestión técnica y administrativa es clave para mantener competitividad.

RECOMENDACIONES GENERALES

Implementar una gestión integral de la finca lechera, entendiendo que la producción de leche es el resultado de la interacción entre sanidad, nutrición, reproducción, manejo, bienestar animal y control económico, y no de acciones aisladas.

Fortalecer el rol del mayordomo como gestor técnico, promoviendo su capacitación continua en buenas prácticas de ordeño, sanidad preventiva, manejo reproductivo y registro de información productiva, sanitaria y económica.

Estandarizar la rutina de ordeño, tanto manual como mecánico, asegurando el cumplimiento riguroso de las etapas de preparación, ordeño y sellado post ordeño, como estrategia clave para mejorar la calidad de la leche y reducir la incidencia de mastitis.

Aplicar controles periódicos de calidad de la leche, incorporando pruebas como el California Mastitis Test (CMT) y el seguimiento del recuento de Unidades Formadoras de Colonias (UFC), con el fin de detectar tempranamente problemas higiénico-sanitarios en la finca.

Priorizar la sanidad preventiva sobre el tratamiento curativo, mediante el cumplimiento estricto de calendarios de vacunación y programas de desparasitación racional, respetando siempre la cadena de frío, las dosis recomendadas y los tiempos de retiro de los medicamentos veterinarios.

Garantizar una crianza adecuada de las terneras, enfocada en el manejo correcto del recién nacido, la administración oportuna de calostro de calidad, una alimentación balanceada y un control sanitario permanente, reconociendo esta etapa como la base del reemplazo y la sostenibilidad del hato.

Realizar chequeos ginecológicos periódicos, bajo la supervisión de un médico veterinario, para mejorar la eficiencia reproductiva, reducir los días abiertos y optimizar la planificación de partos y secados dentro del sistema productivo.

Mantener registros sistemáticos y ordenados, utilizando formatos simples y adaptados a la realidad de la finca, que permitan analizar la información y apoyar la toma de decisiones técnicas y económicas de manera objetiva.

Controlar de forma permanente los costos de producción, identificando los principales rubros de gasto y calculando el costo real por litro de leche, con el fin de evaluar la rentabilidad del sistema y orientar inversiones de manera eficiente.

Asegurar condiciones adecuadas de almacenamiento y transporte de la leche, manteniendo la cadena de frío, utilizando recipientes apropiados y reduciendo los tiempos entre ordeño y entrega a la industria para preservar la calidad microbiológica del producto.

Fomentar una cultura de orden, disciplina y limpieza en la finca, entendiendo que estos principios son determinantes para alcanzar estándares de calidad, inocuidad y eficiencia productiva.

Promover el trabajo coordinado entre productor, mayordomo y profesional veterinario, fortaleciendo la comunicación y el seguimiento técnico como base para la mejora continua del sistema lechero.

Referencias Bibliográficas

- Alqaisi, O., y Schlecht, E. (2021). Modelos de alimentación para optimizar las raciones de piensos para ganado lechero en función de la disponibilidad de piensos, los precios de los piensos y los escenarios de producción de leche. *Sustainability*, 13(1), 215. <https://doi.org/10.3390/su13010215>
- Bach , A., Terré , M., y Vidal , M. (2020). Reseña del simposio: Descomponiendo la eficiencia de la producción lechera y maximizando las ganancias. *Revista de Ciencia Láctea*, 6(103), 5709-5725. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17304>
- Bach, A., Ahedo, J., y Kertz , A. (2021). Revisión invitada : Avances en la eficiencia del cultivo de sustitutos lácteos. *Applied Animal Science*, 37(4), 404–417. <https://doi.org/10.15232/aas.2021-02164>
- Bruckmaier, R. M., & Blum, J. W. (1998). Oxytocin release and milk removal in ruminants. *Journal of Dairy Science*, 81(4), 939–949. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(98\)75654-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)75654-1)
- Civiero , S., Cabezas, E., Ribeiro, H., Gordon, A., y Ferris, C. (2021). Relaciones entre el balance energético durante la lactancia temprana y el rendimiento de la vaca, los metabolitos sanguíneos y la fertilidad: un metaanálisis de datos individuales de vacas. *Journal of Dairy Science*, 104(6), 7233-7251.
- Codex Alimentarius Commission. (2011). *Milk and milk products* (2nd ed.). FAO/WHO. <https://www.fao.org/4/i2085e/i2085e00.pdf>
- Costigan, H., Delaby , L., Walsh , S., Lahart, B., y Kennedy, E. (2021). El desarrollo de ecuaciones para predecir el peso vivo a partir de mediciones corporales lineales de novillas lecheras Holstein-Friesian y Jersey criadas en pastos. *Ciencia ganadera*, 253(104693). <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2021.104693>
- De Vries , A. (2006). Valor económico de la gestación en vacas lecheras. *J Ciencia Láctea*, 89(10), 3876-85. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(06\)72430-4](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(06)72430-4)
- Dewanckele, L., Toral, P., Vlaeminck, B., y Fievez, V. (2020). Revisión invitada: Papel de los intermediarios de la biohidrogenación ruminal y de los microbios ruminales en la

- disminución de la grasa láctea inducida por la dieta: una actualización. *Journal of Dairy Science*, 103(9), 7655-7681. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17662>
- Diskin, M. G., & Morris, D. G. (2008). Embryonic and early foetal losses in cattle and other ruminants. *Reproduction in Domestic Animals*, 43(Suppl. 2), 260–267. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2008.01171.x>
- FAO, UNEP, WHO, y WOA. (2022). *One Health Joint Plan of Action, 2022–2026*. FAO ; UNEP ; WHO ; World Organisation for Animal Health (WOAH) ;. <https://doi.org/10.4060/cc2289>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations, & International Dairy Federation. (2011). *Guide to good dairy farming practice*. FAO Animal Production and Health Guidelines No. 8. <https://www.fao.org/4/ba0027e/ba0027e00.htm>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2014). *Dairy farming systems: Economics and management*. FAO.
- Fox, P. F., Uniacke-Lowe, T., McSweeney, P. L. H., & O'Mahony, J. A. (2015). *Dairy chemistry and biochemistry* (2nd ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-14892-2>
- Franzoi, S., Manueliano, C., Penasa, M., y Marchi, S. (2020). Efectos del recuento de células somáticas en la producción de leche y en la composición predicha mediante infrarrojo medio y en los rasgos tecnológicos de las razas bovinas Brown Swiss, Holstein Friesian y Simmental. *Revista Research*, 103(1), 791-804. [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(19\)31014-8/fulltext](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(19)31014-8/fulltext)
- Godden , S., Lombard, J., Woolums, A., y MVSc, D. (2019). Manejo del calostro en terneros lecheros. *Clínicas Veterinarias de Norteamérica: Práctica con Animales de Producción*, 35(3), 535-556. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2019.07.005>
- Godden, S. (2008). Colostrum management for dairy calves. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 24(1), 19–39. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2007.10.005>

- Heinrichs, A. J., & Heinrichs, B. S. (2011). A prospective study of calf factors affecting first-lactation and lifetime milk production and age of cows when removed from the herd. *Journal of Dairy Science*, 94(1), 336–341. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3170>
- International Dairy Federation. (2011). *The global standard for quality raw milk*. International Dairy Federation.
- International Organization for Standardization. (2006). *ISO 13366-2:2006* . <https://www.iso.org/standard/40260.html>
- Kay, R. D., Edwards, W. M., & Duffy, P. A. (2012). *Farm management* (7th ed.). McGraw-Hill.
- Lang , D., Sickinger, M., y Wehrend, A. (2022). Impacto de la desinfección umbilical en la salud umbilical del ternero: una revisión crítica de la literatura. *Tierarztl Prax Ausg G Grosstiere Nutztiere*, 50(3), 157-16. <https://doi.org/10.1055/a-1855-9908>
- LeBlanc, S. (2023). Revisión: Enfermedades reproductivas posparto y fertilidad en vacas lecheras. *Animal*, 17(Suppl. 1), 100781. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2023.100781>
- López, I., Colazo, M., García, I., y López, F. (2016). Factores asociados a las estructuras ováricas y al líquido intrauterino en el periodo posparto en vacas lecheras. *Revista de Ciencia Láctea*, 99(5), 3925-3933. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10615>
- Lovarelli, D., Jacopo , B., y Guarino, M. (2020). A review on dairy cattle farming: Is precision livestock farming the compromise for an environmental, economic and social sustainable production? *Journal of cleaner production*, 262, 121409 . <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121409>
- Lucy, M. C. (2001). Reproductive loss in high-producing dairy cattle: Where will it end? *Journal of Dairy Science*, 84(6), 1277–1293. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)70158-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)70158-0)
- Lukuyu , M., Gibson, J., Savage, D., Duncan , A., Mujibi, F., y Okeyo , A. (2016). Uso de medidas lineales corporales para estimar el peso vivo de ganado lechero mestizo en pequeñas explotaciones agrícolas de Kenia. *Springerplus*, 5(63). <https://doi.org/10.1186/s40064-016-1698-3>

- Martin, N., Evanowski, R., y Wiedmann, M. (2023). Revisión por invitación: Redefiniendo la calidad de la leche cruda: Evaluación de los parámetros microbiológicos de la leche cruda para garantizar productos lácteos procesados de alta calidad. *Journal of Dairy Science*, 106(3), 1502-1517. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22416>
- Morin, Dubuc, J., Freycon, J., y Buczinski, S. (2021). Estudio a nivel de ternero sobre las prácticas de manejo del calostro asociadas con la transferencia adecuada de inmunidad pasiva en rebaños lecheros de Quebec. *Revista de Ciencia Láctea*, 104(4), 4904-4913. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19475>
- Pardo , G., y Prado, A. (2021). Un modelo sencillo para el efecto del estrés térmico en la productividad de los pequeños rumiantes. *Ciencia ganadera*, 251, 104649. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2021.104649>
- Puga, B., Aragón , E., Ron, L., Álvarez, V., Bonilla , S., Guzmán, A., . . . De la Torre, D. (2022). Parámetros de calidad de la leche cruda en Ecuador entre 2010 y 2020: una revisión sistemática de la literatura y un metaanálisis. *Alimentos*, 11(21), 3351. <https://doi.org/10.3390/foods11213351>
- Radostits, O. M., Gay, C. C., Hinchcliff, K. W., & Constable, P. D. (2010). *Veterinary medicine: A textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goats* (10th ed.). Saunders Elsevier.
- Ruegg, P. (2017). Una revisión de 100 años: detección, manejo y prevención de la mastitis. *Revista de Ciencia Láctea*, 10381-10397. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13023>
- Stane, P., Zólkiewski, P., y Janus, E. (2024). Revisión de la investigación sobre la mastitis en vacas lecheras: estado actual y perspectivas futuras. *Revista Agricultura* , 14(8), 1292. <https://doi.org/10.3390/agriculture14081292>
- Schukken, Y. H., Wilson, D. J., Welcome, F., Garrison-Tikofsky, L., & Gonzalez, R. N. (2003). Monitoring udder health and milk quality using somatic cell counts. *Veterinary Research*, 34(5), 579–596. <https://doi.org/10.1051/vetres:2003028>
- Sutherland, I. A., & Leathwick, D. M. (2011). Anthelmintic resistance in nematode parasites of cattle: A global issue? *Trends in Parasitology*, 27(4), 176–181. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2010.11.008>

Thrusfield, M., Christley, R., Brown, H., Diggle, P. J., French, N., Howe, K., Kelly, L., O'Connor, A., Sargeant, J., & Wood, H. (2018). *Veterinary epidemiology* (4th ed.). Wiley-Blackwell. <https://doi.org/10.1002/9781118280249>

Walstra, P., Wouters, J. T. M., & Geurts, T. J. (2006). *Dairy science and technology* (2nd ed.). CRC Press.

World Health Organization. (2026). *Antimicrobial resistance*. <https://doi.org/https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance>

GLOSARIO GANADERO

Uso común y técnico en haciendas y fincas del Ecuador

A

Aftosa

Enfermedad viral altamente contagiosa que afecta al ganado bovino y otras especies. Su control se realiza mediante campañas oficiales de vacunación.

Anestro

Ausencia de actividad reproductiva o de manifestación de celo en la vaca.

Arete

Dispositivo de identificación individual colocado en la oreja del animal.

B

Balance energético negativo (BEN)

Situación en la que la vaca gasta más energía de la que consume, común en el posparto temprano.

Balanceado

Alimento concentrado formulado para complementar la dieta del ganado.

Becerro / Ternero

Cría del bovino desde el nacimiento hasta aproximadamente un año de edad.

C

Calidad de la leche

Conjunto de características composicionales e higiénico-sanitarias de la leche (grasa, proteína, UFC, células somáticas).

Calendario sanitario

Plan organizado de vacunaciones, desparasitaciones y tratamientos preventivos.

Calostro

Primera leche producida por la vaca después del parto, rica en inmunoglobulinas.

Carga animal

Número de animales que puede soportar un potrero por unidad de superficie.

Celo (estro)

Periodo fértil de la vaca en el cual acepta la monta o inseminación.

Chequeo ginecológico

Evaluación del estado reproductivo de la vaca realizada por el médico veterinario.

Condición corporal (CC)

Evaluación visual y táctil del estado nutricional del animal, expresada en una escala.

Costo de producción

Gasto total necesario para producir un litro de leche o un animal.

CMT (California Mastitis Test)

Prueba de campo utilizada para detectar mastitis subclínica.

D

Días abiertos

Número de días transcurridos entre el parto y la nueva preñez.

Descarte

Salida de un animal del hato por baja productividad, enfermedad o edad.

Desparasitación

Aplicación de medicamentos para controlar parásitos internos o externos.

Despunte

Eliminación de los primeros chorros de leche antes del ordeño.

E

Enfriamiento de la leche

Proceso de reducción rápida de la temperatura de la leche para evitar proliferación bacteriana.

Equipo de ordeño

Conjunto de máquinas y utensilios utilizados en el ordeño mecánico.

F

Finca

Unidad productiva agropecuaria donde se cría y maneja el ganado.

Fosa de enfriamiento

Sistema artesanal de enfriamiento mediante agua corriente.

G

Ganancia diaria de peso (GDP)

Incremento de peso del animal por día, indicador de crecimiento.

Glándula mamaria

Órgano productor de leche en la vaca.

H

Hato

Conjunto de animales que conforman una unidad ganadera.

Higiene de ordeño

Conjunto de prácticas para evitar la contaminación de la leche durante el ordeño.

I

Inseminación artificial (IA)

Técnica reproductiva que consiste en introducir semen en el aparato reproductor de la vaca.

Intervalo entre partos

Tiempo que transcurre entre un parto y el siguiente.

L

Leche cruda

Leche recién ordeñada que no ha sido sometida a tratamiento térmico.

Levante

Proceso de crecimiento y desarrollo de terneras hasta la edad reproductiva.

M

Mastitis

Inflamación de la glándula mamaria causada generalmente por bacterias.

Mastitis clínica

Mastitis con signos visibles en la ubre o la leche.

Mastitis subclínica

Mastitis sin signos visibles, detectada mediante pruebas como el CMT.

Mayordomo

Persona encargada de la administración operativa y manejo diario de la finca.

O

Ordeño

Proceso de extracción de la leche de la glándula mamaria.

Ordeño manual

Extracción de leche realizada con las manos.

Ordeño mecánico

Extracción de leche mediante equipos de vacío y pulsación.

P

Parto

Proceso de nacimiento del ternero.

Pastoreo

Sistema de alimentación basado en el consumo directo de forraje en praderas.

Pezón

Conducto por donde se extrae la leche de la ubre.

Pluviosidad

Cantidad de lluvia registrada en una zona durante un periodo determinado.

Potrero

Área delimitada de pastoreo.

R

Registros productivos

Anotaciones sistemáticas de producción, sanidad y reproducción.

Reproductividad

Capacidad del hato para producir crías de manera eficiente.

Rutina de ordeño

Secuencia ordenada de actividades antes, durante y después del ordeño.

S

Sanidad preventiva

Conjunto de acciones destinadas a prevenir enfermedades.

Sellado post ordeño

Aplicación de desinfectante en los pezones después del ordeño.

Servicios por concepción

Número de montas o inseminaciones necesarias para lograr una preñez.

T

Tanque frío

Equipo de enfriamiento de leche que mantiene temperaturas $\leq 4\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Ternera

Hembra bovina joven destinada al reemplazo del hato.

Tiempo de retiro

Periodo que debe transcurrir entre la aplicación de un medicamento y el consumo de la leche o carne.

U

UFC (Unidades Formadoras de Colonias)

Medida de la carga bacteriana presente en la leche.

Ubre

Conjunto de glándulas mamarias de la vaca.

V

Vaca seca

Vaca que se encuentra en descanso productivo antes del parto.

Vaquilla / Vaconas

Hembra bovina que aún no ha parido.

CONTRAPORTADA

La producción bovina lechera moderna exige una gestión integral que articule conocimientos técnicos, experiencia de campo y toma de decisiones fundamentadas. En este contexto, La Gestión Integral de la Finca Lechera: Producción bovina: ciencia y práctica en el campo constituye una obra técnica–académica orientada a fortalecer la eficiencia, sostenibilidad y rentabilidad de los sistemas lecheros, especialmente en fincas de pequeña y mediana escala.

El libro aborda de manera clara y aplicada los principales componentes de la gestión productiva, incluyendo la calidad de la leche, el ordeño manual y mecánico, la sanidad preventiva, el manejo reproductivo, la crianza de terneras, el control microbiológico, el almacenamiento y transporte de la leche, así como el análisis de los costos de producción. Cada tema se sustenta en fundamentos científicos actualizados y se traduce en procedimientos prácticos adaptados a la realidad del campo.

Un eje central de la obra es el reconocimiento del mayordomo y del personal de finca como actores clave del sistema productivo, destacando la importancia del registro, la observación diaria y la aplicación disciplinada de buenas prácticas. De esta forma, el libro logra integrar la ciencia con la práctica cotidiana, facilitando la comunicación técnica entre productores, estudiantes y profesionales del área agropecuaria.

Dirigido a mayordomos, productores, estudiantes universitarios, técnicos y médicos veterinarios, este texto se constituye en una herramienta de consulta, capacitación y apoyo a la toma de decisiones, contribuyendo al fortalecimiento de sistemas lecheros más organizados, eficientes y competitivos.

Palabras clave:

Producción lechera · Gestión de fincas · Sanidad bovina · Calidad de leche · Reproducción · Crianza de terneras · Sistemas lecheros