ReGeo
ISSN: 2177-3246

MANEJO INTEGRAL DE COMPONENTES TECNOLÓGICOS EN LA CRIANZA DE BECERRAS: UNA GUÍA PARA LA SOSTENIBILIDAD DE LA LECHERÍA FAMILIAR

MANEJO INTEGRAL DE COMPONENTES TECNOLÓGICOS NA CRIAÇÃO DE BEZERRAS: UM GUIA PARA A SUSTENTABILIDADE DA PECUÁRIA LEITEIRA FAMILIAR

INTEGRATED MANAGEMENT OF TECHNOLOGICAL COMPONENTS IN CALF REARING: A GUIDE FOR THE SUSTAINABILITY OF FAMILY DAIRY FARMING

10.56238/revgeov17n3-120

J. Reyes Galaviz Rodríguez[1], Arturo Raymundo Peña Vergara[2], Juvencio Lagunes Lagunes[3], René Carlos Calderón Robles[4], Tomas Arturo González Orozco[5], Xochil Gabriela Montalvo Aguilar[6], Patricia Villalobos Peñalosa[7], Luz Marina Hernández Calva[8], Eugenio Villagómez Amezcua Manjarrez[9], Vicente Eliezer Vega Murillo[10], Itziar Eukene Lepe Anasagasti[11]

RESUMEN

El manual aborda el manejo integral de becerras en sistemas de lechería familiar, destacando la importancia de la crianza adecuada para garantizar la sostenibilidad, la eficiencia productiva y el bienestar animal. Se enfatiza el papel de la alimentación, el manejo sanitario, el alojamiento, y la selección genética como pilares para el desarrollo de hembras

[1] Professor in Veterinary Medicine and Zootechnics. Universidad Autónoma de Tlaxcala.
E-mail: jrgrgalaviz@gmail.com
[2] Professor in Veterinary Medicine and Zootechnics. Universidad Autónoma de Tlaxcala.
E-mail: raypeve@gmail.com
[3] Researcher at Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).
E-mail: juvenciolaguneslagunes@yahoo.com.mx
[4] Researcher at Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).
E-mail: calderon.rene.inifap@inifap.gob.mx
[5] Researcher at Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Centro Experimental del Bajío. Specialist in Technology Transfer in Animal Production.
E-mail: gonzalez.tomas.inifap@inifap.gob.mx
[6] Professor in Veterinary Medicine and Zootechnics. Universidad Autónoma de Tlaxcala.
E-mail: maxigirasol2006@yahoo.com.mx
[7] Research Professor in Veterinary Medicine and Zootechnics. Universidad Autónoma de Tlaxcala.
E-mail: pvillalobosp@uatx.mx
[8] Professor in Veterinary Medicine and Zootechnics. Universidad Autónoma de Tlaxcala.
E-mail: marinahc@yahoo.com
[9] Researcher at Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Postgraduate Professor at Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán in Animal Reproduction.
E-mail: euginvam@gmail.com
[10] Professor at the Faculty of Veterinary Medicine and Zootechnics. Universidad Veracruzana. Researcher in Animal Genetic Improvement. E-mail: vega.vicente@uv.mx
[11] Professor at the Faculty of Veterinary Medicine and Zootechnics. Universidad Veracruzana. Area of Animal Reproduction. E-mail: ilepe@uv.mx

de reemplazo. La obra subraya que una crianza deficiente afecta la longevidad, la productividad y la reproducción del hato. Se recomienda un enfoque tecnológico adaptado a las condiciones socioeconómicas de cada productor, con prácticas de bajo costo, pero alto impacto en la salud y crecimiento de las crías.

Palabras clave: Crianza de Becerras. Lechería Familiar. Sostenibilidad. Economía Rural. Tecnología Adaptada.

RESUMO

O manual aborda o manejo integral de bezerras em sistemas de pecuária leiteira familiar, destacando a importância de uma criação adequada para garantir a sustentabilidade, a eficiência produtiva e o bem-estar animal. Enfatiza-se o papel da alimentação, do manejo sanitário, do alojamento e da seleção genética como pilares para o desenvolvimento de fêmeas de reposição. A obra ressalta que uma criação deficiente afeta a longevidade, a produtividade e a reprodução do rebanho. Recomenda-se uma abordagem tecnológica adaptada às condições socioeconômicas de cada produtor, com práticas de baixo custo, mas de alto impacto na saúde e no crescimento das crias.

Palavra-chave: Criação de Bezerras. Pecuária Leiteira Familiar. Sustentabilidade. Economia Rural. Tecnologia Adaptada.

ABSTRACT

The manual addresses the integrated management of calves in family dairy farming systems, highlighting the importance of proper rearing to ensure sustainability, productive efficiency, and animal welfare. It emphasizes the role of nutrition, health management, housing, and genetic selection as pillars for the development of replacement heifers. The work underscores that inadequate rearing affects herd longevity, productivity, and reproduction. A technological approach adapted to the socioeconomic conditions of each producer is recommended, with low-cost practices that have a high impact on the health and growth of the calves.

Keywords: Calf Rearing. Family Dairy Farming. Sustainability. Rural Economy. Appropriate Technology.

1 INTRODUCCIÓN

La crianza de becerras es un aspecto fundamental en la industria ganadera, ya que sienta las bases para el éxito futuro del hato lechero, influyendo directamente en la longevidad, eficiencia productiva y desempeño reproductivo de los animales (Heinrichs & Jones, 2016; NRC, 2001). Este proceso no solo implica proveer cuidados básicos como alimentación y refugio, sino que también tiene un impacto significativo en la salud, productividad y bienestar de los animales a lo largo de sus vidas, ya que una crianza deficiente puede predisponer a enfermedades y bajos rendimientos productivos en la edad adulta (Khan et al., 2011; Weaver et al., 2000).

Desde el momento del nacimiento, cada decisión tomada en la crianza de las becerras puede influir en su desarrollo físico, mental y emocional, así como en su capacidad para producir leche o carne en el futuro. Prácticas clave como el manejo del calostro, la nutrición temprana y el control sanitario son determinantes para lograr un adecuado crecimiento y una óptima función del sistema inmunológico (Godden, 2008; Drackley, 2008). Por lo tanto, comprender y aplicar prácticas de crianza adecuadas es crucial para garantizar la calidad y la rentabilidad en la producción ganadera.

En este manual, exploraremos la importancia de la crianza de becerras y cómo un enfoque cuidadoso y bien planificado puede beneficiar tanto a los animales como a los productores, mejorando el bienestar animal y generando sistemas productivos más sostenibles y rentables (FAO, 2011; Soberon et al., 2012).

La producción de alimentos de origen animal día a día se ve restringida, lo cual se debe principalmente a la disminución de animales en los sistemas productivos, asociada a factores como problemas sanitarios, baja eficiencia reproductiva y limitaciones en el manejo y la nutrición del ganado (FAO, 2011; Thornton, 2010). Dentro de los sistemas productivos que proporcionan alimentos para el consumo humano, la producción de leche ocupa un lugar relevante debido a su alto aporte nutricional, especialmente en proteínas de alto valor biológico, vitaminas y minerales, así como por su importancia económica y social en diferentes regiones del mundo (Walstra et al., 2006; FAO, 2019).

Asimismo, la producción lechera se caracteriza por estar presente en diversos niveles de tecnificación, desde sistemas extensivos y de pequeña escala hasta explotaciones altamente especializadas, lo que la convierte en una actividad clave para la seguridad alimentaria y el desarrollo rural (NRC, 2001; FAO, 2018). Esta actividad está estrechamente asociada a la agricultura, ya que depende del cultivo de forrajes, cereales y otros insumos esenciales para la alimentación del ganado, estableciendo una relación

directa entre la productividad agrícola y la eficiencia de los sistemas pecuarios (Van Soest, 1994; Herrero et al., 2013).

Esta integración agricultura–ganadería constituye una ventaja importante en las unidades de producción, particularmente en el ámbito rural, donde los productores pueden aprovechar de manera más eficiente sus recursos naturales y económicos. La complementariedad entre ambas actividades permite el uso de subproductos agrícolas en la alimentación del ganado y el aprovechamiento del estiércol como fertilizante orgánico, lo que facilita el reciclaje de nutrientes, reduce los costos de alimentación y mejora la fertilidad del suelo (FAO, 2010; Herrero et al., 2013). Asimismo, este enfoque contribuye a una mayor sostenibilidad del sistema productivo, fortaleciendo la economía familiar y regional y favoreciendo la resiliencia de las unidades de producción ante condiciones adversas (Santiago et al., 2020; Thornton & Herrero, 2015).

El uso de componentes tecnológicos en los sistemas productivos debe ser acorde con la disponibilidad y el manejo adecuado de los recursos naturales, tanto en la agricultura como en la ganadería, con el fin de garantizar la eficiencia productiva y la sostenibilidad de las unidades de producción (FAO, 2011; Herrero et al., 2010). En los sistemas de producción de leche, la adopción de tecnología varía considerablemente debido a las diferencias en el nivel tecnológico y socioeconómico de cada unidad productiva, lo cual influye de manera directa en las prácticas de manejo, incluyendo la crianza de becerras, la alimentación, la sanidad y la reproducción (NRC, 2001; Heinrichs & Jones, 2016).

Estas diferencias están estrechamente relacionadas con la localización geográfica de las unidades productivas, ya que no todas cuentan con los mismos medios de producción, tales como superficie de terreno, número de vientres, disponibilidad de insumos, infraestructura, así como técnicas y procedimientos alimenticios, sanitarios, reproductivos y genéticos aplicados (FAO, 2018; Rosas y Villasana, 2022). Asimismo, la participación y disponibilidad de la fuerza de trabajo, junto con las condiciones climatológicas propias de cada región, así como la tradición y cultura de los productores, influyen de manera significativa en la toma de decisiones y en el desempeño productivo de los sistemas lecheros (Thornton, 2010).

Las unidades de producción pecuaria en el país se caracterizan generalmente por hacer un bajo uso de la tecnología disponible, lo cual se asocia, en gran medida, con la baja escolaridad del productor y con limitaciones en los procesos de capacitación y transferencia de tecnología. En muchos casos, los productores enfrentan dificultades para acceder o mantener programas de capacitación debido a restricciones económicas, así como a la escasa aplicación práctica de los conocimientos adquiridos, lo que limita el

incremento de sus niveles productivos y la mejora en el manejo del ganado, incluida la crianza de becerras (FAO, 2018; INEGI, 2020).

Esta situación genera una marcada heterogeneidad en los sistemas de producción pecuaria del país, determinada por la ubicación geográfica y el nivel productivo de las unidades. Existen desde sistemas altamente tecnificados, los cuales aportan más del 50 % de la producción nacional de leche, hasta sistemas de subsistencia o familiares que contribuyen únicamente con el 9.8 % de la producción total. En este contexto, la producción nacional de leche alcanzó los 13 333 millones de litros, con un incremento del 1.7 % en comparación con el año 2022 (SIAP, 2023). Estas diferencias influyen de manera directa en las prácticas de manejo, sanidad, nutrición y desarrollo de las becerras, condicionando su desempeño productivo futuro (Heinrichs & Jones, 2016).

Por lo anterior, resulta necesario basarse en el funcionamiento sustentable de la unidad productiva ganadera, así como establecer criterios claros en métodos y herramientas de gestión con un enfoque que garantice la eficiencia productiva. Esto implica integrar la unidad de producción por etapas de su ciclo productivo, desde la crianza de becerras hasta la etapa adulta, de manera que se genere información precisa y confiable que permita evaluar los indicadores técnicos, productivos y económicos más relevantes del sistema (NRC, 2001; FAO, 2011).

2 MODELOS DE MANEJO

Para hacer un uso más eficiente de los recursos o medios de producción, se requiere la implementación de modelos de manejo acordes a las características de cada sistema productivo, de manera que estos puedan ser adoptados y adaptados en el manejo del ganado lechero, particularmente en la crianza de becerras (FAO, 2011; Heinrichs & Jones, 2016). La crianza artificial constituye una práctica trascendental en las explotaciones ganaderas, ya que permite un mejor control de la alimentación, sanidad y crecimiento de las becerras, optimizando el uso de insumos y mejorando la eficiencia del sistema productivo (Drackley, 2008; NRC, 2001).

Este tipo de crianza adquiere especial relevancia en los sistemas familiares o de traspatio, donde los recursos son limitados y las decisiones de manejo influyen directamente en la rentabilidad y sostenibilidad de la unidad productiva. El objetivo principal de la crianza artificial es conocer y controlar los parámetros productivos y sanitarios de las becerras destinadas a reemplazo, tales como ganancia de peso, edad al destete y condición corporal, factores determinantes para su desempeño futuro como vacas productoras de leche (Soberon et al., 2012; Heinrichs & Jones, 2016). En este sentido, no debe olvidarse

que la crianza artificial representa un eslabón fundamental en la ganadería lechera del país, al sentar las bases del hato de reemplazo y garantizar la continuidad productiva de los sistemas lecheros (Rosas y Villasana, 2022).

3 MANEJO DE COMPONENTES TECNOLÓGICOS

Los componentes tecnológicos que deben ser considerados en el manejo de becerras para reemplazo en las unidades de producción de lechería familiar abarcan una serie de técnicas sencillas y adaptables a las condiciones socioeconómicas y productivas de cada sistema, particularmente durante la fase de crianza y desarrollo, la cual determina en gran medida el desempeño productivo futuro de la unidad (FAO, 2011; Heinrichs & Jones, 2016). Estas tecnologías incluyen prácticas relacionadas con la alimentación, sanidad, alojamiento, manejo del calostro y monitoreo del crecimiento, las cuales pueden implementarse de manera gradual y con bajo costo, favoreciendo la eficiencia productiva y la sostenibilidad del sistema (Drackley, 2008; NRC, 2001).

Todo ello tiene como finalidad orientar y fortalecer los conocimientos técnicos en las actividades de crianza y desarrollo de becerras destinadas a reemplazo, de manera que puedan ser aplicados y transferidos eficazmente a los productores del país, contribuyendo a mejorar la toma de decisiones y el desempeño de los sistemas de lechería familiar (Eadie, 2025; Rosas & Villasana, 2022).

4 MANEJO DE LA HEMBRA PREVIO AL PARTO

4.1 ALIMENTACIÓN Y CONDICIÓN CORPORAL

Parte de los requisitos indispensables para el éxito de toda unidad lechera es mantener un adecuado crecimiento y desarrollo del producto antes del parto, ya que esto influye directamente en el nacimiento de una becerra viable, sana y con potencial para convertirse en un reemplazo productivo, siempre y cuando reciba un manejo apropiado durante la fase de crianza (NRC, 2001; Heinrichs & Jones, 2016).

En esta fase se recomienda que la vaca llegue al parto con una condición corporal de entre 3.5 y 4, así como con un peso adecuado, ya que una condición corporal deficiente o excesiva puede provocar distocias, problemas metabólicos y menor calidad del calostro, afectando indirectamente la salud y el desempeño de la becerra (Roche et al., 2009; Overton & Waldron, 2004). Este objetivo se logra mediante la implementación de un programa nutricional adecuado durante la gestación (Figuras 1 y 2).

Figura 1

Esquema de condición corporal del ganado lechero (NRC, 2001)

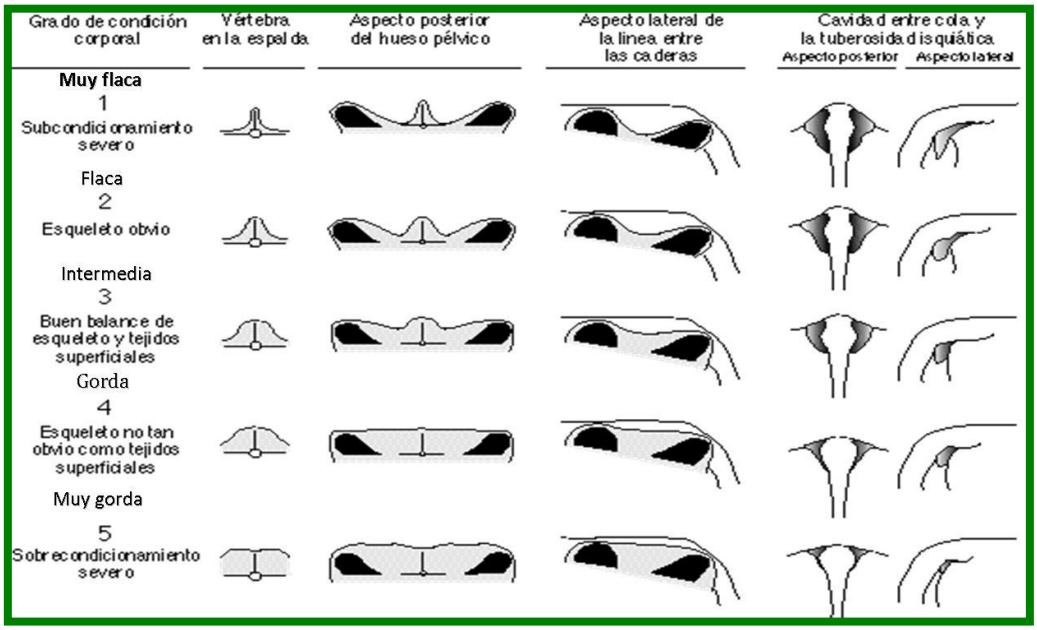
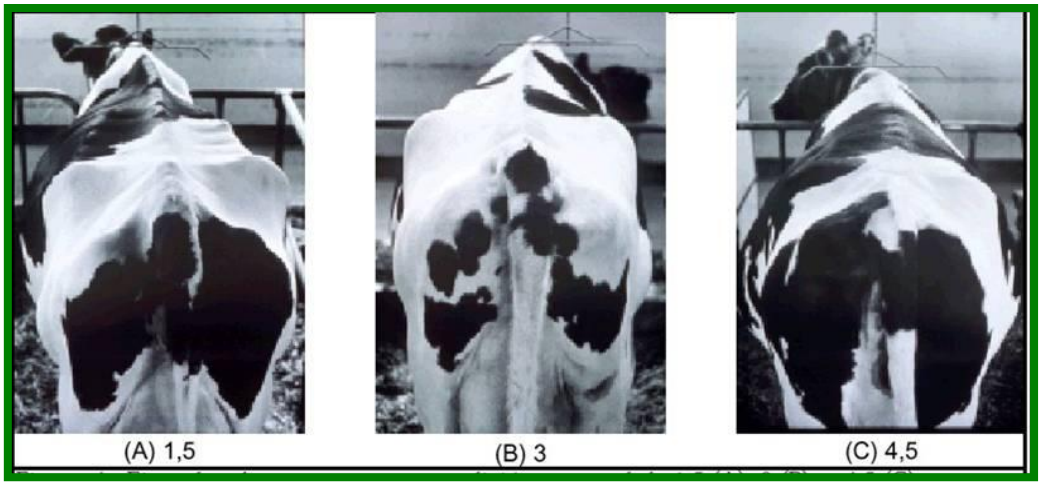


Figura 2

Escala de condición corporal de vacas Holstein (NRC, 2001)



Durante la gestación, la alimentación de la vaca debe ser óptima para garantizar el adecuado desarrollo del feto y la correcta formación de la ubre. El último tercio de la gestación es una etapa crítica, ya que en este periodo ocurre aproximadamente el 60–70 % del crecimiento fetal y se inicia la síntesis del calostro, fundamental para la transferencia de inmunidad pasiva al neonato (Godden, 2008; NRC, 2001). En esta etapa, el consumo de materia seca (CMS) puede disminuir hasta en un 30 % durante la semana previa al parto, lo que incrementa el riesgo de un balance energético negativo en vacas lecheras, afectando la salud, la reproducción y la producción de leche en la siguiente lactancia (Grummer et al., 2004; Silva et al., 2023).

Por lo anterior, es fundamental proporcionar una dieta balanceada que considere alimentos de buena calidad, incluyendo forrajes, ensilaje de maíz y concentrados, además de garantizar agua a libre acceso. Asimismo, se recomienda reducir la proporción de rastrojos de baja calidad y suplementar la dieta con fuentes adecuadas de proteína, minerales y vitaminas, particularmente calcio, fósforo, magnesio y vitaminas A, D y E, las cuales son esenciales para la salud materna y el desarrollo adecuado de la becerra (FAO, 2011; NRC, 2001).

4.2 MANEJO DEL PARTO

Las hembras próximas al parto deben mantenerse en un agostadero o área de maternidad que sea limpia, segura y adecuadamente acondicionada, ya que la higiene y el manejo previo al parto juegan un papel determinante en la supervivencia de la cría y en la salud de la vaca. Es indispensable extremar las medidas de limpieza durante el parto y evitar la exposición de los neonatos a corrientes de aire y ambientes húmedos, ya que estas condiciones incrementan la incidencia de infecciones neonatales y la mortalidad perinatal, la cual puede superar el 10 % en unidades de producción familiar con manejo inadecuado (FAO, 2011; Mee, 2008).

El tamaño del potrero y su nivel de limpieza influyen directamente en la facilidad para localizar y atender a los neonatos, especialmente en sistemas extensivos o semi-extensivos. No obstante, se recomienda agrupar o lotificar a las vacas por fase de gestación para mejorar el control de los partos y aumentar la eficiencia en la atención, lo que permite una detección oportuna de problemas reproductivos y facilita la intervención temprana en caso de complicaciones, como las distocias (Noakes et al., 2019; Mee, 2012). Por ello, es recomendable contar con espacios de maternidad donde las vacas próximas al parto se encuentren bajo observación constante.

Durante el parto, deben respetarse las fases fisiológicas normales del proceso, las cuales incluyen la fase de preparación, la dilatación cervical y la expulsión del feto. La intervención humana debe realizarse únicamente cuando se presenten anomalías en la duración o progresión del parto, con el fin de evitar lesiones tanto en la madre como en la becerra (Arthur et al., 2001; Noakes et al., 2019). Posteriormente, la expulsión de las membranas fetales ocurre generalmente entre las 3 y 12 horas posteriores al parto; por ello, se recomienda realizar revisiones al inicio, a la mitad y al final del día para detectar oportunamente casos de retención placentaria, condición que puede afectar la salud reproductiva de la vaca y la producción futura de leche (Drillich et al., 2006; NRC, 2001).

4.3 MANEJO DEL RECIÉN NACIDO

Es crucial asegurar una correcta ingestión de calostro dentro de las primeras horas de vida, preferentemente durante las primeras 2 a 4 horas posteriores al nacimiento, ya que este proporciona inmunidad pasiva a través de inmunoglobulinas, además de energía, vitaminas y minerales esenciales para el desarrollo y supervivencia de la becerra (Godden, 2008; Costa et al., 2021). Una deficiente ingestión o absorción del calostro incrementa significativamente el riesgo de enfermedades neonatales, mortalidad temprana y bajo desempeño productivo en etapas posteriores.

Aunado a esto, es fundamental realizar una evaluación inicial de la condición clínica del animal recién nacido para garantizar su salud y bienestar desde los primeros momentos de vida. Durante esta valoración se observan diversos aspectos físicos y funcionales que permiten determinar si el neonato se encuentra en óptimas condiciones o si requiere atención especial, como asistencia en la alimentación, estimulación para incorporarse o intervención veterinaria oportuna (Mee, 2008; Noakes et al., 2019).

Se recomienda llevar registros del comportamiento de la becerra recién nacida, tales como el tiempo que tarda en levantar la cabeza con firmeza, la presencia del reflejo de succión al introducir un dedo en la boca, la respuesta a estímulos externos (reflejos), así como el interés por el entorno, incluyendo ruidos y luminosidad. Asimismo, es importante registrar el tiempo que demora en realizar el primer intento por ponerse de pie y acercarse a la madre, ya que estos indicadores reflejan su vitalidad y estado neurológico (Davis & Drackley, 1998; Mee, 2004).

Además, se recomienda realizar una evaluación clínica completa al nacimiento, registrando parámetros fisiológicos como la frecuencia respiratoria, frecuencia cardiaca y temperatura corporal, así como la evaluación de la piel, pelaje, mucosas, sistema linfático y estado general del neonato. Estos datos permiten identificar tempranamente alteraciones como hipotermia, hipoxia, deshidratación o infecciones, contribuyendo a una adecuada toma de decisiones en el manejo sanitario de la becerra (Davis & Drackley, 1998; Radostits et al., 2007).

4.4 ALOJAMIENTO DE LAS BECERRAS

Para alojar o mantener a las becerras se debe tener el máximo cuidado, especialmente durante las primeras semanas de vida, ya que en esta etapa las posibilidades de contraer enfermedades son elevadas debido a la inmadurez del sistema inmunológico. El riesgo de presentación de enfermedades respiratorias y digestivas aumenta considerablemente cuando las condiciones de los alojamientos no son las

apropiadas en términos de higiene, ventilación, humedad y temperatura (Heinrichs & Jones, 2016; Svensson & Liberg, 2006).

Al planear la construcción de las instalaciones destinadas al alojamiento de las crías, es necesario considerar la ubicación, orientación y los materiales de construcción, con el propósito de asegurar condiciones ambientales adecuadas que permitan mantener niveles óptimos de humedad y temperatura, contribuyendo a preservar la salud y el bienestar de los animales. Asimismo, las instalaciones deben facilitar la realización eficiente de las prácticas de manejo, alimentación, limpieza y observación cotidiana de las becerras (FAO, 2011; Davis & Drackley, 1998).

Existen diferentes tipos de construcciones para el alojamiento de las crías, las cuales pueden ser casetas o cobertizos cerrados o semicerrados, así como alojamientos abiertos o a la intemperie, como las corraletas portátiles de madera o plástico. La selección del tipo de alojamiento depende del sistema de producción, las condiciones climáticas de la región y los recursos disponibles, siempre buscando minimizar el estrés y la exposición a agentes patógenos (Mee, 2008; Svensson et al., 2003).

4.5 CASETAS O COBERTIZOS CERRADOS O SEMI-CERRADOS

En este tipo de instalaciones, los animales son alojados en becerreras individuales que deben estar techadas y contar con adecuada ventilación, evitando la formación de corrientes de aire directas que predisponen a enfermedades respiratorias. Asimismo, estas instalaciones deben permitir una limpieza fácil y frecuente para reducir la carga microbiana del ambiente (Bath et al., 1986; Heinrichs & Jones, 2016).

El alojamiento individual en corraleta o becerrera suele localizarse a aproximadamente 0.30 m sobre el nivel del suelo, con dimensiones cercanas a 1.50 m de longitud por 0.70 m de ancho y 1.20 m de altura. En instalaciones con dos filas de becerreras, el espacio entre el callejón de acceso y las casetas debe medir al menos 2 m de ancho, permitiendo la circulación del personal y el manejo adecuado de los animales (Bath et al., 1986; Davis & Drackley, 1998).

Este modelo de crianza, también conocido como “jaula individual”, permite mantener separados a los animales, evitando comportamientos indeseables como el chupado del ombligo o partes del cuerpo entre becerras (Figura 3). Además, contribuye a reducir la transmisión de enfermedades por contaminación fecal o por contacto directo, lo que resulta especialmente importante durante la etapa neonatal. Las jaulas individuales también facilitan la alimentación individualizada, permitiendo un mejor control del consumo y un

registro más preciso del crecimiento y estado sanitario de cada becerra (Heinrichs & Jones, 2016; Svensson & Liberg, 2006).

Figura 3

Jaulas individuales semicerradas para crianza de becerras

4.6 CRIANZA A LA INTEMPERIE EN CORRALETA PORTÁTIL

Este modelo de crianza se caracteriza por el uso de corraletas portátiles individuales, las cuales son desplazables y pueden moverse diariamente junto con la becerra, o con la frecuencia que lo permitan las condiciones climatológicas del lugar. Entre las principales ventajas de este tipo de alojamiento se encuentra la rápida adaptación de la becerra al medio ambiente, así como la reducción del riesgo de enfermedades asociadas a la acumulación de humedad y patógenos en el área de descanso (Galaviz et al., 2000; Heinrichs & Jones, 2016).

La portabilidad de la corraleta permite que esta sea cambiada de lugar de forma periódica, lo que favorece que los desechos sólidos y líquidos queden expuestos directamente a la radiación solar, contribuyendo a la desinfección natural del área y a la disminución de la carga microbiana, lo cual resulta especialmente importante durante las primeras semanas de vida de la becerra (FAO, 2011; Galaviz, 2005). Este manejo ha demostrado ser una alternativa eficiente y de bajo costo en sistemas familiares o de pequeña escala.

Cuando la corraleta portátil se coloca dentro de un potrero, la cría puede tener acceso diario a forraje fresco, situación deseable ya que estimula el desarrollo temprano del rumen y favorece el consumo voluntario de forraje, contribuyendo a una transición más

eficiente de la dieta líquida a la sólida (Davis & Drackley, 1998; Galaviz et al., 2000). Este tipo de estimulación temprana está asociada con un mejor desempeño productivo en etapas posteriores de la vida del animal.

Los alojamientos a la intemperie en corraleta portátil individual, móvil o desplazable, comprenden generalmente un área de descanso y alimentación de aproximadamente 1.50 m por 2.50 m, y cuentan con un área destinada al comedero para alimento sólido y un porta-cubetas ubicado a una altura aproximada de 0.45 m desde el nivel del piso (Figura 4). De manera superior se coloca un soporte para la botella o recipiente utilizado en la administración de la leche, facilitando el manejo individual y el control del consumo de cada becerra (Galaviz, 2005; Heinrichs & Jones, 2016).

Figura 4

Corraleta portátil para crianza de becerras

4.7 ALIMENTACIÓN DE LA BECERRA

La alimentación adecuada es un factor fundamental para el desarrollo óptimo de las becerras, ya que influye directamente en su crecimiento, salud, eficiencia alimenticia y desempeño productivo futuro. Durante las primeras semanas de vida, se recomienda el suministro de leche materna de buena calidad o, en su defecto, de sustitutos lácteos que cumplan con los requerimientos nutricionales específicos de la especie, asegurando un adecuado aporte de energía, proteína, minerales y vitaminas (Davis & Drackley, 1998; NRC, 2001).

En las unidades de producción de leche familiar, la base de la alimentación del ganado está constituida principalmente por los forrajes producidos en los pequeños terrenos de los productores, cuya superficie promedio de tenencia de tierra es de

aproximadamente 1.6 hectáreas. Estos sistemas se caracterizan por un uso eficiente de los recursos disponibles y por una fuerte dependencia de la producción agrícola local para la alimentación del ganado, lo que condiciona las estrategias de manejo nutricional de las becerras (FAO, 2011; Rosas & Villasana, 2022).

En este contexto, los principales cultivos forrajeros utilizados son el maíz, la alfalfa y la avena, los cuales representan la base alimenticia del sistema productivo. De acuerdo con la distribución porcentual de los cultivos manejados en estas unidades (Cuadro 1), el maíz predomina con un 52 %, seguido de la alfalfa con el 35 % y la avena con el 13 %. Estos forrajes son considerados elementos esenciales en la alimentación del ganado lechero, ya que aportan energía, proteína y fibra necesarias para el desarrollo ruminal y el crecimiento adecuado de las becerras, especialmente durante la transición de la dieta líquida a la sólida (Van Soest, 1994; Heinrichs & Jones, 2016).

Cuadro 1

Cultivos forrajeros predominantes en las unidades de producción de lechería familiar

CULTIVOS	%
Maíz	52
Alfalfa	35
Avena	13

5 ALIMENTACIÓN DE LA BECERRA POR ETAPA DE EDAD

5.1 RECIÉN NACIDAS HASTA LAS DOS SEMANAS DE EDAD

En esta etapa, las becerras dependen principalmente del calostro para obtener los nutrientes esenciales y la inmunidad pasiva necesaria para su supervivencia y desarrollo inicial. El calostro está compuesto por altas concentraciones de inmunoglobulinas (principalmente IgG), además de nutrientes, leucocitos maternos, factores de crecimiento, hormonas y factores antimicrobianos inespecíficos que protegen al neonato durante sus primeros días de vida (Godden, 2008; McGuirk & Collins, 2004).

Existe un transporte selectivo de inmunoglobulinas IgG desde el suero sanguíneo hacia las células secretoras de la glándula mamaria, lo que hace indispensable garantizar que la becerra reciba calostro de buena calidad dentro de las primeras horas posteriores al nacimiento, cuando la permeabilidad intestinal permite la absorción eficiente de

anticuerpos. Esta capacidad de absorción disminuye drásticamente después de las primeras 24 horas de vida (Weaver et al., 2000; Davis & Drackley, 1998).

El calostro también contiene factores de crecimiento y hormonas, entre ellos el factor inhibidor de la tripsina, el cual se encuentra exclusivamente en el calostro y desaparece en la leche madura. Este factor evita la degradación de las inmunoglobulinas y otras proteínas en el intestino de la becerra, favoreciendo la transferencia efectiva de inmunidad pasiva (McGuirk & Collins, 2004; Godden, 2008). Por lo anterior, se recomienda ofrecer calostro fresco, limpio y tibio, preferentemente dentro de las primeras 2 a 4 horas posteriores al nacimiento, asegurando un volumen suficiente para cubrir los requerimientos inmunológicos de la cría.

5.2 DE DOS SEMANAS A TRES MESES DE EDAD

Durante esta etapa, las becerras deben recibir una alimentación que promueva un crecimiento rápido, saludable y uniforme. Se recomienda continuar con el suministro de leche materna o sustitutos lácteos de buena calidad, mientras que de forma gradual se introducen alimentos sólidos en la dieta, con el objetivo de estimular el desarrollo del rumen (Heinrichs, 2005; Davis & Drackley, 1998).

La introducción temprana de alimentos sólidos debe incluir concentrados iniciadores comerciales para becerras, heno de buena calidad y agua fresca y limpia disponible en todo momento. El consumo de alimento concentrado es fundamental para el desarrollo de las papilas ruminales, lo cual facilita una transición más eficiente al destete (Heinrichs & Jones, 2016; NRC, 2001).

El alimento concentrado iniciador debe ofrecerse de manera constante y en pequeñas cantidades al inicio. El consumo voluntario de las becerras aumenta progresivamente semana tras semana, por lo que la cantidad de alimento ofrecido puede incrementarse gradualmente hasta aproximadamente 500 g por becerra por día (Cuadro 2). Este alimento debe cubrir los requerimientos nutricionales de las becerras en crecimiento, caracterizándose por un contenido elevado de proteína cruda (alrededor del 20 %) y un nivel moderado de grasa cruda (2 %), lo que favorece el crecimiento y el desarrollo adecuado del sistema digestivo (NRC, 2001; Heinrichs, 2005).

De acuerdo con información obtenida en estudios realizados en sistemas de producción familiar de ganado lechero y con base en el seguimiento de unidades de producción, donde se prioriza la máxima utilización de los cultivos forrajeros disponibles por parte de los productores, se presenta a continuación un programa de alimentación desde

el nacimiento hasta los 60 días de edad, adaptado a las condiciones de este tipo de sistemas productivos (FAO, 2011; Rosas & Villasana, 2022).

Cuadro 2

Programa de alimentación en becerras desde el nacimiento hasta los 60 días de edad

Etapa	Calostro/Leche entera/sustituto	Alimento
1 al 3 dia	Calostro (10% de su PV). 4 litros al día en 2 tomas 7.00 hrs. y 17 hrs.	
4 a 7 día	Relevo a leche entera. 4 litros al día en 2 tomas 7.00 hrs. y 17 hrs.	
8 a 14 día	Relevo a sustituto de leche. 4 litros al día en 2 tomas 7.00 hrs. y 17 hrs.	Ofrecerá alimento concentrado iniciador para becerras, cantidad inicial de 200 a 250 g / becerra / día, a libertad. Ofrezca agua a libre acceso.
15 a 21 día	Sustituto de leche. 5 litros al día en 2 tomas 7.00 hrs. y 17 hrs.	Concentrado iniciador para becerras, cantidad de 500 g / becerra / día, a libertad. Agua a libre acceso. Ofrecer heno de alfalfa (achicalada), proporción de concentrado: forraje 4:1. (3.5:0.125).
22 a 28 día	Sustituto de leche. 4.5 litros al día en 2 tomas 7.00 hrs. y 17 hrs.	Concentrado iniciador, cantidad de 750 g / becerra / día, a libertad. Agua a libre acceso. Continuar con proporción de concentrado: forraje (5.25:0.19).
29 a 35 día	Sustituto de leche. 4 litros al día en 2 tomas 7.00 hrs. y 17 hrs.	Concentrado iniciador, cantidad de 1 Kg / becerra / día, a libertad. Agua a libre acceso. Continuar con proporción de concentrado: forraje (7:0.25).
36 a 56 día	Sustituto de leche. 3 litros al día en 2 tomas 7.00 hrs. y 17 hrs.	Concentrado iniciador, de 1.75 Kg / becerra / día, a libertad. Agua a libre acceso. Proporción de concentrado: forraje (7.5:0.45).
57 a 60 día		Concentrado iniciador, de 2 Kg / becerra / día, a libertad. Agua a libre acceso. Proporción de concentrado: forraje (8 :0.5).

6 ALIMENTACIÓN DE LA BECERRA POR ETAPA DE CRECIMIENTO

6.1 DE TRES MESES A SEIS MESES DE EDAD

Las becerras en esta etapa se encuentran en una fase activa de crecimiento, por lo que requieren una alimentación que promueva principalmente el desarrollo óseo y muscular, así como la maduración del sistema digestivo. Durante este periodo, puede continuarse con el suministro de leche o sustitutos lácteos en aquellos sistemas donde el destete es tardío; sin embargo, se recomienda reducir gradualmente la cantidad y la frecuencia de las tomas para fomentar la transición hacia una dieta basada en forrajes y concentrados sólidos (Davis & Drackley, 1998; NRC, 2001).

Es fundamental proporcionar acceso constante a heno de buena calidad, ya que favorece la actividad ruminal y contribuye al consumo voluntario de materia seca. Asimismo, deben incluirse concentrados formulados específicamente para becerras en crecimiento, los cuales aportan la energía y proteína necesarias para sostener tasas adecuadas de crecimiento (Heinrichs & Jones, 2016). Además, es indispensable garantizar un adecuado suministro de minerales y vitaminas, particularmente calcio, fósforo, zinc, cobre y vitaminas A, D y E, con el fin de satisfacer las necesidades nutricionales durante esta etapa crítica del desarrollo (NRC, 2001; FAO, 2011).

6.2 DE SEIS MESES HASTA EL PRIMER SERVICIO REPRODUCTIVO

Desde los seis meses de edad hasta el primer servicio reproductivo, el objetivo principal del manejo nutricional es lograr que las becerras alcancen el peso y la condición corporal adecuados para iniciar la etapa reproductiva sin comprometer su salud ni su desempeño productivo futuro. Para ello, es indispensable monitorear de manera periódica el peso y la condición corporal, ajustando la dieta conforme a los requerimientos de crecimiento establecidos para la raza y el sistema productivo (Heinrichs, 2005; NRC, 2001).

Durante esta etapa se recomienda incluir heno de alfalfa u otros forrajes de buena calidad que no sean excesivamente fibrosos, a fin de mantener un consumo adecuado de energía y proteína (Cuadro 3). A partir de los cinco a seis meses de edad, puede iniciarse la inclusión de ensilaje de maíz en la ración, sin rebasar el 25 % de la dieta total, evitando así problemas digestivos y asegurando una adecuada adaptación ruminal (Van Soest, 1994; Heinrichs & Jones, 2016).

Es fundamental proporcionar una dieta equilibrada que promueva un crecimiento constante y saludable, con énfasis en el aporte de nutrientes que apoyen el desarrollo del sistema reproductivo, ya que un crecimiento deficiente o excesivo puede retrasar la edad al primer servicio o afectar el desempeño reproductivo y productivo en la vida adulta (Heinrichs, 2005; Rosas & Villasana, 2022).

Cuadro 3

Programa de alimentación en becerras desde los 60 días hasta la vaquilla gestante

Etapa	Alimento
Post-destete a manejo reproductivo 60 días	Se proporciona alimento de crecimiento según su talla corporal, el consumo debe ser de 2.0 kg a los 3.5 kg / becerra / día, teniendo el alimento a libertad, más heno de alfalfa. La proporción de concentrado forraje será de 4:1.

Vaquillas en crecimiento 150 dias	Será de 3.0 kg, de alimento de crecimiento con 16% de proteína cruda, agua a libre acceso. Añadir heno de alfalfa o algún otro forraje que no sea demasiado fibroso. A partir de los cinco meses se iniciará a incluir en la ración ensilaje de maíz, no rebasando el 25% de la dieta total.
Vaquillas gestantes a 260 días	Alimento concentrado con 14% de PC, será a razón de 2.0 kg expresados en materia seca, siendo aproximadamente el 20% del total requerido por el animal. El resto será a base de ensilaje de maíz u otro forraje que cuente el productor (avena achicadala o henificada, pasto), con la proporción restante del 80% de lo requerido de materia seca por el animal. Recordando que el consumo mínimo por día representará el 2.5% de materia seca en relación a su peso vivo.

Fuente: Propia del autor.

7 MANEJO SANITARIO

El adecuado manejo sanitario de las novillonas de reemplazo es indispensable para mantenerlas en óptimas condiciones de salud y garantizar su correcto desempeño productivo y reproductivo en la etapa adulta. Para ello, es necesario implementar un programa sanitario estricto que incluya esquemas de vacunación y desparasitación acordes a cada grupo etario de animales, considerando las condiciones epidemiológicas de la región y el sistema de producción (FAO, 2011; Radostits et al., 2007).

Independientemente de la edad a la que las hembras reciban su primer servicio reproductivo, es fundamental realizar pruebas serológicas para la detección de enfermedades que afectan el tracto reproductivo y pueden provocar abortos, infertilidad o pérdidas económicas significativas. Entre estas enfermedades se incluyen la Brucelosis, Leptospirosis, Diarrea Viral Bovina (DVB), Rinotraqueitis Infecciosa Bovina (IBR) y Trichomoniasis, las cuales representan un riesgo tanto sanitario como productivo dentro de las unidades de producción lechera (OIE, 2019; Radostits et al., 2007).

Asimismo, dentro del programa sanitario se recomienda la vacunación preventiva contra enfermedades bacterianas de alta mortalidad o impacto económico, tales como Pasteurelosis o Septicemia Hemorrágica, Clostridiosis y Derriengue, además de implementar prácticas regulares de control de parásitos externos mediante baños garrapaticidas y desparasitación interna estratégica de acuerdo con el calendario sanitario establecido (FAO, 2011; Quiroz et al., 2011).

La vacunación es un componente esencial en los programas de salud de hato, ya que contribuye a la prevención de enfermedades infecciosas y a la reducción del uso de tratamientos terapéuticos. Durante la aplicación de vacunas, es importante considerar que el objetivo principal es la inducción de una inmunidad protectora efectiva; sin embargo, esta protección no es inmediata, ya que el sistema inmunológico requiere un periodo mínimo de

aproximadamente dos semanas para desarrollar una respuesta inmunitaria adecuada, ya sea a nivel celular o humoral (Tizard, 2020; Robers, 2021).

El manejo sanitario adecuado de las becerras desde el nacimiento y durante toda la etapa de crecimiento, hasta poco antes del primer servicio reproductivo, resulta fundamental para garantizar su salud y bienestar a lo largo de su vida productiva (Cuadro 4). Un control sanitario oportuno permite disminuir la incidencia de enfermedades, mejorar la eficiencia reproductiva y asegurar la obtención de animales de reemplazo sanos y productivos. En este sentido, el establecimiento de recomendaciones específicas por etapa de desarrollo facilita el monitoreo y la correcta toma de decisiones dentro de los sistemas de producción lechera (Heinrichs & Jones, 2016; NRC, 2001).

Cuadro 4

Calendario de Vacunación en Becerras

Enfermedad	Vacunación	Revacunación	Tipo de vacuna	Finalidad	Restricciones
Brucelosis	*Becerras 4-6 meses. Dosis becerra o clásica. *Animales mayores de 12 meses no vacunados a temprana edad. Dosis vaca RB51 o reducida C-19	*12 meses de edad. Dosis vaca RB51 o reducida C-19. Por única ocación.	Vacuna viva. *RB51 *C-19	*Evitar problemas reproductivos. Principalmente abortos en el último tercio de gestación.	*No vacunar machos. *De preferencia no vacunar animales gestantes.
Leptospirosis	*Becerras 4-6 meses. *Vacunación semestral.	*cada 6 meses	*Bacterina que contenga serovariedades presentes en la zona o región.	Evitar problemas como reabsorciones embrionarias, fetos momificados, abortos, etc.	*Ninguna.
Diarrea Viral Bovina (DVB)	*Becerras 4-6 meses. *Vacunación anual.	*Refuerzo a los 15-21 días. *12 meses.	*Virus vivo Tipo I y II. (no gestantes) *Virus inactivado Tipo I y II. (gestantes)	Evitar problemas reproductivos y digestivos.	*No vacunar con virus vivo en animales gestantes.
Rinotraqueitis Infecciosa Bovina (IBR)	*Becerras 4-6 meses. *Vacunación anual. *Refuerzo a los 15-21 días.	*12 meses.	*Virus vivo. (no gestantes) *Virus inactivado. (gestantes)	Evitar problemas reproductivos y respiratorios.	*No vacunar con virus vivo en animales gestantes.
Pasteurelosis	*Becerras 4-6 meses. *Vacunación semestral.	*6 meses.	*Bacterinas con Toxoide.	Evitar problemas de tipo respiratorio	*Ninguno

Clostridiasis (carbón, edema, septicemia).	*Becerras 4-6 meses. *Vacunación semestral.	*6 meses.	*Bacterinas.		*Ninguno
Derriengue	*Vacunación Anual. Zonas de alta prevalencia	*12 meses.	*Virus vivo modificado	Evitar problemas de Rabia bovina	*De preferencia no vacunar animales gestantes.

7.1 DISEÑO DEL PROGRAMA SANITARIO

El diseño de un programa de vacunación debe considerar diversos factores, siendo primordial la identificación de los principales agentes patógenos presentes en cada región. Para ello, resulta indispensable obtener información actualizada de Médicos Veterinarios Zootecnistas y de los servicios oficiales de sanidad animal sobre las enfermedades que afectan al ganado en la zona de interés. De esta manera, no es posible establecer un programa general de vacunación aplicable a todos los sistemas productivos, sino que este debe ajustarse a las necesidades específicas de cada hato e integrarse al programa general de manejo del ganado (Currin et al., 1999; Radostits et al., 2007).

7.2 RECIÉN NACIDAS HASTA LAS DOS SEMANAS DE EDAD

Durante esta etapa, las becerras son altamente vulnerables a enfermedades debido a la inmadurez de su sistema inmunológico. Por lo tanto, es esencial implementar medidas de manejo sanitario que minimicen el riesgo de infecciones, tales como asegurar un ambiente limpio y seco para el parto, proporcionar calostro de buena calidad en cantidad y tiempo adecuados, y vigilar de manera continua la salud del neonato para detectar signos tempranos de enfermedad (McGuirk & Collins, 2004; Godden, 2008).

7.3 DE DOS SEMANAS A TRES MESES DE EDAD

En esta fase, las becerras deben recibir atención sanitaria continua para prevenir enfermedades y favorecer un crecimiento saludable. Se recomienda implementar un programa de vacunación que incluya protección contra enfermedades respiratorias y virales de alta prevalencia, como la Diarrea Viral Bovina (BVD), Rinotraqueítis Infecciosa Bovina (IBR), Parainfluenza-3 (PI3) y el virus Respiratorio Sincitial Bovino (BRSV). Asimismo, se debe realizar la desparasitación interna y externa conforme a un calendario sanitario diseñado por el Médico Veterinario Zootecnista, con el fin de controlar parásitos que afectan el desempeño productivo y la salud general de las becerras (Van Metre et al., 2019; FAO, 2011).

7.4 DE TRES MESES A SEIS MESES DE EDAD

Durante esta etapa de crecimiento acelerado, es indispensable mantener un manejo sanitario riguroso que permita prevenir enfermedades y promover un desarrollo óptimo. Se debe dar continuidad al programa de vacunación, asegurándose de aplicar las dosis de refuerzo conforme a las recomendaciones del fabricante. Además, es importante monitorear de forma regular la salud de las becerras y atender de manera oportuna cualquier signo clínico anormal para evitar retrasos en el crecimiento o pérdidas productivas (Quigley & Drewry, 1998; Heinrichs & Jones, 2016).

7.5 DE SEIS MESES A POCO ANTES DEL PRIMER SERVICIO REPRODUCTIVO

Previo al primer servicio reproductivo, es fundamental garantizar que las becerras se encuentren en óptimas condiciones sanitarias. Se deben realizar revisiones de salud periódicas y pruebas diagnósticas para confirmar que estén libres de enfermedades reproductivas. De igual forma, se debe continuar con los programas de vacunación y desparasitación para asegurar un adecuado estado de salud antes del inicio de la vida reproductiva (Van Metre et al., 2019; NRC, 2001).

Los animales que no cuentan con estas inmunizaciones quedan vulnerables a infecciones, lo que puede derivar en problemas sanitarios severos e incluso en la mortalidad de las becerras, afectando directamente la rentabilidad y sostenibilidad del sistema productivo (Radostits et al., 2007).

8 MANEJO DE LAS CRÍAS

8.1 DESCORNADO

El descornado es una práctica de manejo recomendada que debe realizarse lo más pronto posible después del nacimiento para minimizar el estrés y el dolor en las crías. Puede llevarse a cabo mediante el uso de cauterizador eléctrico, por ser práctico y económico, o mediante el método tradicional de aplicación de pastas cáusticas directamente sobre las protuberancias córneas (Stafford & Mellor, 2005; FAO, 2011).

Los principales métodos incluyen:

a) Cauterizador o cautín eléctrico, que aplica calor directamente sobre las protuberancias córneas.

b) Cauterizador de hierro candente, calentado al rojo vivo.

c) Uso de pastas cáusticas, aplicadas sobre el botón de crecimiento del cuerno.

d) Corte de cuernos en crías lactantes, realizado con pinzas descornadoras o sierra de Liess y posterior cauterización.

Estos procedimientos deben realizarse con personal capacitado y bajo condiciones higiénicas para reducir riesgos de infección (Stafford & Mellor, 2005).

8.2 EXTIRPACIÓN DE TETAS EXTRAS

La extirpación de tetas supernumerarias consiste en el corte de las tetas accesorias durante la primera semana de vida de la becerra, como medida preventiva contra mastitis y problemas en la ubre durante la etapa de lactación. Previo al procedimiento, se deben identificar cuidadosamente las tetas asimétricas que serán removidas y desinfectar el área antes y después del corte, utilizando tijeras limpias y desinfectadas (Radostits et al., 2007; FAO, 2011).

8.3 PESO CORPORAL

El registro de información técnica, como la fecha de nacimiento, el peso al nacimiento y el peso al destete, es una actividad fundamental para evaluar el potencial genético de las crías y su comportamiento productivo. En las hembras, esta información es la base para la selección de futuros reemplazos; en los machos, permite evaluar la rentabilidad del rancho, ya que la venta de becerros constituye una importante fuente de ingresos (Heinrichs & Jones, 2016).

El registro del peso corporal puede realizarse mediante básculas o, en su defecto, utilizando cintas métricas como alternativa práctica en unidades de producción familiar (Galaviz et al., 2000).

8.4 SOMATOMETRÍA

La somatometría se define como la medición del cuerpo y se realiza considerando tres dimensiones: el peso corporal expresado en kilogramos, la estatura a la cruz expresada en centímetros (Donovan & Braun, 1987) y la calificación de la condición corporal (CCC), evaluada en una escala de 1 a 5 (Edmonson et al., 1989).

La medición de la estatura a la cruz y a la cadera se realiza mediante un somatómetro, el cual consiste en una regla vertical con una escala métrica y una regla horizontal deslizante. Este método permite evaluar de manera sencilla y confiable el desarrollo esquelético y muscular de las becerras a lo largo del tiempo, especialmente en explotaciones que no cuentan con báscula de pesaje (Heinrichs, 2005).

8.5 ALTURA A LA CRUZ

La altura a la cruz es una medida alternativa utilizada en las explotaciones lecheras y se correlaciona con el peso vivo del animal. Como referencia general, se considera

adecuado que aproximadamente el 90 % de las becerras presenten una altura de entre 75 y 78 cm a la cruz en determinadas etapas del crecimiento (Heinrichs & Jones, 2016).

8.6 CIRCUNFERENCIA TORÁCICA

La medición de la circunferencia torácica es un método sencillo, económico y práctico para estimar el peso corporal en explotaciones que no cuentan con báscula. Esta medida sirve como guía para realizar ajustes, principalmente en el manejo alimenticio de las becerras (Cuadro 5). Un parámetro de referencia es que el 90 % de las becerras mantengan una condición corporal entre 2.0 y 2.25 en la escala utilizada (Heinrichs, 2005; NRC, 2001).

Cuadro 5

Equivalencias entre circunferencia torácica y peso corporal en becerras y vaquillas de razas lecheras

Holstein y Suizo Pardo		**Jersey**	
Circunferencia torácica (cm)	**Peso corporal (kg)**	**Circunferencia torácica (cm)**	**Peso corporal (kg)**
70.0	33	**70.0**	24
72.5	36	**72.5**	28
75.0	39	**75.0**	32
77.5	43	**77.5**	36
80.0	47	**80.0**	41
82.5	51	**82.5**	46
85.0	56	**85.0**	51
87.5	61	**87.5**	57
90.0	66	**90.0**	63
92.5	72	**92.5**	69
95.0	78	**95.0**	75
97.5	84	**97.5**	81
100.0	90	**100.0**	88
102.5	97	**102.5**	95
105.0	104	**105.0**	102
107.5	111	**107.5**	109
110.0	119	**110.0**	117
112.5	127	**112.5**	125
115.0	135	**115.0**	133
117.5	143	**117.5**	141
120.0	152	**120.0**	149
122.5	161	**122.5**	158
125.0	171	**125.0**	167
127.5	180	**127.5**	176
130.0	191	**130.0**	186
132.5	201	**132.5**	196
135.0	211	**135.0**	206
137.5	222	**137.5**	216
140.0	234	**140.0**	226
142.5	245	**142.5**	237
145.0	257	**145.0**	248
147.5	269	**147.5**	259
150.0	281	**150.0**	270
152.5	294	**152.5**	282
155.0	307	**155.0**	294

157.5	320	**157.5**	306
160.0	334	**160.0**	318
162.5	348	**162.5**	331
165.0	362	**165.0**	343
167.5	376	**167.5**	356
170.0	391	**170.0**	370
172.5	406	**172.5**	383
175.0	422	**175.0**	397
177.5	437	**177.5**	411
180.0	453	**180.0**	425
182.5	470	**182.5**	439
185.0	486	**185.0**	454
187.5	503	**187.5**	469
190.0	520	**190.0**	484
192.5	538	**192.5**	499
195.0	556	**195.0**	515
197.5	574	**197.5**	
200.0	592	**200.0**	

Fuente: Propia del autor.

8.7 SELECCIÓN DE REEMPLAZOS Y MEJORAMIENTO GENÉTICO

Toda la información técnica que se registra desde el nacimiento de la cría hasta el destete, como peso al nacimiento, ganancia diaria de peso, estado de salud y condición corporal, constituye la base para identificar a los mejores animales del hato. Estos registros permiten evaluar tanto el desempeño individual como la eficiencia del manejo aplicado durante la crianza, factores determinantes para la selección de animales con mayor potencial productivo (Heinrichs & Jones, 2016; VanRaden, 2020).

Después de la selección de sementales, la selección de las hembras al destete representa una de las inversiones más importantes dentro del proceso de mejoramiento genético de la unidad de producción. En esta selección deben considerarse tanto el componente genético del animal como el manejo al que fue sometido, ya que el fenotipo observado es resultado de la interacción entre genética y ambiente. Un manejo adecuado durante la etapa de crianza permite expresar el potencial genético de las becerras destinadas a reemplazo (NRC, 2001; Cassell, 2009).

En las unidades de producción de leche familiar, la mayoría de los reemplazos provienen del propio hato, representando aproximadamente el 43 % de las hembras de reemplazo. Esto indica que una proporción importante de las becerras se destina a sustituir a vacas adultas o de desecho, mientras que el resto corresponde a becerros destinados a la venta como fuente de ingreso. Esta situación resalta la necesidad de producir animales con buena calidad genética y libres de enfermedades, ya que la permanencia de animales con bajo potencial productivo o problemas sanitarios impacta negativamente la eficiencia y rentabilidad de la unidad de producción (FAO, 2011; Rosas & Villasana, 2022).

Para la selección de los mejores animales del hato, se recomienda priorizar las crías con mayor peso al destete y mejores tasas de crecimiento, ya que estos indicadores están asociados con una mejor eficiencia alimenticia y un mayor desempeño reproductivo y productivo en la vida adulta. Generalmente, estas becerras son hijas de vacas que alcanzaron la pubertad de forma temprana, se gestaron más rápidamente durante la época de empadre y presentaron mayores producciones de leche, lo que refleja la influencia del componente genético materno sobre el desempeño de la descendencia (Heinrichs, 2005; Ettema & Santos, 2004).

Por el contrario, no se recomienda seleccionar becerras con mala conformación, historial sanitario deficiente o aquellas provenientes de partos gemelares en los que el otro producto fue macho. Estas últimas, conocidas como freemartin, suelen presentar alteraciones en el desarrollo del aparato reproductor y, en la mayoría de los casos, son estériles, por lo que su inclusión como reemplazos genera pérdidas económicas y productivas (Roberts, 1986; Padula, 2005).

8.8 DESTETE, SELECCIÓN Y DESARROLLO DE HEMBRAS DE REEMPLAZO

En la ganadería nacional, el destete de becerros (hembras y machos) se realiza generalmente alrededor de los siete meses de edad; sin embargo, debido a que no todas las crías nacen en una misma fecha, es necesario estimar el peso al destete ajustado a 205 días, considerando becerras con edades entre 160 y 250 días. Este ajuste permite comparar de manera objetiva el desempeño de las crías y constituye una herramienta fundamental en los programas de mejoramiento genético, ya que facilita la selección de los animales con mayor potencial productivo, particularmente aquellos con mayor peso al destete (Bagley, 1993; Heinrichs & Jones, 2016). El ajuste del peso debe realizarse únicamente en becerras dentro del rango de edad establecido para evitar sesgos en la evaluación.

Una vez seleccionadas las becerras de mayor peso al destete, se recomienda realizar una segunda selección. En esta etapa se deben descartar las becerras excesivamente gordas, ya que tienden a presentar menor producción de leche en la vida adulta, así como aquellas con una estructura corporal excesivamente grande, debido a que esto puede incrementar el tamaño maduro de las vacas del hato y generar ineficiencias productivas, especialmente en sistemas con recursos limitados (Ettema & Santos, 2004; NRC, 2001). Mediante este proceso de selección, los ganaderos aseguran la permanencia de los mejores animales en el hato.

8.9 CRITERIOS DE SELECCIÓN PARA HEMBRAS DE REEMPLAZO EN LA ETAPA DE DESARROLLO

Para el productor, la adquisición o crianza de una vaquilla de reemplazo de alta calidad representa una inversión estratégica, ya que las vaquillas constituyen el cimiento genético del hato. Se espera que estas se conviertan en vacas fértiles, capaces de producir un becerro por año y de mantenerse productivas durante un largo periodo (Cassell, 2009).

El proceso de selección de vaquillas de reemplazo debe considerar diversas etapas:

1. Selección al destete,
2. Desarrollo desde el destete hasta el primer apareamiento,
3. Evaluación posterior al primer apareamiento y al primer parto, y
4. Reapareamientos exitosos.

Las vaquillas que no cumplan con los objetivos productivos y reproductivos establecidos deben ser descartadas en cualquier momento del proceso, con el fin de mantener la eficiencia del sistema (Heinrichs, 2005; VanRaden, 2020).

La selección de vaquillas con buen desarrollo corporal y una rápida concepción en su primer empadre tiene un impacto positivo y duradero sobre la productividad, la eficiencia reproductiva y la rentabilidad del hato (Ettema & Santos, 2004).

8.10 DESARROLLO DE LA HEMBRA DE REEMPLAZO Y ESTRUCTURA DEL HATO

Un programa de reemplazos consiste en dar continuidad al crecimiento corporal y a la maduración fisiológica de las crías, promoviendo la manifestación oportuna de la pubertad, la presentación del primer celo fértil, el primer servicio y, en consecuencia, la primera concepción a una edad y peso adecuados (Day & Anderson, 1998; NRC, 2001).

El objetivo de la selección de hembras al primer parto es sustituir a las vacas en producción que deben ser eliminadas del hato por causas reproductivas, sanitarias o de edad. Para lograrlo adecuadamente, es fundamental conocer los factores biológicos y de manejo que influyen en el número de novillas y vaquillas a primer parto disponibles anualmente (FAO, 2011).

Las unidades de producción generalmente deben generar internamente las vaquillas necesarias para reemplazar a las vacas improductivas, lo que implica conocer cuántas hembras se requieren para mantener el tamaño y el potencial productivo del hato, así como cuántas pueden destinarse a la venta como ingreso adicional (Rosas & Villasana, 2022).

Para el desarrollo del hato es necesario contar con información como:

a) Número de animales por lote,

b) Indicadores productivos y reproductivos actuales y metas futuras,

c) Registros técnicos y hojas de cálculo,

d) Capacidad de carga de los potreros (UA),

e) Área disponible para pastoreo, y

f) Proporción vacas: macho para el apareamiento, recomendándose una relación aproximada de 25 vacas por semental (Radostits et al., 2007).

La estructura del hato puede verse afectada por la tasa de parición, la proporción de sexos al nacimiento y las tasas de mortalidad y desecho. Por ello, el número de novillas que permanecen en el hato resulta del balance entre generación y venta, considerando factores como mortalidad, desecho voluntario e involuntario y edad al primer parto (Heinrichs & Jones, 2016).

8.11 ALIMENTACIÓN DE LAS VAQUILLAS DE REEMPLAZO

Uno de los principales objetivos en cualquier unidad de producción pecuaria es lograr vaquillas que ciclen a temprana edad, presenten facilidad de parto, produzcan crías con buen peso al destete y tengan una larga vida productiva en el hato (Bagley, 1993). Independientemente del genotipo, el peso corporal es un factor determinante para el inicio de la pubertad y la actividad reproductiva, observándose el primer estro fértil cuando la becerra alcanza aproximadamente el 40 % de su peso adulto (Day & Anderson, 1998).

En condiciones de buena alimentación, la madurez sexual puede presentarse alrededor de los 11 meses de edad; sin embargo, en regiones tropicales, el estrés calórico y la deficiente calidad de la dieta pueden retrasar la pubertad hasta los 14 o 15 meses de edad (Villagómez & Fajardo, 1990). Un mayor ritmo de crecimiento acorta la edad a la pubertad, por lo que la alimentación desde el destete hasta el primer servicio es determinante para lograr una preñez temprana y un mejor desempeño productivo y reproductivo (Bagley, 1993).

El National Research Council ha establecido los requerimientos nutrimentales de bovinos en crecimiento considerando raza, peso, etapa fisiológica y ganancia diaria esperada, lo que permite formular raciones balanceadas con diversos ingredientes disponibles en cada sistema productivo (NRC, 2001). Asimismo, existen suplementos comerciales que apoyan el crecimiento de las vaquillas, siendo su uso especialmente relevante en épocas de sequía o cuando la disponibilidad y calidad del forraje es limitada (Van Soest, 1994).

8.12 SELECCIÓN DE VAQUILLAS AL AÑO

Para evaluar adecuadamente las diferencias físicas entre las novillas al año de edad, es necesario realizar ajustes con base en las dimensiones del área pélvica, ya que esta medida permite estimar su relación con el tamaño del becerro al nacimiento y, por lo tanto, su capacidad para parir sin asistencia (Bagley, 1993; Noakes et al., 2019).

El mayor número de partos distócicos ocurre en vaquillas de primer parto, siendo la desproporción entre el tamaño del becerro al nacimiento y las dimensiones del área pélvica de la madre el principal factor que dificulta el parto. Por esta razón, la medición del área pélvica se utiliza como una herramienta de selección y desecho para reducir la probabilidad y severidad de partos distócicos, contribuyendo a mejorar el bienestar animal y la eficiencia reproductiva del hato (Meijering, 1984; Arthur et al., 2001).

La medición del área pélvica, que resulta del producto del largo y ancho del canal pélvico, se realiza mediante un pelvímetro entre los 320 y 410 días de edad de la vaquilla. Esta medición permite estimar si una vaquilla al primer parto podrá parir sin ayuda. La aplicación más común consiste en definir un área pélvica mínima; si el valor obtenido se encuentra por debajo del umbral establecido, la hembra es descartada como reemplazo (Bagley, 1993; Noakes et al., 2019). Como referencia, se recomienda un área pélvica mínima de aproximadamente 150 cm² para vaquillas de un año con 318 kg de peso corporal y de 180 cm² para aquellas con un peso cercano a 400 kg.

8.13 FINALIDAD ZOOTÉCNICA

De acuerdo con el objetivo productivo de la unidad de producción pecuaria, ya sea la producción de becerros al destete o la producción de leche y becerros, el productor debe evaluar cuidadosamente las condiciones del medio ambiente donde se desarrollará el hato, así como seleccionar la raza o cruzamiento más adecuado al sistema productivo y a la disponibilidad de recursos (FAO, 2011; Rosas & Villasana, 2022).

En los sistemas de producción de doble propósito, es común recomendar la cruza de razas europeas especializadas, como Pardo Suizo o Simmental, con razas cebuínas como Brahman, Nelore, Gyr o Indobrasil. Este tipo de cruzamientos permite obtener animales con mayor rusticidad, adaptación al trópico y un balance adecuado entre producción de leche y carne (McDowell, 1985; Madalena, 2008). Bajo condiciones de pastoreo y manejo adecuado, las hembras producto de estos cruzamientos pueden alcanzar picos de lactación cercanos a los 20 L de leche, mientras que los machos destinados a carne pueden alcanzar peso de sacrificio alrededor de los dos años (Madalena, 2008; FAO, 2011).

8.14 SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN ECONÓMICA

Toda actividad productiva debe generar ganancias para que resulte sostenible en el tiempo. En este sentido, las unidades de producción de leche bajo el sistema familiar también deben buscar la rentabilidad, lo cual requiere llevar un control sistemático de las inversiones realizadas, los gastos de operación y las ventas de los productos obtenidos. La implementación de registros económicos permite realizar evaluaciones periódicas y determinar si la crianza de becerras y la producción de vaquillas de reemplazo resultan económicamente viables (FAO, 2011; Heinrichs & Jones, 2016).

8.15 REGISTROS ECONÓMICOS

El seguimiento de la información económica de una unidad de producción lechera puede realizarse mediante formatos previamente diseñados o mediante libretas de registro que incluyan variables como activos, compras y ventas. Aunque el nivel de detalle de los registros depende del tamaño de la empresa, se recomienda registrar los activos al menos una vez por año, mientras que las compras y ventas deben anotarse conforme se realizan. Este control facilita la toma de decisiones, la planeación del crecimiento del hato y la evaluación de la rentabilidad del sistema productivo (FAO, 2011; Rosas & Villasana, 2022).

9 DISCUSIÓN

La utilización de componentes tecnológicos en los sistemas de producción de leche familiar o de traspatio depende fundamentalmente del beneficio esperado por los productores, así como del capital disponible para invertir en cada elemento susceptible de mejora. En estos sistemas, la adopción tecnológica suele ser gradual y selectiva, privilegiando aquellas prácticas que generan un impacto directo en la productividad, la reducción de pérdidas y la eficiencia del uso de los recursos disponibles (FAO, 2011; Herrero et al., 2010).

Dentro de cada explotación es necesario analizar el nivel productivo individual de cada unidad o productor, con el fin de utilizarlo como referencia para la toma de decisiones. Este análisis permite realizar adecuaciones orientadas a reducir, controlar o redistribuir los costos de producción, no solo en el rubro de la alimentación del ganado, sino también en aspectos como sanidad, reproducción y manejo general del hato. En particular, el ajuste de las raciones debe basarse en la disponibilidad local de forrajes, procurando que estos sean de buena calidad, ya que constituyen la base alimenticia de los sistemas lecheros familiares (Van Soest, 1994; Rosas & Villasana, 2022).

En vacas lecheras de alto potencial productivo, los requerimientos energéticos y proteicos se incrementan considerablemente, lo que obliga al productor a complementar el manejo tradicional del animal con estrategias nutricionales más precisas. Los forrajes por sí solos suelen ser insuficientes para cubrir la demanda de energía y proteína requerida para sostener elevados niveles de producción de leche, especialmente durante el pico de lactación (NRC, 2001; Heinrichs & Jones, 2016).

El uso de concentrados en la ración de la vaca lechera permite aportar fuentes adicionales de energía y proteína, complementando a los forrajes y facilitando el cumplimiento de los requerimientos nutricionales del animal. De esta manera, los concentrados se convierten en insumos clave para la formulación de dietas balanceadas que maximizan la producción lechera y mejoran la eficiencia alimenticia del hato (Khan et al., 2011; NRC, 2001).

No obstante, la cantidad de concentrado que una vaca puede recibir diariamente debe estar directamente relacionada con su nivel productivo y con la capacidad económica del productor, ya que el uso excesivo de estos insumos incrementa significativamente los costos de producción. El principal reto en los sistemas lecheros familiares consiste en lograr un equilibrio entre el suministro adecuado de nutrientes y el control de los costos, de manera que se mantenga el nivel productivo sin comprometer la rentabilidad de la unidad de producción (FAO, 2011; Thornton, 2010).

10 CONCLUSIÓN

El propósito del presente proyecto fue contribuir al uso más eficiente de los recursos agrícolas y pecuarios disponibles en los sistemas de lechería familiar, de manera que el productor pueda definir de forma clara los usos y aplicaciones de dichos recursos en función de sus necesidades productivas, económicas y sociales. En este tipo de sistemas, la rentabilidad de la unidad de producción se encuentra directamente sustentada en el número de animales, el nivel productivo alcanzado y la finalidad de uso o comercialización del principal producto, que es la leche (FAO, 2011; Rosas & Villasana, 2022).

Los resultados y recomendaciones derivadas del proyecto muestran que la aplicación gradual y estratégica de componentes tecnológicos en la producción de leche familiar, ajustados a los distintos niveles productivos, permite mejorar la eficiencia del sistema sin comprometer la viabilidad económica del productor. Aspectos clave como los sistemas de crianza de becerras, los programas de reemplazo de vaquillas, el manejo sanitario, la higiene en la ordeña y la producción y conservación de forrajes constituyen

pilares fundamentales para el fortalecimiento de las unidades de producción lechera familiar (Heinrichs & Jones, 2016; NRC, 2001).

Asimismo, se concluye que la capacitación permanente de productores y técnicos es un elemento indispensable para la correcta implementación de estas prácticas, ya que facilita la adopción de tecnologías apropiadas, mejora la toma de decisiones y favorece la sostenibilidad productiva y económica de los sistemas lecheros familiares. De esta manera, el proyecto cumple con el objetivo planteado al proporcionar herramientas técnicas que permiten optimizar el manejo integral del hato, asegurar la calidad de los animales de reemplazo y contribuir al desarrollo y permanencia de la lechería familiar en el país (FAO, 2011; Thornton, 2010).

REFERENCIAS

Arthur, G. H., Noakes, D. E., Pearson, H., & Parkinson, T. J. (2001). Veterinary reproduction and obstetrics (8th ed.). Saunders.

Bagley, C. P. (1993). Nutritional management of replacement heifers. Journal of Animal Science, 71(11), 3155–3163.

Bath, D. L., Dickinson, F. N., Tucker, H. A., & Appleman, R. D. (1986). Dairy cattle: Principles, practices, problems, profits (3rd ed.). Lea & Febiger.

Cassell, B. G. (2009). Using phenotype and genotype in dairy cattle selection. Journal of Dairy Science, 92(1), 404–410.

Costa, J. H. C., Cantor, M. C., & Neave, H. W. (2021). Precision technologies for dairy calves and management applications. Journal of Dairy Science, 104(1), 1203–1219. https://doi.org/10.3168/jds.2019-17885

Costa, J. H. C., von Keyserlingk, M. A. G., & Weary, D. M. (2021). Benefits of colostrum management for dairy calves. Journal of Dairy Science, 104(1), 505–515.

Currin, F. J., Bailey, T., & Bass, T. (1999). Developing vaccination programs for cattle in Virginia. Virginia Cooperative Extension.

Currin, J. F., Whittier, J. C., & Currin, N. (1999). Designing herd health programs. Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice, 15(2), 231–245.

Davis, C. L., & Drackley, J. K. (1998). The development, nutrition, and management of the young calf. Iowa State University Press.

Day, M. L., & Anderson, L. H. (1998). Current concepts on the control of puberty in cattle. Journal of Animal Science, 76(Suppl. 3), 1–15.

Donovan, G. A., & Braun, R. K. (1987). Calf growth and management. Journal of Dairy Science, 70(2), 352–359.

Donovan, G. A., & Braun, R. K. (1987). Evaluation of dairy replacement-rearing programs. Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian, 9(4), F133–F139.

Drackley, J. K. (2008). Calf nutrition from birth to breeding. Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice, 24(1), 55–86.

Drillich, M., Beetz, O., Pfützner, A., Sabin, M., Sabin, H. J., Kutzer, P., Nattermann, H., & Heuwieser, W. (2006). Evaluation of a systemic antibiotic treatment of retained fetal membranes in dairy cows. Journal of Dairy Science, 89(2), 627–635.

Eadie, J. (2025). Technological components for calf management in small-scale dairy systems. Manual técnico de producción lechera.

Eadie, T. (2025). Smarter calf management: How precision tools are redefining dairy success. Dairy Producer.

Edmonson, A. J., Lean, I. J., Weaver, L. D., Farver, T., & Webster, G. (1989). A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. Journal of Dairy Science, 72(1), 68–78.

Ettema, J. F., & Santos, J. E. P. (2004). Impact of age at first calving on lactation, reproduction, health, and income in first-parity Holsteins on commercial farms. Journal of Dairy Science, 87(8), 2730–2742.

FAO. (2010). Análisis de sistemas integrados de agricultura y ganadería. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

FAO. (2011). Guía de buenas prácticas de manejo y bienestar animal en explotaciones lecheras. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

FAO. (2018). Dairy development and livestock systems. FAO Animal Production and Health Series.

FAO. (2019). Milk and dairy products in human nutrition. FAO.

Galaviz, R. J. R. (2005). Panorama y perspectivas de la producción ganadera en el estado de Tlaxcala. In Memoria del 1er. Foro de Experiencias en Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria y Forestal en el Estado de Tlaxcala 1999-2003 (pp. 218–225). INIFAP-Tlaxcala.

Galaviz, J. R. (2005). Manual práctico para la crianza de becerras en sistemas familiares. Universidad Autónoma Chapingo.

Galaviz, J. R., López, A., & Hernández, M. (2000). Manejo y crianza de becerras en sistemas de producción lechera familiar. Técnica Pecuaria en México, 38(2), 123–135.

Galaviz, R. J. R., González, O. A. T., Calderón, R. R. C., & Lagunes, L. J. (2000). Guía para la crianza de becerras en el sistema de lechería familiar (Folleto técnico No. 23).

Godden, S. (2008). Colostrum management for dairy calves. Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice, 24(1), 19–39.

Grummer, R. R., Mashek, D. G., & Hayirli, A. (2004). Dry matter intake and energy balance in the transition period. Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice, 20(3), 447–470.

Heinrichs, A. J., & Jones, C. M. (2016). Heifer rearing: A guide to successful dairy replacement management. Penn State Extension.

Heinrichs, A. J. (2005). Raising dairy replacements to meet the needs of the 21st century. Penn State Extension.

Herrero, M., Havlík, P., Valin, H., Notenbaert, A., Rufino, M. C., Thornton, P. K., Blümmel, M., Weiss, F., Grace, D., & Obersteiner, M. (2013). Biomass use, production, feed efficiencies, and greenhouse gas emissions from global livestock systems. Proceedings

of the National Academy of Sciences of the United States of America, 110(52), 20888–20893. https://doi.org/10.1073/pnas.1308149110

Herrero, M., Thornton, P. K., Notenbaert, A. M., Wood, S., Msangi, S., Freeman, H. A., Bossio, D., Dixon, J., Peters, M., van de Steeg, J., Lynam, J., Parthasarathy Rao, P., Macmillan, S., Gerard, B., McDermott, J., Seré, C., & Rosegrant, M. (2010). Smart investments in sustainable food production: Revisiting mixed crop-livestock systems. Science, 327(5967), 822–825. https://doi.org/10.1126/science.1183725

INEGI. (2020). Censo Agropecuario 2019. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México.

Khan, M. A., Weary, D. M., & von Keyserlingk, M. A. G. (2011). Effects of milk ration on solid feed intake, weaning, and performance in dairy heifers. Journal of Dairy Science, 94(2), 1071–1081.

Madalena, F. E. (2008). Dairy cattle genetic improvement in developing countries: Lessons from Brazil. Livestock Research for Rural Development, 20(12).

McDowell, R. E. (1985). Crossbreeding in tropical areas with emphasis on milk, health, and fitness. FAO Animal Production and Health Paper.

McGuirk, S. M., & Collins, M. (2004). Managing the production, storage, and delivery of colostrum. Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice, 20(3), 593–603. https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2004.06.005

Mee, J. F. (2004). Managing the dairy cow at calving time. Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice, 20(3), 521–546.

Mee, J. F. (2008). Managing the dairy cow at calving time. Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice, 24(2), 295–311.

Mee, J. F. (2008). Prevalence and risk factors for dystocia in dairy cattle—a review. The Veterinary Journal, 176(1), 93–101.

Mee, J. F. (2012). Managing the dairy cow at calving time. Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice, 28(3), 489–502.

Meijering, A. (1984). Dystocia and pelvic dimensions in cattle. Veterinary Clinics of North America: Large Animal Practice, 6(2), 315–330.

Noakes, D. E., Parkinson, T. J., & England, G. C. W. (2019). Arthur's veterinary reproduction and obstetrics (10th ed.). Elsevier.

NRC (National Research Council). (2001). Nutrient requirements of dairy cattle (7th rev. ed.). National Academies Press.

OIE. (2019). Manual of diagnostic tests and vaccines for terrestrial animals. World Organisation for Animal Health.

Overton, T. R., & Waldron, M. R. (2004). Nutritional management of transition dairy cows: Strategies to optimize metabolic health. Journal of Dairy Science, 87(E. Suppl.), E105–E119.

Padula, A. M. (2005). The freemartin syndrome: An update. Animal Reproduction Science, 87(1–2), 93–109.

Quigley, J. D., & Drewry, J. J. (1998). Nutrient and immunity transfer from cow to calf. Journal of Dairy Science, 81(10), 2779–2790.

Quiroz, H., Figueroa, J., & Ibarra, F. (2011). Parasitología veterinaria. Editorial Limusa.

Radostits, O. M., Gay, C. C., Hinchcliff, K. W., & Constable, P. D. (2007). Veterinary medicine: A textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goats (10th ed.). Saunders Elsevier.

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

Robers, M. (2021). Principles of vaccination and immune response in cattle. Veterinary Immunology and Immunopathology, 234, 110–118.

Roberts, S. J. (1986). Veterinary obstetrics and genital diseases (Theriogenology). Edwards Brothers.

Roche, J. R., Friggens, N. C., Kay, J. K., Fisher, M. W., Stafford, K. J., & Berry, D. P. (2009). Body condition score and its association with dairy cow productivity, health, and welfare. Journal of Dairy Science, 92(12), 5769–5801.

Rosas, L. M., & Villasana, L. P. (2022). Adopción de tecnologías en sistemas de producción agroalimentario: Una revisión de literatura. RIVAR, 9(26).

Rosas, J., & Villasana, E. (2022). Crianza artificial de becerras y su impacto en la eficiencia productiva de sistemas lecheros familiares en México. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, 13(2), 489–502.

Santiago Solano, A. D., Velázquez Contreras, L., Moreno Dena, J. M., & Salazar Solano, V. (2020). Innovación e integración productiva en un sistema bovino con doble propósito del noroeste de México. Región y Sociedad.

Santiago, A., López, J., Martínez, R., & Gómez, L. (2020). Integración agricultura–ganadería como estrategia para la sostenibilidad de sistemas productivos rurales. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, 11(3), 745–758.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (2002). Manual de organización de la comisión técnico-consultiva de coeficientes de agostadero. http://normateca.sagarpa.gob.mx/ArchivosNormateca/manual_3.pdf

SIAP. (2023). Producción pecuaria: Leche de bovino. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, México.

Silva, F. G., Caseicao, C., & Silva, R. S. (2023). Literature review on technological applications to monitor and evaluate calves' health and welfare. Animals, 13(7), 1148.

Silva, M. E., González, F., & Pérez, R. (2023). Manejo nutricional de vacas en preparto y su impacto en la salud metabólica. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, 14(1), 112–125.

Soberon, F., Raffrenato, E., Everett, R. W., & Van Amburgh, M. E. (2012). Preweaning milk intake and effects on long-term productivity of dairy calves. Journal of Dairy Science, 95(2), 783–793.

Stafford, K. J., & Mellor, D. J. (2005). Dehorning and disbudding distress and its alleviation in calves. The Veterinary Journal, 169(3), 337–349.

Svensson, C., & Liberg, P. (2006). The effect of group size on health and growth rate of Swedish dairy calves housed in pens with automatic milk-feeders. Preventive Veterinary Medicine, 73(1), 43–53.

Svensson, C., Lundborg, K., Emanuelson, U., & Olsson, S. O. (2003). Morbidity in Swedish dairy calves from birth to 90 days of age. Preventive Veterinary Medicine, 58(3–4), 179–197.

Thornton, P. K. (2010). Livestock production: Recent trends, future prospects. Philosophical Transactions of the Royal Society B, 365(1554), 2853–2867.

Thornton, P. K., & Herrero, M. (2015). Adapting to climate change in the mixed crop and livestock farming systems in sub-Saharan Africa. Nature Climate Change, 5, 830–836.

Tizard, I. R. (2020). Veterinary immunology (10th ed.). Elsevier.

Van Metre, D. C., Callan, R. J., & Garry, F. B. (2019). Health management of dairy calves. Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice, 35(1), 1–20.

Van Metre, D. C., Galyean, M. L., & Branine, M. E. (2019). Veterinary medicine: A textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goats (11th ed.). Elsevier.

Van Soest, P. J. (1994). Nutritional ecology of the ruminant (2nd ed.). Cornell University Press.

VanRaden, P. M. (2020). Genomic selection in dairy cattle. Journal of Dairy Science, 103(1), 1–9.

Villagómez, A. E., & Fajardo, G. J. (1990). Comportamiento reproductivo de vacas cebú mantenidas en clima tropical. In T. M. Valdovinos, G. F. Cisneros, & L. H. Barradas (Eds.), X Simposium de Ganadería Tropical. Bovinos Productores de Carne (pp. 63–68). INIFAP, CIFAP-VER.

Villagómez, E., & Fajardo, R. (1990). Factores que afectan la pubertad en vaquillas en el trópico. Técnica Pecuaria en México, 28(3), 145–152.

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

Weaver, D. M., Tyler, J. W., VanMetre, D. C., Hostetler, D. E., & Barrington, G. M. (2000). Passive transfer of colostral immunoglobulins in calves. Journal of Veterinary Internal Medicine, 14(6), 569–577.