



# MANUAL DE MANEJO SISTEMAS INTENSIVOS SOSTENIBLES DE GANADERÍA DE LECHE

ACCIONES CLIMÁTICAS EN EL SECTOR AGROPECUARIO







# MANUAL DE MANEJO SISTEMAS INTENSIVOS SOSTENIBLES DE GANADERÍA DE LECHE

ACCIONES CLIMÁTICAS EN EL SECTOR AGROPECUARIO

**Elaborado por:**  
Edwin Pérez Gutiérrez

San José, Costa Rica. 2017.

636.21

C837mn Costa Rica. Instituto Nacional de Innovación  
y Transferencia en Tecnología Agropecuaria  
Manual de manejo: sistemas intensivos sostenibles de  
ganadería de leche / Elaborado por Edwin Pérez Gutiérrez.  
-- San José, C.R. : INTA, 2017.  
54 p.  
ISBN 978-9968-586-32-0  
1. GANADO DE LECHE. 2. CRIANZA INTENSIVA.  
I. Pérez Gutiérrez, Edwin. II. Título.

**Elaborado por:**

Ing. Edwin Pérez Gutiérrez, MSc.  
Consultor INTA-Fundecooperación

**Editado por:**

Laura Ramírez Cartín  
María Mesén Villalobos  
Jorge Morales Gongález

**Comité Editorial del INTA:**

Carlos Cordero Morales  
Juan Mora Montero  
Laura Ramírez Cartín  
María Mesén Villalobos  
Nevio Bonilla Morales

**Diseño y diagramación:**

Handerson Bolivar Restrepo

# CONTENIDO

Contenido .....	3
Presentación .....	5
¿Qué es un sistema de lechería intensivo sostenible? .....	7
El sistema de lechería intensiva: reproducción y lactancia deben conjugarse para el éxito .....	7
La intensificación implica hacer un buen uso del recurso tierra....	10
La finca lechera sostenible debe ser rentable y estar en armonía con el medio ambiente.....	11
Requisitos para tener un buen sistema de lechería tropical .....	14
La sanidad, mejora genética y alimentación deben combinarse adecuadamente .....	14
Evolución de los sistemas lecheros de Costa Rica: un poco de historia .....	15
El manejo de las crías es clave .....	17
El ordeño con o sin la presencia del ternero .....	18
La alimentación en la lechería intensiva sostenible.....	20
El pasto de piso es la base de la alimentación.....	22
Los suplementos forrajeros .....	29
Los forrajes conservados .....	32
Los suplementos no forrajeros .....	35
La mejora genética y la lechería intensiva sostenible.....	38
La selección.....	41
La producción de leche.....	41
El intervalo entre partos (IEP).....	43
El crecimiento .....	44
El cruzamiento .....	44
La genómica: una nueva herramienta del mejoramiento genético.....	47

La salud animal en la finca intensiva de leche .....	48
Las enfermedades más relevantes .....	48
Enfermedades de importancia para los sectores público y privado .....	50
Los parásitos .....	51
Enfermedades metabólicas .....	52
Literatura citada.....	53

# PRESENTACIÓN

La ganadería comercial ocupa un lugar social y económico importante en el país, porque genera empleo en el campo, para la familia y para otras personas más, directa e indirectamente. Además, es una fuente de alimentos y nutrientes de alta calidad para la población humana. Y por si esto fuera poco, el bovino, manejado adecuadamente, es un componente clave que interactúa, con el suelo, con las plantas y el medio, enriqueciendo los ecosistemas.

Al ser la ganadería un sistema de producción complejo, la alimentación, la reproducción, la genética y la salud animal, sus principales componentes, deben manejarse integralmente, para que genere beneficios económicos, sociales y ambientales sostenibles, para las presentes y futuras generaciones. Ante los retos actuales de la competitividad de los mercados y el cambio climático, los compromisos con las futuras generaciones y las responsabilidades con el ambiente, la ganadería debe ser intensiva y eficiente en el uso de los recursos de la finca.

Las condiciones tropicales de Costa Rica, ofrece a los sistemas ganaderos, una abundante dotación de nutrientes de bajo costo, en las pasturas bien manejadas y crecimientos exuberantes de forrajes y otros alimentos, que complementan y suplementan los nutrientes de las pasturas, permitiendo producciones altas de leche y de carne de bajo costo por unidad de área. Esto siempre y cuando, esa disponibilidad abundante de forraje que se obtiene por medio del pastoreo rotacional, sumada a una planificación alimentaria que satisfaga los requerimientos nutricionales anuales de los animales, vaya acompañada por la salud animal y el manejo de la reproducción y un perfil genético animal adecuado, capaces de hacer la conversión eficiente de esos nutrientes bajo las condiciones de estrés calórico del trópico. Factor que suma positivamente en el balance de carbono del sistema.

Objetivos claros de producción en leche o carne, apostando a superar los retos de la competitividad y cambio climático, permiten ver los beneficios del manejo de las pasturas, la planificación alimentaria anual, la salud, el manejo de la reproducción y el perfil genético adecuado con fines comerciales y de adaptación al cambio climático.

El presente documento tiene como finalidad, orientar a técnicos y productores, en la ruta a seguir hacia una ganadería intensiva sostenible de producción bovina. Con apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID); El Programa BID-FOMIN y FUNDECOOPERACION, el Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA) y el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), se implementaron fincas modelo como instrumentos de capacitación y difusión de ganaderías intensivas sostenibles.

Esta publicación ha sido financiada por BID-FOMIN y se enmarca con la colaboración del proyecto “Desarrollo de capacidades en técnicos y productores en medidas climáticas para promover los sistemas agropecuarios sostenibles”, ejecutado por INTA y FUNDECOOPERACION.

Ing. Jorge Morales González, Ph.D.  
INTA, Costa Rica



# ¿QUÉ ES UN SISTEMA DE LECHERÍA INTENSIVO SOSTENIBLE?

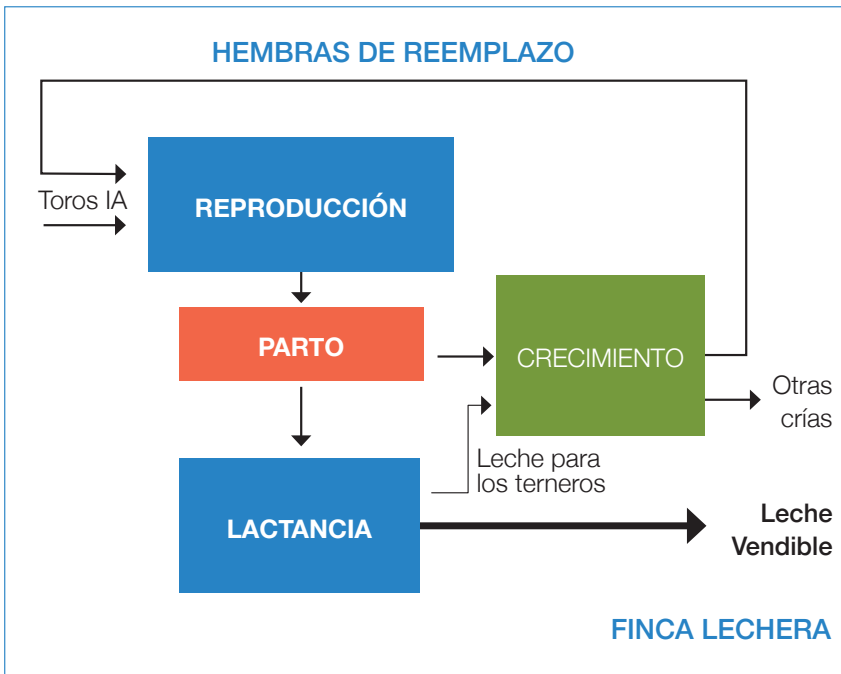
## El sistema de lechería intensiva: reproducción y lactancia deben conjugarse para el éxito

Los sistemas lecheros en el mundo se basan en la cosecha (manual o mecánica) de leche de las vacas, originalmente destinada por la naturaleza para la alimentación de las crías, para usarla (como leche cruda o transformada en productos lácteos) en la alimentación del ser humano. El hombre ha seleccionado a las vacas para alcanzar niveles de producción muy superiores a los requeridos para la alimentación de sus crías. El consumo per cápita de leche por el hombre es, en muchos países incluyendo a Costa Rica, superior a los 200 kg por año.

Para una producción exitosa de leche es necesario que se combinen dos funciones en el animal; la reproducción y la lactancia. Para que una vaca inicie la síntesis de leche (en la glándula mamaria), debe estar próxima al parto; una serie de interacciones hormonales exigen un parto para que la lactancia ocurra plenamente. Por ello el comportamiento reproductivo en el ganado lechero es importante, no solo para producir más animales, sino para poder cosechar la leche.

Para lograr ordeños exitosos, algunas vacas requieren de la presencia del ternero, que, a través del estímulo del amamantamiento, permite cosechar la leche; otras vacas sí pueden ser ordeñadas sin la presencia del ternero. La necesidad de ordeñar con o sin el ternero, diferencia los sistemas de lechería especializada de los llamados de “doble propósito”. Adicionalmente se da la decisión de criar o no los terneros machos; en ambas situaciones (doble propósito o lechería especializada) pueden criarse los machos; la

diferencia está en el amamantamiento. La decisión de criar o no los terneros machos (o algunas de las hembras) depende de la factibilidad económica de hacerlo (costo de la alimentación vs el ingreso por su venta).



Las fincas lecheras intensivas se pueden manejar con niveles muy variables de uso de tecnología en la infraestructura, alimentación, manejo de terneros, ordeño, manejo de pasturas y controles (producción y económicos).



Figura 1. Crianza artificial.



Figura 2. Amamantamiento.



Figura 3. Ordeño mecánico.



Figura 4. Ordeño manual.



Figura 5. Estabulación.



Figura 6. Pastoreo.

## La intensificación implica hacer un buen uso del recurso tierra

El aspecto que más define que un sistema sea intensivo, es **la cantidad de animales que se tienen por unidad de superficie**. La tierra es el recurso de mayor costo de las fincas y debemos sacarle el mayor provecho posible. En Costa Rica el promedio de bovinos que se tienen es de solo 1,22 cabezas por hectárea (INEC 2015) y esto debe mejorarse rápidamente.

La principal limitante para aumentar la carga animal (número de animales por hectárea) es la disponibilidad de pastos. Los pastos son el principal recurso alimenticio de las fincas y la cantidad presente es lo que define el número de animales que se pueden tener. Para los sistemas lecheros, las vacas en producción deben aumentar su consumo de alimentos de forma significativa; cada animal consume alimentos de acuerdo a sus necesidades, y una vaca que es más grande, que debe producir leche para su venta, y nutrientes para el feto que debe tener en su vientre, necesita una mayor y mejor alimentación que, por ejemplo, una ternera de un año, que solo come para llenar las necesidades de su crecimiento.

Para poder comparar la capacidad de tener ganado de las fincas se ha definido el concepto de **Unidad Animal**, que consiste en asignarle un valor relativo a cada categoría de ganado, de acuerdo a su consumo de pastos. Por ejemplo, si una vaca adulta tiene el valor de 1, una ternera de año se le asigna 0,5, como indicador de que requiere la mitad de área de pastoreo que una vaca. En el siguiente cuadro se muestra la carga animal de una finca lechera, expresada por cabezas, o por Unidad Animal.

Cuadro 1. Carga animal de una finca lechera de 15 hectáreas de pasto, expresada por cabeza y por Unidad Animal (UA)

Categoría animal	Unidad Animal equivalente	Número de animales	
		Cabezas	Unidades Animales
Toro reproductor	1,25	1	1,25
Vacas adultas	1	30	30
Vaquillas/Novillas	0,75	10	7,5
Terneros (as) < 1 año	0,50	25	12,5
Total		66	51,25
Carga animal/ha pasto		4,4 cabezas/ha.	3,41 UA/ha.

**Una finca lechera intensiva debe tener más de 3 UA/ha de pastos;** de nuevo ello depende de la disponibilidad de forrajes y de su manejo, así como de la alimentación suplementaria que se use.

## La finca lechera sostenible debe ser rentable y estar en armonía con el medio ambiente

Las fincas sostenibles (que perduran a lo largo de muchos años) deben producir una ganancia económica que cubra las necesidades familiares básicas (alimentación, educación, salud, entretenimiento, ahorro). La mayoría de las fincas lecheras de Costa Rica son pequeñas y manejadas por sus mismos dueños (mano de obra de tipo familiar) por lo que la ganancia anual es el retorno al trabajo de la familia; si no hay ganancias, deben buscarse otras fuentes de ingreso y la operación no tiene viabilidad. Para estimar las utilidades de una finca el productor debe registrar los ingresos (que son principalmente por venta de leche o quesos) y monitorear los costos de la finca (alimentación, mano de obra, sanidad animal, mantenimiento, impuestos, costos financieros si se tienen deudas, depreciaciones, etc.) de manera que el resultado neto sea positivo.

Los factores biológicos que sustentan la rentabilidad de las fincas son la lactancia, de manera que se produzca leche vendible, la reproducción (meta de un ternero por vaca por año), el crecimiento de las crías producidas y tener cargas animales elevadas (más de 3 UA/ha).

Una finca lechera intensiva que opera en armonía con el ambiente debe tener las siguientes características:

- a.** Cuidar el recurso suelo: debe evitarse tener suelo desnudo, característico de zonas donde el pasto se ha degradado, o por pastoreo en zonas de mucha pendiente (más de 50 %). El suelo desnudo es susceptible a erosión, lo que disminuye la producción forrajera y con ella la producción animal.
- b.** Cuidar el recurso agua: las nacientes, quebradas y ríos deben protegerse con vegetación densa, que ayude a la conservación de agua (cantidad y calidad). Los animales nunca deben consumir agua directamente de las fuentes naturales (construir sistemas de captación, distribución y abrevaderos apropiados). En la mayoría de las fincas existen además amplias posibilidades de cosechar agua llovida, que ahorra agua de las fuentes naturales y es una fuente muy barata de agua para lavado, consumo animal y riego.
- c.** Proteger los bosques primarios: son fuentes de agua y biodiversidad y depósitos importantes de carbono; los animales domésticos no deben tener acceso irrestricto al bosque.
- d.** Estimular la presencia de árboles en potreros y cercos: los árboles cumplen muchas funciones en las fincas ganaderas y por ello deben estar presentes en los potreros (árboles aislados, bosquetes) y en las cercas. Ofrecen alimentos y sombra para el ganado, son soporte para cercos, contribuyen al reciclaje de nutrientes, algunos fijan nitrógeno al suelo, contribuyen a la biodiversidad de las fincas y pueden ser una fuente extra de ingresos para el productor (madera, frutos, servicios ambientales). Son además fundamentales en el balance de carbono de las fincas ganaderas.
- e.** Tener un cuidadoso manejo de excretas. Las fincas lecheras tienden a acumular excretas en la sala de ordeño, en las áreas

de suplementación y descanso, y en los repastos, debido a que usualmente se tienen cargas animales elevadas. El paso más simple de manejo de excretas es la distribución de las deyecciones que quedan en el aparcadero luego del pastoreo; ello contribuye a mejorar la fertilidad del suelo y evita los acúmulos de excretas que en el pastoreo siguiente afectan negativamente el consumo del pasto que allí crece. Adicionalmente deben tenerse métodos de recolección, procesamiento y almacenamiento de las excretas acumuladas en las instalaciones; esto se puede convertir en un recurso útil como fertilizante o combustible en las fincas, pero si no se tratan, son un contaminante de aire, agua y suelos.



Figura 7. Elementos a considerar en una finca de lechería tropical.

# REQUISITOS PARA TENER UN BUEN SISTEMA DE LECHERÍA TROPICAL

## La sanidad, mejora genética y alimentación deben combinarse adecuadamente

La lechería tropical busca obtener la mayor cantidad de leche producida por unidad de superficie. Se busca tener altas cargas animales, pero además se deben combinar tres aspectos íntimamente relacionados:

- a. Tener buenos animales, con **potencial genético** para reproducirse y producir leche
- b. Esos animales deben estar **sanos**, de manera que su potencial de producción se manifieste, y
- c. Que esos buenos animales sanos tengan acceso a una alimentación que les permita reproducirse y producir altas cantidades de leche.

Una finca lechera bien “manejada” opera con buenos animales (calidad genética que les permita producir en el ambiente donde se ubica la finca), que estén sanos (libres de problemas sanitarios que les impidan manifestar su potencial genético para producir) y que, al mismo tiempo, deben ser alimentados de manera que obtengan todos los “nutrientes” que requieren. La toma de decisiones en la escogencia de los animales, en la prevención y control de los retos sanitarios y en la producción (y/o compra) de los alimentos requeridos, es lo que se conoce como el manejo de la finca lechera.



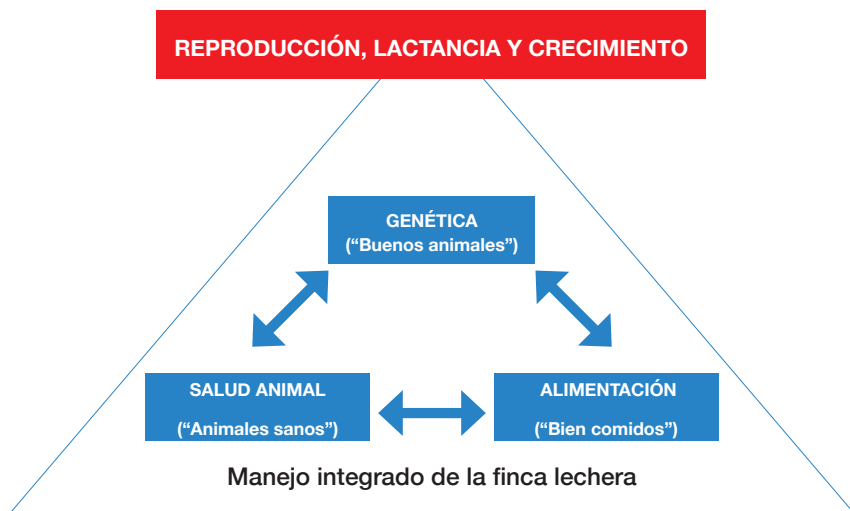


Figura 8. Requisitos para un manejo adecuado del sistema.

## Evolución de los sistemas lecheros de Costa Rica: un poco de historia

Los sistemas de lechería (especializada o de doble propósito) y los de cría para carne, se diferencian en que en los primeros se da una **extracción total o parcial** de la leche que las vacas producen (no toda es consumida por las crías). La cantidad de leche extraída puede oscilar mucho dependiendo del potencial genético de la vaca para producir, de la alimentación que se le ofrece y de las decisiones del productor (manejo). La principal coincidencia entre la crianza sin ordeño y el doble propósito, es que son los sistemas que aportan los machos que se desarrollan y engordan en los sistemas de carne. En la lechería especializada se da el ordeño sin la presencia de los terneros, y usualmente los machos son eliminados del hato (no se crían); la leche se destina a la venta para consumo humano.

Detalles históricos de la evolución de la ganadería costarricense han sido recopilados por varias publicaciones (De Alba 2011, Vargas 1950 y Muñoz 2002). El bovino llegó a Costa Rica con los primeros colonizadores españoles a inicios del Siglo XVI; el traer bovinos implicaba traer la “alimentación caminando”, ya que se obtenía leche y carne según las necesidades de los colonizadores sin tener que transportarla. Desde esa época se ordeñaron algunas de las vacas “al mecatazo” (sin instalaciones adecuadas, manualmente, con “cosecha” de leche de dos a cinco “botellas de 750 ml”). Esta leche tenía como propósito principal el autoconsumo para los colonos, que luego se convirtieron en propietarios de pequeñas fincas. Poco a poco, al desarrollarse pequeñas poblaciones en el medio rural costarricense, los sistemas de doble propósito tradicionales ordeñaban más animales y se daba alguna venta de leche “caliente” para satisfacer esa demanda provocada por la incipiente urbanización. Dado que no existían sistemas para conservar un alimento tan perecedero como lo es la leche y que siempre se ha dado una estacionalidad en la producción por razones climáticas, era también costumbre procesarla artesanalmente en quesos, que por su elevado nivel de sal (algunos también se ahumaban) podían almacenarse hasta por varios meses para luego comercializarse y/o consumirse. Esta cultura de fabricación de quesos artesanales sobrevive hasta hoy en algunas regiones de Costa Rica.

En el siglo XIX Costa Rica inició un desarrollo lechero en las zonas altas del Valle Central (faldas de los volcanes Irazú, Poás, Barva y Turrialba) mediante importaciones de bovinos de razas lecheras especializadas (y tecnología) que solamente en esas condiciones agroclimáticas podían producir; esta lechería más especializada proveía los productos lácteos de las ciudades que se fueron desarrollando en el Valle Central; las zonas bajas y alejadas se siguieron abasteciendo de la leche y quesos del sistema de doble propósito, con presencia de ganado cebú desde principios del siglo XX.

Los sistemas de crianza con ordeño (conocidos actualmente como “de doble propósito”) de Costa Rica han evolucionado mucho durante los últimos 40-50 años. La erupción del Volcán Irazú en 1963, provocó una salida abrupta de animales de razas lecheras

a zonas bajas del país, provocando el nacimiento (al cruzarse con los animales adaptados, pero poco productores de leche de la bajura) de un doble propósito “diferente”. A partir de los años 70 el doble propósito empezó a ser reconocido por los técnicos como un sistema de producción distinto (no inferior) a la lechería especializada y se iniciaron trabajos de investigación y esfuerzos de transferencia de tecnología sobre el tema. Algunas fincas iniciaron producción comercial de leche “con ternero al pie” incorporando tecnologías más modernas (cruces planificados con razas más productoras, inclusión del ordeño mecánico). Actualmente coexisten los sistemas de doble propósito antiguos (casi de subsistencia) con un doble propósito que ha incorporado inversiones en genética, alimentación, infraestructura y equipos, que produce leche para la industria formal e informal y terneros para los sistemas de engorde, con niveles de productividad crecientes.

## **El manejo de las crías es clave**

En los sistemas lecheros el ternero (sobre todo el recién nacido) puede sufrir mucho debido a restricciones en su manejo, producto de que el interés del productor se concentra en producir y vender leche. El ternero no es muy valorado y se cometen errores que deben corregirse.

El siguiente cuadro pretende destacar prácticas que deben seguirse para desarrollar las terneras de reemplazo (lechería especializada y doble propósito) y los terneros machos, en el caso de los sistemas de doble propósito. El calostro (Elizondo 2016) y la leche son los dos alimentos prioritarios al inicio, pero el concentrado es indispensable para estimular el desarrollo de las cavidades pre-gástricas, tan necesarias para disminuir los costos de crianza. El forraje no va a ser importante al nacimiento, pero con el tiempo el ternero debe habituarse a su consumo.

Cuadro 2. Prácticas para el desarrollo de terneras de reemplazo y terneros machos

Práctica	Lechería especializada crianza artificial	Doble propósito amamantamiento
<p><b>Suministro de calostro</b></p> <p>Consumirse durante las primeras 24 horas. Tener calostro congelado para ofrecerlo en caso de problemas de calidad o cantidad del calostro de la madre.</p>	<p>Se ofrece artificialmente (usualmente crías no amamantan). Asegurar un consumo de 4-5 litros lo más rápido posible postparto.</p>	<p>Crías amamantan. Debe asegurarse un rápido y abundante consumo luego del parto.</p>
<p><b>Suministro de leche</b></p> <p>Único alimento que el ternero neonato puede consumir. Clave la calidad y cantidad adecuadas.</p>	<p>4-6 litros por día durante las primeras 6-8 semanas de vida. Destetar solo si se ha logrado un buen desarrollo del rumen</p>	<p>Durante los primeros tres meses dejar leche de un cuarto (más la leche residual) para el ternero.</p> <p>Luego leche residual hasta el destete.</p>
<p><b>Suministro de concentrado</b></p> <p>Clave para un buen desarrollo del rumen y del ternero.</p>	<p>Ofrecerlo desde los primeros días de vida. Estimularlo a consumir; ponerle poquitos en la boca.</p>	<p>Ofrecerlo desde los primeros días de vida. Estimularlo a consumir; ponerle poquitos en la boca.</p>
<p><b>Suministro de forraje</b></p> <p>Ofrecerlo lo antes posible en la vida del ternero. Consumo irá aumentando con la edad.</p>	<p>Indispensable para acostumar al ternero al principal alimento que tendrá disponible durante toda su vida. A partir de un mes de vida.</p>	<p>Disponibilidad es necesaria desde los primeros días de vida; estimular el inicio de su consumo.</p>

## El ordeño con o sin la presencia del ternero

Este tema es de mucha relevancia para la lechería intensiva tropical; muchas de las vacas que se ordeñan en las zonas bajas (calientes, algunas muy húmedas y otras húmedas estacionalmente) son producto de cruzamientos de razas lecheras con razas de tipo cebuino, que tienden a no permitir su ordeño sin la presencia del ternero. El fuerte instinto materno característico de animales con poca selección lechera produce la interrupción de la lactancia, o lactancias muy cortas si no se da el estímulo del amamantamiento antes del ordeño.

El ordeño sin ternero al pie, característico de los sistemas lecheros especializados en todo el mundo, permite destinar una mayor cantidad de leche para la venta y simplifica significativamente el manejo del ordeño. Por otro lado, la presencia del ternero es muy útil en los sistemas de doble propósito porque permite el ordeño, disminuye la incidencia de mastitis (los terneros drenan adecuadamente la ubre luego del ordeño) y se convierte en una fuente de ingresos adicional al final de la lactancia.

En realidad, no existe un solo doble propósito; se ordeñan las vacas (usualmente una vez al día) con los terneros (as) al pie, de manera que contribuyan a provocar el reflejo de “bajada” de la leche. El ternero se amamanta brevemente de todos los cuartos de la ubre (reflejo de “bajada” de la leche). Algunas fincas ordeñan todos los cuartos, mientras que otras extraen la leche de tres de ellos, dejando uno sin ordeñar para la alimentación del ternero. Luego del ordeño las vacas salen a pastoreo y los terneros pueden o no acompañarlas. La figura 9, ilustra las opciones.

La producción de leche vendible, la cantidad de leche que los terneros consumen y el crecimiento de los terneros dependen de las decisiones de manejo, asociadas con el potencial genético de la vaca para producir leche y el potencial de crecimiento de los terneros; todo es por supuesto modulado por la alimentación que se ofrece a las vacas y terneros.

La producción de leche vendible en los sistemas de doble propósito puede oscilar desde 2-3 kg por día hasta valores de más de 10 kg. Los terneros pueden pesar al destete entre 120 y 250 kg; acá influye otra variable, que es el largo de lactancia (días de ordeño); en algunos sistemas se acorta el período de lactancia, pero los terneros no se destetan, sino que se sueltan con las madres por algunas semanas o meses adicionales, mejorando así su crecimiento, pero sacrificando la leche vendible.

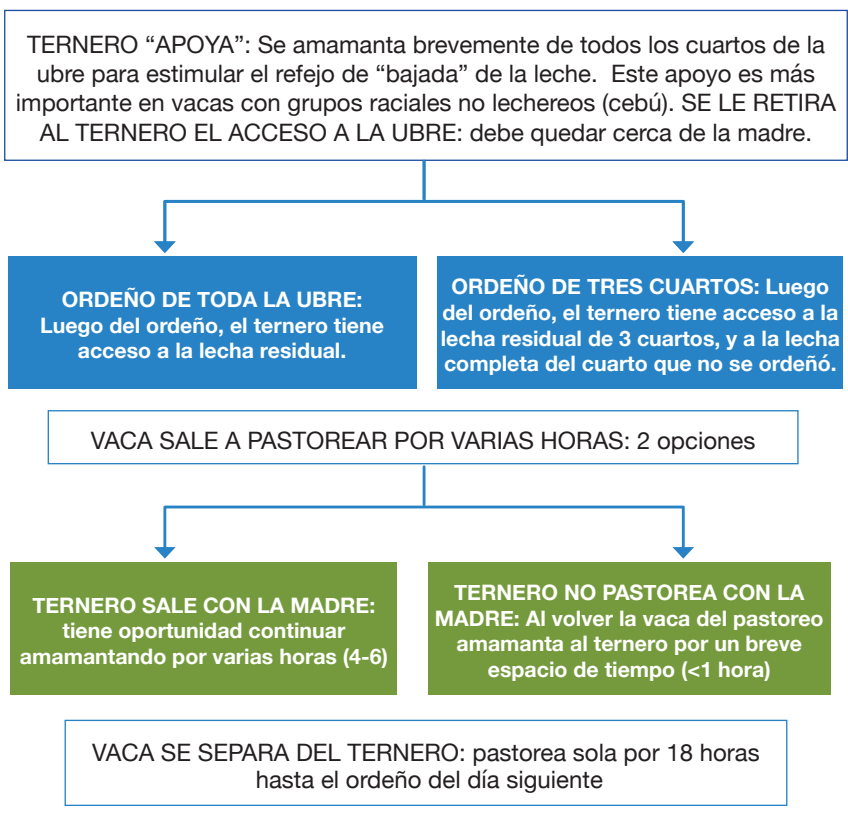


Figura 9. Opciones de ordeño y amamantamiento de terneros.

## La alimentación en la lechería intensiva sostenible

Todos los seres vivos deben alimentarse para vivir y cumplir con las actividades propias de cada especie. En el caso de las fincas lecheras las vacas requieren **“nutrientes”** (sustancias que el cuerpo necesita para funcionar) para mantenimiento (funcionamiento de órganos), para actividad física (desplazarse en los potreros), para crecimiento (en animales que no han alcanzado su tamaño adulto), para reproducción (vacas y toros), pero sobre todo para lactancia, que es la función más importante y demandante.

Los nutrientes más importantes son el **agua**, las **proteínas**, las fuentes de **energía** (principalmente carbohidratos de plantas, como el almidón, la celulosa y las hemicelulosas) y los **minerales**. En las vacas en producción se usan concentrados que contienen carbohidratos más simples (granos como fuentes de almidón y melaza como fuente de azúcares). Las **vitaminas** también son nutrientes importantes, pero en los rumiantes en pastoreo no son tan relevantes debido a su abundancia en los pastos verdes y a que varias de ellas son “producidas” por los microorganismos presentes en el rumen.

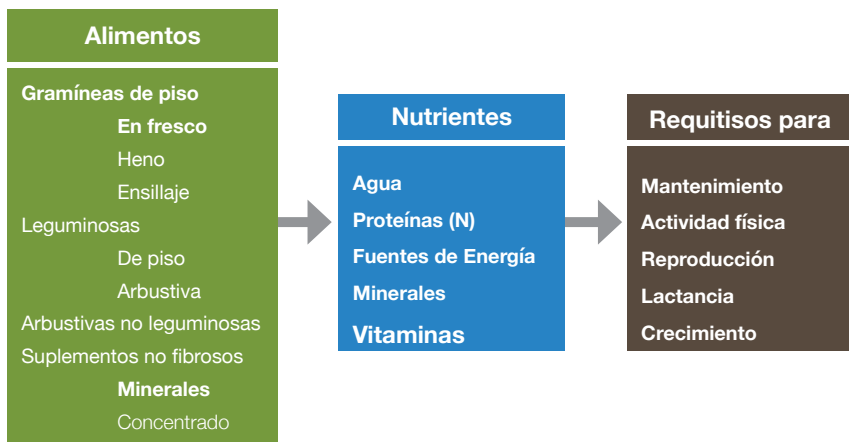
En síntesis, los alimentos contienen nutrientes, que le permiten al hato lechero mantenerse, tener actividad, reproducirse (más terneros), producir leche (para las crías y para la venta) y crecer (más kilogramos por cada animal).

El principal alimento utilizado en la ganadería bovina son las **gramíneas** para pastoreo (de piso), que el animal cosecha por sí mismo en fresco. Este es sin duda el alimento más barato, y el método de cosecha más efectivo. Las gramíneas de piso son el cultivo más importante de Costa Rica; cubren un millón de hectáreas, mientras que los otros dos cultivos que le siguen en uso de la tierra son las plantaciones forestales (97 mil ha) y el café (84 000 ha). El segundo alimento que los ganaderos usan (o deberían usar) son los **suplementos minerales**, incluyendo la sal común. Existen otras plantas forrajeras que se usan mucho menos, como lo son las leguminosas y las arbustivas no leguminosas. Algunos productores almacenan forrajes como heno (conservación por secado) o como ensilado (conservación por fermentación láctica), pero esta práctica es también poco común comparada con el pastoreo de gramíneas.

Los concentrados son alimentos con elevadas concentraciones de nutrientes (en especial proteína y energía) y bajos en fibra. Se formulan a partir de granos (el maíz amarillo es el más utilizado en Costa Rica) o sus subproductos (semolina de arroz, subproductos de trigo, harina de soya, destilados de maíz), y otras materias primas abundantes en el país como la harina de coquito de palma y la melaza. Se usan como suplementos en los sistemas lecheros;

se tiene la práctica de suplementarlos al momento del ordeño, pero en cantidades limitadas debido a su elevado costo. La recomendación más común es ofrecer un kilogramo de concentrado por cada 3 kg de leche producida por cada vaca.

Figura 10. Alimentos, nutrientes y requisitos nutricionales para crecimiento.



## El pasto de piso es la base de la alimentación

Las condiciones climáticas de Costa Rica, típicas del trópico (precipitación y temperaturas elevadas, alta luminosidad constante a través de todo el año) permiten el pastoreo continuamente, y el crecimiento de las pasturas solo se puede ver interrumpido por épocas secas estacionales que se presentan en algunas regiones (aún durante la sequía se puede dar pastoreo sobre forraje seco). Por ello es la forma más común, barata y conveniente de alimentar bovinos.

Las especies de gramíneas de pastoreo varían en las distintas zonas. El principal factor climático que las limita es la cantidad y frecuencia de las lluvias. Otro aspecto que ha fomentado (o desestimulado) el uso de ciertas gramíneas es la posibilidad de



sembrarlas por semilla botánica (verdadera); la siembra de pastos por semilla es mucho más simple y barata que hacerlo por material vegetativo (tallos, estolones, rizomas), debido principalmente a la mano de obra requerida. Otros factores que provocan cambios en las especies presentes son el tipo de suelos y la tolerancia/resistencia a ciertas plagas y enfermedades. La adaptación de las gramíneas a las condiciones de siembra (clima, suelos, enfermedades) son, en resumen, las principales razones de su relativa abundancia en las distintas regiones del país. Las más comunes se enumeran a continuación:

Cuadro 3. Gramíneas más comunes en Costa Rica

	Huetar Norte Huetar Caribe	Chorotega Pacífico Central	Brunca
Naturales o naturalizados	Ratana Pastos naturales	Jaragua	Ratana y Jaragua Pastos naturales
	<i>Brachiaria</i> (varias esps.)	<i>Brachiaria</i> (varias esps.)	<i>Brachiaria</i> (varias esps.)
	Estrella Africana	Angleton	Estrella Africana
Mejorados	<i>Panicum</i> (varias vars.)	Estrella Africana	<i>Panicum</i> (varias vars.)
	Tanner	<i>Panicum</i> (varias vars.)	Tanner
	Brachipará	Brachipará	Brachipará

## El manejo de las gramíneas en los sistemas lecheros debe mejorarse

La Lechería Intensiva Sostenible exige el aumento de las cargas animales respecto a la lechería tradicional. El manejo de las gramíneas de piso debe cambiar radicalmente; debe pasarse de tener unos pocos potreros (con pocos animales por hectárea) a muchos potreros mediante un mejor control de los períodos de ocupación (más cortos) y de descanso (adecuados a la especie de pasto con que se trabaja). Ello es posible gracias a la difusión de la tecnología de división de potreros mediante el uso de cercos eléctricos; se disminuye drásticamente el costo de la instalación de las divisiones, haciendo factible tener muchos potreros pequeños.

## Las ventajas de tener sistemas controlados de rotación de potreros son:

1. Períodos cortos de pastoreo (idealmente de un día de ocupación) que impiden que un animal consuma los rebrotes tiernos de la pastura. El consumo de rebrotes tiernos disminuye progresivamente las reservas de las raíces y la planta muere.
2. Períodos controlados de descanso, de acuerdo a la especie de pasto que se usa y a la época del año. Ello permite optimizar la cantidad y calidad de forraje que se ofrece al ganado. Plantas muy tiernas son de mucha calidad, pero poco rendimiento, mientras que con períodos de descanso muy prolongados se tendría mucho pasto, pero de mala calidad (muchos tallos, menos hojas). Por otro lado, si una planta no tiene el período de tiempo adecuado para acumular reservas en raíces que le permitan rebrotar luego del pastoreo, van desapareciendo del potrero (degradación de pasturas).
3. Pueden flexibilizarse las rotaciones. Si el aparcadero programado para el siguiente día no presenta la condición adecuada (por ejemplo, se inundó), puede ampliarse el período de descanso, volviendo a él unos días pocos después.
4. Las labores culturales (control de malezas, fertilización, riego, resiembra) se pueden programar ordenadamente conforme avanza la rotación. Ello facilita mucho el manejo y su supervisión.

## Dos ejemplos de manejo mejorado del pastoreo

### Finca de don Víctor Pérez

La finca de don Víctor (Pipe) Pérez es una explotación pecuaria mediana que opera primordialmente con mano de obra familiar. Se dedica a la producción de quesos bajo el sistema de doble propósito. Don Pipe tiene 60 años de edad, y maneja su finca

personalmente, con apoyo de su esposa y dos hijos. Su extensión total es de 56 hectáreas, distribuidas en tres terrenos separados, pero la sección dedicada a la ganadería es de 28 ha; tiene además 5 ha de bosques. La finca está ubicada en una zona baja (20-40 msnm), de alta precipitación y temperaturas elevadas durante todo el año. Los suelos son franco-limosos con pH ligeramente ácido, y se tienen algunas zonas inundables.

Al iniciar el proyecto MIS (Sistemas de Manejo Intensivo Sostenible), el pasto predominante (al igual que en toda la Región Norte y Caribe del país) era el Ratana, con alguna presencia de Limpo Grass y caña de azúcar como forraje de corte. El productor ya tenía cercos eléctricos, pero el número de apartos se ha duplicado durante la evolución del proyecto; actualmente se tienen 68 subdivisiones, todas con abrevaderos para el ganado. Adicionalmente se han introducido varias especies de pastos mejorados, entre los que destaca el Caimán, Mombaza, Tanner y Brachipará; estos dos últimos por su tolerancia al encharcamiento. Se tienen además siembras de maíz para ensilaje.

Estos cambios en el manejo de los potreros le han permitido a Don Pipe llegar a una carga animal cercana a las 3 UA/ha. La producción actual de leche vendible ha aumentado en promedio 2 kg/vaca/día en los últimos dos años, y actualmente es de 212 kg/día (7,3 kg/vaca/día), con un rendimiento de leche a queso de 7,5 a 1 (28 kg de queso por día).



Figura 11. Ratana (*Ischaemum indicus*). Figura 12. Caimán (*Brachiaria híbrido*).

## Finca de don Freddy Carmona

La finca El Manzano es una pequeña explotación pecuaria que opera con mano de obra familiar en el distrito de Cutris, San Carlos. Se dedica a la producción de quesos bajo el sistema de doble propósito, y ha tenido una venta promedio de 5 kg de queso por día, que equivalen a una producción de leche vendible de aproximadamente 30-35 kg de leche. Don Freddy Carmona tiene 53 años de edad, y maneja su finca personalmente, con apoyo de su esposa y dos hijos. El área dedicada a la ganadería es de solo 2,23 ha. La finca está ubicada en una zona baja, de alta precipitación y temperatura durante todo el año. Sin embargo, el agua para uso doméstico y agrícola es escasa debido a la baja inversión en infraestructura.

El cambio más relevante introducido ha sido el del mejoramiento de las pasturas, que ha consistido en la siembra de especies mejoradas y la instalación de un sistema de pastoreo rotacional intensivo, a partir del uso de cercos eléctricos y la construcción de pequeños apartos. Se hizo además una importante inversión en instalaciones para el manejo del ganado lechero, que incluyen una sala para ordeño, un espacio techado para descanso de los animales, un área para la suplementación del ganado y una manga para el manejo animal. Adicionalmente se tiene un sistema de cosecha de agua que permite su distribución en todos los apartos, para el consumo animal. La figura 13 muestra la transformación que han sufrido las pasturas de la Finca El Manzano, a partir de seis apartos originales, se diseñaron 28 y se establecieron pasturas mejoradas en un área de 1,5 ha. El resto se mantiene con forrajes de corte (Caña de azúcar y *Pennisetum* sp.). Estos cambios le permitirán aumentar significativamente la cantidad de animales que maneja en su finca, incrementar con ello la producción de leche y sus ingresos.

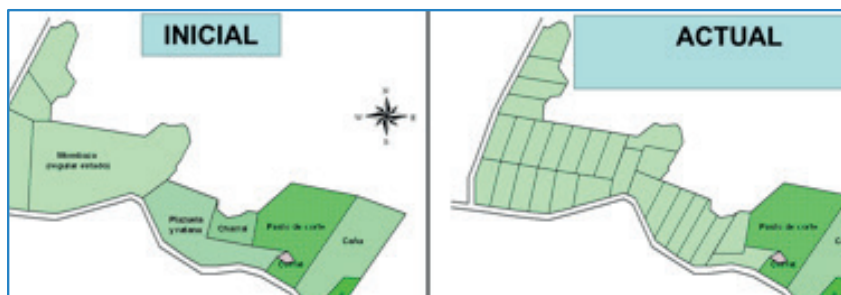


Figura 13. Transformación del número de apartos en la finca El Manzano, San Carlos.

Estas pasturas, que originalmente eran de Ratana, fueron establecidas con pastos mejorados de los géneros *Brachiaria* y *Panicum*, que tienen un potencial productivo mucho mayor que los pastos naturales. En la época del establecimiento se utilizaron fertilizantes químicos y herbicidas, pero la idea a futuro es abonar solamente con material de compostaje producido a partir de las excretas que se acumulan en las instalaciones de ordeño, descanso y alimentación de los animales.



Figura 14. Mejoramiento de pasturas en la finca El Manzano, San Carlos.

## Las leguminosas herbáceas pueden contribuir a mejorar las pasturas

La presencia de leguminosas es muy escasa en los potreros de las fincas en Costa Rica. Las gramíneas son de más rápido crecimiento y tienden a dominar; sin embargo, la presencia de estas plantas fijadoras de nitrógeno al suelo (a través de bacterias que conviven con ellas) provee ventajas muy significativas. Entre ellas destacan:

1. Se mejora la calidad de la comida de los animales por el alto contenido de proteína y mayor digestibilidad de la leguminosa.
2. Se aumenta la productividad del pasto porque la fijación biológica de nitrógeno estimula su crecimiento.

Tres leguminosas herbáceas han tenido resultados positivos en asociados con gramíneas en Costa Rica: Maní Forrajero (*Arachis pintoï*), Kudzú (*Pueraria phaseoloides*) y *Stylosanthes* sp. Pocas fincas han adoptado esta tecnología, pero deben continuarse los esfuerzos debido a los claros beneficios que se producen (Nieuwenhuyse *et al.* 2008).



Figura 15. Maní forrajero (*Arachis pintoï*).



Figura 16. *Stylosanthes* sp.

## Los suplementos forrajeros

Además de las gramíneas para pastoreo es muy común tener en las fincas ganaderas áreas para producción adicional de forraje, que permiten ofrecerles a los animales una mejor alimentación, sobre todo en épocas en las que el pastoreo se dificulta, principalmente durante los períodos secos, o en las zonas más húmedas por exceso de precipitación. Este forraje adicional puede ofrecérselos fresco a los animales (Bancos Forrajeros) o conservarse para usarlo posteriormente (Forrajes Conservados). Normalmente se manejan con mayor tecnología que los pastos de piso, con fertilización y sistemas de riego.

Los suplementos forrajeros se convierten en el alimento más importante en los sistemas en que no se pastorea, como son los estabulados (o confinados) que se dan en lechería y engorde intensivo. Estos forrajes de corte y acarreo utilizados en grandes cantidades exigen mecanización; en esos casos se hacen inversiones en tractores, cosechadoras y vehículos de transporte.

### Los bancos forrajeros

Los bancos forrajeros son parcelas que se siembran para usarse en fresco como suplementos fibrosos para el ganado. Pueden cortarse, picarse y ofrecerse a los animales en comederos (sistemas de corte y acarreo) o, en algunos casos, también en sistemas de pastoreo/ramoneo. Normalmente se combinan con el pastoreo, pero existen fincas en las que toda la alimentación se basa en el uso de los bancos forrajeros. Dependiendo del tipo de especie que se use, deben complementarse con otros alimentos, de manera que los animales reciban todos los nutrientes que requieren. Por ejemplo, si se usa caña de azúcar, que es baja en proteína, debe combinarse con otros suplementos que aporten la proteína faltante. Por otro lado, cuando se usan arbustivas (usualmente altas en proteína), el nutriente más limitante es la energía, por lo que se debe suplir melaza, granos u otra fuente que la aporte.

Existen muchos tipos y especies de plantas que se usan en los bancos forrajeros de Costa Rica; se usan gramíneas de corte de alto rendimiento (caña de azúcar o pastos del género *Pennisetum*) y arbustivas, que pueden o no ser leguminosas. Cada especie tiene características que definen las distancias de siembra, estrategia de fertilización, control de malezas, el intervalo entre cortes, y en general su manejo.

Cuadro 4. Tipos de bancos forrajeros y sus características

Tipos de bancos forrajeros	Especies	Principales características
Gramíneas de corte	Caña de azúcar	Alta producción, no pierde su valor nutritivo durante la época seca y por ello es excelente suplemento. Bajo en proteína. Un corte por año.
	<i>Pennisetum</i> sp. Ejemplos: Gigante, King Grass, Maralfalfa, Camerún, Cuba 22	Alta producción. Uso principalmente durante la época de lluvias; en época seca solo funcionan con riego. Deben fertilizarse con nitrógeno (compost, excretas o fertilizante químico) para tener buen crecimiento y valor nutritivo.
Leguminosas arbustivas de corte (fijan N atmosférico)	Cratilia ( <i>Cratylia argentea</i> )  Poró Madero Negro Leucaena	Fuente de proteína. Es muy resistente a la sequía, teniendo capacidad de rebrote en el verano.  Fuentes de proteína. Muchas especies disponibles con características muy variables.
Arbustivas no leguminosas de corte	Morera Botón de Oro Nacedero	Alto valor nutritivo basado en la alta proporción de hojas. Deben fertilizarse con nitrógeno (compost, excretas o fertilizante químico) para tener buen crecimiento.
Arbustivas de ramoneo	Leucaena Botón de Oro	Su estructura (tallos fuertes y flexibles) permite que los bovinos los consuman directamente, disminuyendo costos por mano de obra.



Las gramíneas de corte tienen una amplia historia de uso en Costa Rica (el pasto Gigante se conoce desde los años 60s), principalmente en fincas lecheras y de doble propósito. Otras variedades han sido introducidas a través del tiempo; el último en traerse fue el clon Cuba 22, desarrollado por el investigador Omar Martínez. Cratilia fue introducida por el CIAT dentro del Proyecto de Pasturas Tropicales en los 90s (Argel *et al.* 2001) y existen parcelas en fincas sobre todo en las regiones más secas del país (Chorotega, Pacífico Central y Brunca). El Poró y la Morera han sido promovidos en una primera instancia por el CATIE (Benavides 1999) y las arbustivas no leguminosas fueron evaluadas y transferidas por el MAG-INTA (Arronis 2014).



Figura 17. Botón de Oro.



Figura 18. Caña de azúcar.

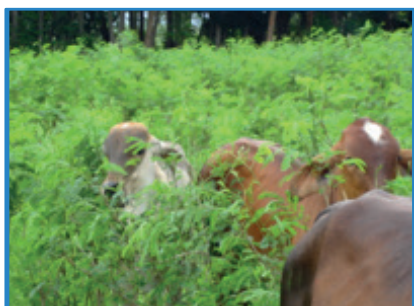


Figura 19. Leucaena.



Figura 20. Madero Negro.



Figura 21. Cratilia.



Figura 22. Leucaena.

## Los forrajes conservados

La conservación de forrajes consiste en el almacenamiento de materiales fibrosos para utilizarlos en determinadas épocas del año. Estos procesos de conservación causan pérdidas de nutrientes en el forraje, pero permiten almacenarlos por largos períodos de tiempo, y tener forraje garantizado para épocas críticas. Las dos técnicas más comunes de conservación son la henificación y el ensilaje.

**La henificación** consiste en conservar los forrajes mediante una drástica eliminación de la humedad (agua) que contienen. Se pasa de 80-85 % de humedad, a tener menos de 20 %, mediante el secado al sol. La calidad del forraje a henificar depende primordialmente de los intervalos entre cortes; materiales de menor edad tienden a producir henos de mejor calidad principalmente por la relación hojas/tallos (a más hojas mejor calidad). Para tener un buen control de la edad de los materiales a henificar, es necesario tener sistemas de riego y abundante sol. Por ello las zonas de mayor producción de heno se ubican en Guanacaste, en el Distrito de Riego Arenal-Tempisque (DRAT). La especie más común para producir heno es la gramínea Transvala (*Digitaria decumbens* cv. Transvala), pero también se usan el Suazi (*Digitaria suazilandensis*) y el Brachipará. También se produce heno a partir de rastrojos de cultivos (sobre todo de arroz), pero su calidad es más difícil de estandarizar.

Para mejorar la calidad del heno producido se ha intentado combinar la siembra de gramíneas con leguminosas de piso. La presencia de la leguminosa mejora la calidad del heno, además aumentar el aporte de N al suelo y a la gramínea. En Costa Rica se tiene una buena experiencia asociando Transvala con una variedad de maní forrajero de crecimiento erecto (Morales *et al.*).



Figura 23. La henificación para la conservación de los forrajes.

**El ensilaje** consiste en conservar los forrajes mediante su almacenamiento en fresco (húmedo) en ausencia de oxígeno. Para ello el forraje a conservar se pica, se amontona y se compacta para eliminar el aire (oxígeno); ciertas bacterias presentes (que se desarrollan sin oxígeno), proliferan y producen ácido láctico, sustancia que conserva el forraje de una forma análoga a lo que hace el vinagre en los encurtidos. Para garantizar una buena fermentación láctica se pueden agregar diversos aditivos (inóculos, enzimas, melaza, granos, urea) que mejoran el crecimiento bacteriano y la calidad del producto final.

Existen muy diversos tipos de estructuras/contenedores para la elaboración de ensilados; desde instalaciones muy sofisticadas (silos metálicos o de cemento) hasta pequeñas bolsas plásticas. Todos tienen ventajas y desventajas, dependiendo de la situación de cada productor. Cualquier planta se puede ensilar, pero lo más común es la siembra de gramíneas de grano (sorgo o maíz) o forrajeras de volumen como las del género *Pennisetum* (King Grass, Camerún, Malfalfa, Cuba 22). Dependiendo del tipo de silo utilizado

y de la cantidad a procesar, se utiliza equipo y maquinaria agrícola sofisticados. Generalmente se requiere de picado del material, transporte al silo, compactación, y transporte al momento de usarlo. Algunos materiales se pueden ensilar sin el picado, sobre todo si tienen muy buena relación hoja/tallo, como es el caso de *Cratylia argentea*.



Figura 24. Silo en bolsa.



Figura 25. Silo de cincho.



Figura 26. Silo en bolsa.



Figura 27. Silo de trinchera.



Figura 28. Silo de montón.



Figura 29. Silo paca.

## Los suplementos no forrajeros

Estos alimentos se caracterizan por ser bajos en fibra y de costo elevado, por lo que deben usarse de forma estratégica y en cantidades restringidas. Ello es muy relevante para los sistemas de lechería intensiva, sobre todo para las vacas en producción, que tienen requisitos nutricionales muy altos.

### Los minerales

Estos suplementos son esenciales para la producción animal. Los minerales cumplen múltiples funciones en el cuerpo de los bovinos. Entre ellas destacan la formación de huesos y dientes, son componentes de muchas proteínas y grasas del cuerpo, participan en la transmisión de impulsos nerviosos, etc. Son un grupo de nutrientes que se requieren en poca cantidad, pero sus deficiencias son muy comunes en las fincas que no los suplementan.

Los tejidos vegetales, principales alimentos, tienen una composición mineral muy distinta a la requerida por los animales; existen minerales que las plantas necesitan y los animales no y viceversa; además las cantidades en las que se requieren son muy diferentes. Ello se complica aún más debido a que la composición mineral de los suelos, y con ella la de los forrajes, es muy variable. Por ello ofrecer una mezcla mineral de buena calidad, constante a todo el hato, es una práctica obligatoria.

Algunos suplementos minerales son mezclas completas para ser ofrecidas a los animales tal como se compran, pero otros deben ser combinados con la sal común (cloruro de sodio) antes de ponerlos a disposición de los animales. Dado que las cantidades de minerales requeridos por el bovino son muy variables dependiendo de su tamaño y estado fisiológico, se recomienda ofrecer los minerales a libre consumo de manera que cada animal pueda tener acceso a lo que necesita.

Los comederos en los que se ofrecen minerales deben ser abundantes o móviles, de manera que el ganado tenga acceso permanente al suplemento. Existen muchos diseños de comederos para minerales, que deben proteger el suplemento de la lluvia y el sol. En caso de usarse comederos sin techo, el suplemento debe agregarse diariamente y en cantidades controladas para evitar pérdidas por lavado. En los sistemas lecheros es muy común colocar los minerales en los corrales de recibo del ganado de ordeño, de manera que diariamente las vacas en producción tienen acceso, pero no se deben olvidar los otros bovinos que no están en ordeño (hembras en desarrollo o vacas secas).



Figura 30. Comederos dispuestos en los apartos.

### Otros suplementos no fibrosos

Además de los suplementos minerales, existen otras opciones de alimentación complementarias a los forrajes, que se usan en sistemas ganaderos. Los alimentos balanceados (concentrados) son muy comunes en los sistemas de lechería, ofreciéndose al momento del ordeño. Lo típico es racionarlos en función de la producción de leche de cada vaca, a razón de 1 kg de concentrado por cada 3 kg de leche producida. De esa forma, las vacas más productivas son premiadas con una mejor alimentación. El uso de concentrados es cada vez más restringido en la ganadería costarricense debido a que las materias primas utilizadas en su fabricación son mayoritariamente importadas, lo que lo hace un recurso muy costoso. En particular los sistemas lecheros deben disminuir sus costos de operación, y la alimentación es el más elevado de ellos (González 2016).

Otros alimentos de menor costo, se pueden usar también para suplementar, y se observan más en fincas de menores niveles de producción, como lo son las fincas de doble propósito. Algunos abundan en ciertas épocas del año, y pueden conseguirse a precios razonables. El siguiente cuadro identifica los de uso más común.

Cuadro 5. Suplementos no forrajeros

Suplemento	Aporte nutricional	Consideraciones
Melaza de caña	Fuente de energía (azúcares). Mejora palatabilidad de otros suplementos.	Ampliamente disponible en todas las regiones ganaderas, que también son productoras de caña.
Urea	Excelente fuente de proteína (cruda).	Muy barata. Los rumiantes la transforman en proteína microbiana. Puede ser tóxica si no se usa apropiadamente. Se debe usar luego de consulta a técnicos en zootecnia.
Semolina de arroz	Energía (almidón/grasa) y proteína.	Ampliamente disponible en el país. Su única limitante es el costo.
Harina de coquito de Palma Africana	Proteína y energía.	Es la única fuente de proteína verdadera de precio accesible.
Subproductos de yuca	Buena fuente (almidón) de energía.	Factible solo en zonas productoras. Se usa como harina o en trozos.
Excretas animales (Pollinaza y cerdaza)	Muy variable dependiendo de cómo se procesa.	Uso cada vez más restringido por una mezcla de costos crecientes y regulaciones por sanidad/inocuidad. No se recomienda su uso.

## La mejora genética y la lechería intensiva sostenible

### ¿Con cuál raza trabajar?

Este es un tema muy controversial, debido a que todas las razas se han desarrollado por tener características de interés para grupos de productores. Existen opiniones y gustos muy diversos en cuanto a esto, pero algunas generalizaciones pueden hacerse.

Existen en el país muchos tipos de animales que se usan para producir leche. El siguiente cuadro agrupa a las razas más importantes por su origen. Sin duda las más usadas son las razas especializadas (Holstein, Jersey y Pardo Suizo) y sus cruces con otras más adaptadas al trópico, destacando Gyr y Brahman. Es también muy común en Costa Rica el cruce entre las razas Holstein y Jersey, que se denomina en el lenguaje de campo como “Chumecas”.

Cuadro 6. Razas más importantes para la producción de leche

	Exóticas	Adaptadas al trópico
<i>Bos taurus</i>	Británicas <b>Jersey</b>	
	Continental <b>Holstein</b> <b>Pardo Suizo</b> Guernsey	Senepol Criollo Reyna
<i>Bos indicus</i>		<b>Brahman (Br)</b> <b>Gyr</b> Guzerat
Sintéticas	<b>Chumecas</b> (Holstein x Jersey)	<b>Girolando (5/8 Holstein 3/8 Gyr)</b>

En **negrita** las más abundantes.



La raza Holstein es sin duda la más abundante y emblemática dentro de las productoras de leche. Sus niveles de producción son muy altos, pero tiene el importante inconveniente de su baja tolerancia al medio tropical. Existen muchos reportes de su poca resistencia a las altas temperaturas y alta humedad característicos de la mayoría de las zonas ganaderas de Costa Rica. Adicionalmente es susceptible a una serie de enfermedades presentes en el trópico, asociadas a la presencia de ectoparásitos. Sin embargo, se comporta bien en zonas de altitudes superiores a los 1500 msnm (menor temperatura ambiental y baja incidencia de ectoparásitos), en las que existen fincas operando con éxito. Otro factor en su contra es que muchas de las fincas de altura tienen áreas de pastoreo con pendientes importantes, y ello dificulta el desplazamiento de animales tan grandes y pesados como las vacas Holstein.

Gracias a su mejor habilidad para el pastoreo (más livianas), la raza Jersey es también muy abundante en los sistemas lecheros de Costa Rica, siempre en zonas de cierta altitud, donde el clima y la baja prevalencia de parásitos lo permiten. Para mejorar el comportamiento reproductivo y la producción de leche, muchos productores costarricenses hacen cruces entre las razas Holstein y Jersey, vacas que se denominan “Chumecas” por su color negro (Chumeca está asociado con la pronunciación en inglés de “Jamaica”, país de donde proviene la mayoría de los habitantes de raza negra de Costa Rica).

El Pardo Suizo es la tercera raza lechera de importancia, sobre todo en sistemas de doble propósito y en cruces con cebuínos (Brahman o Gyr).

La raza Brahman se usa en cruzamientos exclusivamente por su adaptación al trópico, aunque es bien sabido que no tiene ninguna selección por producción de leche. Es especialmente popular para cruces en sistemas de doble propósito, donde se buscan ingresos también por la venta de terneros machos para carne.

Las razas Gyr y Girolando se han introducido recientemente como buenas alternativas de animales adaptados a condiciones tropicales y que además tienen una buena producción de leche. La mayoría del material genético proviene de Brasil.

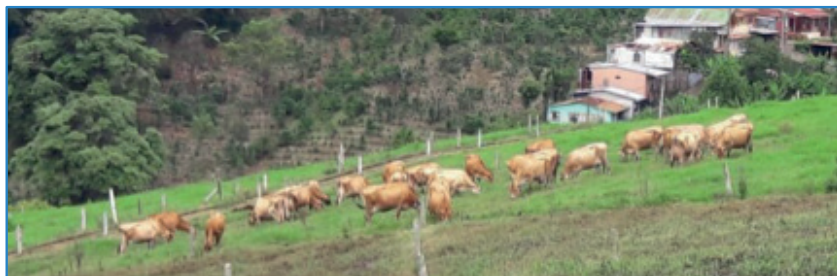


Figura 31. Hato Jersey.



Figura 32. Hato Holstein.



Figura 33. Hato girolando.



Figura 34. Hato Mestizo lechero.

## La selección

Consiste en escoger los animales que se van a reproducir. Las características por las que se seleccionan los animales deben tener tres condiciones:

- a. Deben ser heredables (tener índices de herencia que aseguren que se da transmisión de padres a hijos).
- b. Deben ser de importancia económica.
- c. No deben ser muchas las características por las que se seleccione.

El índice de herencia, o la heredabilidad, es un valor que oscila entre 0 y 1, indicador de qué tanto se hereda una característica; qué porcentaje de la característica se debe a la herencia. Para la lechería sostenible intensiva las características relevantes de producción de leche, comportamiento reproductivo y de crecimiento tienen índices de herencia de bajos a moderados, mientras que características de composición de la leche (%) tienen índices de herencia altos. Sin embargo, estas características de producción de leche, comportamiento reproductivo y de crecimiento tienen una muy alta importancia económica, por lo que, deben considerarse seriamente.

## La producción de leche

La producción de leche tiene un índice de herencia (heredabilidad) de alrededor de 30-35 por ciento; ello implica que la variación de la característica se debe, en ese valor, a la herencia y el 65-70 por ciento restante a efectos ambientales, donde la alimentación es el más impactante. Se considera un valor de heredabilidad moderado, que debe tomarse muy en cuenta debido a su impacto económico. Por ello la mejora genética en ganado de leche ha sido muy exitosa; se ha hecho selección por una característica que se hereda (aunque moderadamente) en muchos animales durante muchos años. En los países desarrollados, la producción de leche por vaca se ha

duplicado en los últimos 40 años, y se tienen muchas vacas con producciones de más de 20 mil kg por lactancia.

La producción de leche en Costa Rica también ha crecido de forma importante y actualmente (2016) la producción estimada fue de 1151,7 millones de kg. La producción por vaca también ha crecido; se estima que las vacas de las razas especializadas Holstein y Jersey pasaron de 5 mil y 3800 kg en 1987, a 8 mil y 6200 kg, respectivamente (Vargas 2016). Sin duda parte de este crecimiento se debe a la mejora genética, y en particular a la selección.

Los componentes de la leche (grasa, proteínas y lactosa) expresada en porcentaje, tiene índices de herencia todavía más elevados (40-60 %), de manera que usando toros que hereden valores altos, el progreso es muy rápido. Sin embargo, la cantidad de los distintos componentes está muy asociada con el total de leche producida, de manera que tiene índices de herencia parecidos al de la producción de leche.

Un aspecto al que se le debe poner atención en Costa Rica es a la interacción negativa que existe entre la producción de leche y el bienestar de las vacas lecheras, que ha sido demostrada por muchos autores (Oltenucu y Broom 2010). Las vacas que tienden a ser muy productoras tienen vidas cortas (poca longevidad), debido a que presentan problemas de comportamiento reproductivo (derivados de la alta demanda nutricional de la lactancia) y de salud de la ubre y de las patas. Ello, asociado a los problemas de adaptación al trópico que tienen las razas lecheras especializadas, causa que, en nuestro medio, pocas sean las vacas que producen más de dos lactancias durante su vida productiva.

Dado que los sistemas lecheros de Costa Rica están basados en el pastoreo, cobra relevancia la expresión de la producción de leche por unidad de superficie. No solo debe medirse la producción individual de leche, sino asociar esta información con las áreas de pastoreo, de manera que se tenga una medida de productividad total de la finca. Ello es trascendental en un país donde las fincas son cada vez más pequeñas, y donde el precio de la tierra es muy elevado.

## El intervalo entre partos (IEP)

El comportamiento reproductivo se monitorea de una forma muy simple. Solamente se requiere anotar las fechas de parto de todas las vacas del hato y hacer estimaciones del **intervalo entre partos (IEP)**. El intervalo entre partos es el número de días que transcurren entre un parto y otro. El valor ideal es de un año o 365 días. Además del parto, el productor debe asegurarse que cada vaca parida sea capaz de producir una lactancia prolongada; no se vale tener un comportamiento reproductivo muy bueno, pero no lograr cosechar una cantidad significativa de leche. El primer intervalo entre partos normalmente es más prolongado que los otros debido a que la vaca en ese período todavía está en crecimiento, por lo que sus requisitos nutricionales son más elevados y por ello se afecta un poco la reproducción. Se tolera en el primer IEP un intervalo entre partos de hasta 15 meses (450 días). El promedio global de la lechería costarricense es de 413 días (139 días abiertos + 275 días de preñez), con pocas variaciones entre razas, aunque se reconoce que la Jersey o sus cruces tiende a tener un mejor comportamiento (más pequeñas, menores requisitos de mantenimiento).

El siguiente cuadro ilustra el cálculo para una vaca. Para el monitoreo del comportamiento reproductivo, lo único que se requiere es identificar individualmente los animales y anotar en un cuaderno la fecha de parto de todas las vacas.

Cuadro 7. Monitoreo del comportamiento reproductivo

N° de parto CP6 5-7	Fecha de parto	Partos	Intervalo entre partos, días
1	4 de mayo de 2009		
2	14 de agosto de 2010	1-2	466
3	11 de agosto de 2011	2-3	392
4	18 de julio de 2012	3-4	373
5	20 de julio de 2013	4-5	367
6	30 de agosto de 2014	5-6	396
Promedio			399

## El crecimiento

El crecimiento de los terneros (as) también debe monitorearse. En este aspecto varios son los pesos relevantes: el peso al nacimiento, el peso al destete, peso a la pubertad y peso al primer parto. En cuanto al peso al nacimiento se debe buscar que no sea muy elevado, debido a que existe una importante asociación entre pesos al nacimiento elevados y problemas de partos distócicos (con dificultad para nacer). Esto es especialmente relevante en las vacas de primer parto debido a que todavía les hace falta crecer.

El peso al destete debe ser elevado, pero ello depende mucho del tipo de animal con el que el productor esté trabajando y del sistema de producción (lechería especializada vs doble propósito). Razas de tamaño grande a la madurez tienden a destetar terneros (as) más pesados (Holstein y sus cruces).

El crecimiento post destete es muy importante para alcanzar edades al primer parto de aproximadamente 24-28 meses. En Costa Rica esto debe mejorarse, debido a que la edad al primer parto es de 31 meses, con pocas variaciones entre razas (Vargas 2016).

## El cruzamiento

Consiste en el apareamiento de animales de razas distintas buscando dos objetivos:

- a. Combinar características presentes en las razas utilizadas. Por ejemplo, al cruzar Holstein x Brahman se busca obtener la producción de leche del Holstein y la adaptación al clima tropical del Brahman.
- b. Obtener lo que se conoce como Vigor Híbrido, que es la ventaja adicional en productividad al combinar razas. Por ejemplo, si se cruza Holstein (producción de leche de 5 mil kg) con Jersey (producción de 4000 kg), se obtienen no 4500 kg (que sería el promedio), sino 4800 kg. Esa diferencia entre el promedio de las dos razas y lo obtenido, o sea 300 kg adicionales por la lactancia, es el Vigor Híbrido.

El uso de la inseminación artificial (IA) en ganado de leche, que es una tecnología bastante conocida en el sector lechero de Costa Rica, ha permitido aumentar significativamente el uso de cruzamientos. Razas exóticas que no pueden sobrevivir en el trópico, sí se pueden usar mediante la IA para mejorar los hatos.

Existen diversos esquemas de cruzamientos entre razas que los productores utilizan.

- a. El cruce entre dos razas consiste en alternar toros o semen de dos razas, de manera que las crías producidas por el toro de la raza A se cruzan con el toro B, y se continúa por ese proceso permanentemente. Al cabo de un tiempo la mitad del hato tiene un 66 % de encaste de la raza A y un 33 % de la B, y la otra mitad lo contrario.
- b. El cruce entre tres razas, donde casi siempre el tercer cruce se hace para producir animales que no se retienen en la finca. En este caso se incluye una raza terminal de carne y todos sus hijos (as) se descartan.

Toro Holstein (H) x Vacas Brahman (Br)

Vacas  $\frac{1}{2}$  H  $\frac{1}{2}$  Br x Toro Charolais (Ch)

Crías  $\frac{1}{2}$  Ch  $\frac{1}{4}$  H  $\frac{1}{4}$  Br Todas (M y H) se destinan al engorde

- c. Algunos productores se dedican a producir razas sintéticas por medio de cruzamientos, como es el caso de las razas Girolando.

Toro Gyr X Vacas Holstein (H)

Vacas  $\frac{1}{2}$  H  $\frac{1}{2}$  Gyr X Toro Gyr

Vacas  $\frac{3}{4}$  Gyr  $\frac{1}{4}$  H X Toro Holstein (H)

Vacas  $\frac{5}{8}$  Holstein  $\frac{3}{8}$  Gyr (Girolando)

Los cruces que se hacen en Costa Rica son muy variados; las preferencias del productor hacen que se mezclen muchas razas distintas en distintos grados, pero es clara la tendencia a producir dos tipos de animales:

- a. En las zonas altas los productores tienden a cruzar las razas lecheras especializadas Holstein y Jersey, buscando combinar los niveles de producción de leche del Holstein con la habilidad para pastoreo, mejora fertilidad y adaptación a zonas de pendiente que presenta la raza Jersey. Adicionalmente la Jersey mejora la composición de la leche (sólidos, grasa) que es importante para la fijación del precio de la leche y para el rendimiento/calidad de los quesos.
- b. En las zonas bajas tropicales, que presentan retos ambientales y sanitarios, se busca combinar las razas lecheras especializadas con animales más adaptados. Actualmente ha cobrado gran importancia la raza Gyr y en menor grado el Guzerat, como animales de tipo *Bos indicus* con selección lechera. En las lecherías de menores niveles de producción por vaca y en las de doble propósito, se usa también el Brahman, raza de carne muy común en el país. Algunos productores utilizan también animales de tipo *Bos taurus* tropicales, como lo es el Senepol.



## La genómica: una nueva herramienta del mejoramiento genético

Es una nueva rama de la biotecnología que combina la genética con la biología molecular para hacer mapas genéticos y secuencias de ADN, con el propósito de asociarlos con características productivas. En bovinos es algo relativamente reciente, pero se ha logrado relacionar ciertos segmentos de ADN con características muy relevantes, como lo son la adaptación al calor, presencia de algunas enfermedades y resistencia a ellas, comportamiento reproductivo, y características de calidad de carne.

Se considera que a futuro esta nueva rama del mejoramiento genético va a acelerar aún más el progreso genético en los animales domésticos, abaratando los costosos métodos de cálculo de DEPs (Diferencias Estimadas de la Progenie) o de Mérito Lechero. Estos dos métodos requieren de la recolección de millones de datos productivos, mientras que con solo el análisis del ADN del individuo podría llegarse a identificar su superioridad genética.

En bovinos el avance genómico se ha dado mayormente en el sector lechero, donde existe el mayor avance en estimación del mérito lechero, que debe asociarse con el ADN. La organización requerida para relacionar estimaciones de progenie con el material genético es mucho mejor en el sector lechero; específicamente la raza Holstein es la de mayor avance en ese campo, por tener más información.

# LA SALUD ANIMAL EN LA FINCA INTENSIVA DE LECHE

## Las enfermedades más relevantes

El siguiente cuadro muestra las enfermedades virales, bacterianas y transmitidas por protozoos más relevantes para bovinos en Costa Rica (Pérez 2012).

Cuadro 8. Principales enfermedades para bovinos en Costa Rica

Nombre (orden alfabético)	Agente Causal	Impacto sobre		
		Comercio	Salud Humana	Productividad Fincas lecheras
Anaplasmosis bovina	Bacteria	Medio	---	Alto
Babesiosis bovina	Protozoo	Medio	Bajo	Alto
Brucelosis ( <i>B. abortus</i> )	Bacteria	Medio	Alto	Alto
Campilobacteriosis genital	Bacteria	Medio	---	Alto
Carbunco bacteridiano	Bacteria	Bajo	Medio	Medio
Diarrea viral bovina	Virus	Medio	---	Alto
Estomatitis vesicular	Virus	Bajo	Bajo	Alto
IBR/IPV)	Virus	Bajo	---	Alto
Lengua Azul	Virus	Medio	---	Bajo
Leptospirosis	Bacteria	Bajo	Alto	Bajo
Leucosis bovina enzoótica	Virus	Medio	---	Alto
Paratuberculosis (Johne's)	Bacteria	Alto	---	Medio
Rabia	Virus	Alto	Alto	Medio
Septicemia Hemorrágica	Bacteria	Bajo	Bajo	Alto
Tricomoniiasis	Protozoo	Bajo	---	Medio
Tuberculosis bovina	Bacteria	Medio	Alto	Alto

Un grupo de estas enfermedades (**Carbunco Bacteridiano o Ántrax, Diarrea Viral Bovina (BVD), IBR/IPV** (Rinotraqueitis Infecciosa Bovina/Vulvovaginitis Pustular Infecciosa), y Septicemia Hemorrágica) son de responsabilidad del sector productor debido a que existen vacunas para su prevención y a que su importancia como barrera al comercio, epidemiológica y zoonótica no es muy grande. En Costa Rica es muy común la vacunación contra Ántrax y Septicemia, pero también existen vacunas disponibles contra enfermedades clostridiales, BVD e IBR y algunos productores ya las utilizan.

La **Leucosis** es una enfermedad viral que puede ser de baja o alta prevalencia, pero que se manifiesta solo en el ganado adulto y tiene poco impacto en productividad. Dependiendo de su prevalencia en el hato puede o no ser factible su erradicación. Actualmente está tomando interés debido a que para el comercio internacional de animales en pie, se está exigiendo que los animales estén libres.

**Anaplasmosis y Babesiosis** (Piroplasmosis) son dos enfermedades parasitarias también consideradas como de responsabilidad del sector privado, cuyos vectores son principalmente las garrapatas. Son importantes sobre todo en el sector lechero costarricense en zonas de bajura, donde hay abundancia de garrapatas y de vacas de razas lecheras especializadas que han sido trasladadas de zonas de altura donde no habían tenido contacto con el vector y por ello con las enfermedades. Muchos de estos animales se inmunizan luego de sufrir la enfermedad pero se requiere de tratamientos para evitar mortalidades.

**Tricomoniasis y Campilobacteriosis** son dos enfermedades venéreas del bovino de importancia, sobre todo para el sector privado (no afectan el comercio ni la salud humana). Existen métodos de diagnóstico, vacunas y tratamientos para hatos con grados elevados de infestación. Debe ponerse atención especial a los toros reproductores, que son el mecanismo más probable de dispersión.

## Enfermedades de importancia para los sectores público y privado

La **Brucelosis y Tuberculosis** son dos enfermedades zoonóticas de importancia en el país y por ello de gran interés público-privado. Son más problemáticas en sistemas de lechería intensiva, pero también pueden encontrarse en sistemas de carne-cría. Para brucelosis y paratuberculosis existen vacunas, pero los animales positivos, en las tres enfermedades, deben aislarse y preferiblemente eliminarse del hato.

**Lengua Azul y Estomatitis Vesicular** son dos enfermedades virales presentes en Costa Rica. Lengua Azul tiene poca importancia en bovinos y la Estomatitis causa alguna morbilidad, pero es epidémica solo en hatos lecheros (más confinamiento) y su principal importancia radica en una potencial confusión de diagnóstico con un caso de Fiebre Aftosa, de la cual el país es totalmente libre. Lengua Azul sí es un serio problema en ovejas, pero los ovinos no son una especie de importancia económica actualmente en el país.

La **Leptospirosis** es una enfermedad bacteriana a la que todos los mamíferos son susceptibles. Se transmite a partir de aguas y alimentos contaminados, y los roedores (ratas) son los vectores más comunes vía orina. En Costa Rica es poco común, pero recientemente se han producido muchos casos en Nicaragua a raíz de aguas contaminadas por inundaciones.

La **Rabia** es la más importante zoonosis conocida. Todos los animales de sangre caliente son susceptibles; tiene un período de incubación muy prolongado (6 meses) y cuando los síntomas se presentan es mortal. Por ello todo caso sospechoso debe diagnosticarse en el laboratorio para tratar la infección lo más pronto posible. En Costa Rica todavía se presentan casos de rabia en bovinos asociados con casos en perros o en la fauna silvestre, de manera que existe un programa nacional de vigilancia y combate.

## Los parásitos

Costa Rica es un país tropical donde se dan condiciones ideales para que exista una alta prevalencia de parásitos en los animales. En el caso de los bovinos existen dos grupos de parásitos de importancia, imposibles de erradicar pero que deben ser controlados:

- a. Los parásitos internos, entre los que destacan los gastrointestinales y pulmonares
- b. Los parásitos externos, entre los que destacan las garrapatas y el tórsalo.

En el sistema de cría intensivo sostenible los parásitos internos deben controlarse mediante dos estrategias:

- a. El diagnóstico de incidencia, que se hace mediante análisis de laboratorio, y
- b. El combate por medio de vermífugos cuando se considere necesario.

Se hace énfasis en que siempre habrá presencia de parásitos internos, pero normalmente los animales adultos tienden a desarrollar resistencia, y los terneros solo deben tratarse cuando la incidencia es elevada y causa síntomas y pérdida de productividad. En los sistemas de leche la incidencia de parásitos internos es alta, debido a las cargas animales, y si se pretende intensificar más el uso de la tierra mediante el aumento de la carga animal, se anticipa que habrá que ponerles más atención a los parásitos internos.

Las garrapatas son también un serio problema; están presentes en todos los ecosistemas ganaderos de carne del país y causan pérdidas por los elevados costos de control y por el impacto negativo sobre los animales. Muchos de los productos de combate han sido históricamente mal utilizados y por ello las garrapatas han desarrollado resistencia; hace falta mucha capacitación para los productores, de manera que se mejoren las estrategias de combate.

El tórsalo está presente en las regiones productoras más húmedas y es, al igual que las garrapatas, un parásito difícil de combatir. La mosca del tórsalo (*Dermatobia hominis*) tiene una baja densidad

poblacional, pero utiliza a muchos otros insectos más pequeños como vectores para la distribución de sus huevecillos. Este parásito causa mucho “stress” a los animales y pérdidas en productividad, además de los daños permanentes al cuero, que es un subproducto valioso del bovino.

Los parásitos muy rara vez causan mortalidad en bovinos (con la excepción de los terneros lecheros), pero sí causan importantes pérdidas por morbilidad. Su control debe ser una prioridad sanitaria importante en las fincas de carne-cría.

## Enfermedades metabólicas

En bovinos de lechería la presencia de algunas enfermedades metabólicas es importante por su frecuencia e impacto económico. **La Fiebre de Leche** es causada por una disminución súbita de calcio en sangre en las vacas recién paridas, debida a fallas en el proceso de remoción de calcio de los huesos al iniciarse la lactancia, que es muy demandante en ese nutriente. Este problema se previene con una cuidadosa estrategia alimentaria en el período preparto y en las primeras semanas postparto. Debe tenerse cuidado no solo con el calcio, sino con otros nutrientes que interactúan con él, como lo son el fósforo, magnesio, potasio, la vitamina D y con la relación cationes/aniones en la dieta. La Fiebre de Leche puede causar además susceptibilidad a retención placentaria, metritis y displasia de abomaso.

La cetosis es causada por una deficiencia en sangre de glucosa; este nutriente se produce en bovinos a partir de ácido propiónico (AGV) y de algunos aminoácidos a nivel de hígado (casi no se absorbe glucosa del intestino delgado). Puede ocurrir entonces por escasez de los precursores, o por un mal funcionamiento del hígado. Una cuidadosa suplementación energética usualmente previene el problema.

En síntesis, las enfermedades metabólicas se previenen teniendo una alimentación balanceada en términos de minerales y energía en el período de transición (desde 20 días antes del parto hasta 20 días postparto). Es una época crítica para lograr lactancias plenas y productivas.

## LITERATURA CITADA

Argel, P; Hidalgo, C; González, J; Lobo, M; Acuña, V; Jiménez, C. 2001. Cultivar Veraniega (*Cratylia argentea* (Desv. O. Kuntze): Una leguminosa arbustiva para la ganadería de América Latina Tropical. San José, Costa Rica. Consorcio Tropileche. 22 p.

Arronis, V. 2014. Banco Forrajero de Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*). San José, Costa Rica. Boletín INFOAGRO. 6 p.

Benavides, J. 1999. Utilización de la morera en sistemas de producción animal. In Agroforestería para la Producción Animal en América Latina. FAO. p. 274-294.

De Alba, J. 2011. El libro de los bovinos criollos de América. Texcoco. Colegio de Posgraduados. 444 p.

Elizondo, J.A. 2016. ¿Conoce usted la calidad del calostro que producen las vacas de su finca y los factores que la afectan? UTN Informa. No. 75-76: 68-71.

González, J. 2013. Situación Actual y Perspectivas del Sector Lácteo Costarricense: visión de la Cámara Nacional de Productores de Leche. In XIX Congreso Nacional Lechero. San José, Costa Rica. Cámara Nacional de Productores de leche. 56 p.

INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos, Costa Rica). 2015. IV Censo Nacional Agropecuario 2014: Resultados generales. San José, Costa Rica. 145 p.

Morales, J; Acuña, V; Cruz, A. 2003. Industrialización del Heno de Calidad en Sistemas Bajo Riego en Costa Rica. San José, Costa Rica. INTA. 79 p.

Muñoz, J. 2002. Tras la huella del cebú lechero. Guanacaste, Costa Rica. 91 p.

Nieuwenhuys, A; Aguilar, M; Mena, M; Nájera, K; Osorio, M. 2008. La siembra de pastos asociados con maní forrajero. Serie Técnica. Manual Técnico no 82. CATIE. 74 p.

Oltenuacu, PA; Broom, DA. 2010. The impact of genetic selection for increased milk yield on the welfare of dairy cows. Animal Welfare 19 (5): 39-49.

Pérez, E. 2017. Estudios de caso de las Fincas de Pipe Pérez y Freddy Carmona. Limón, Costa Rica. De próxima publicación.

Pérez, E. 2012. Indicadores de Gestión de Sanidad Animal e Inocuidad de Productos Pecuarios en Centroamérica y la República Dominicana. San José, Costa Rica. Proyecto BID/RUTA (RG-T1753). 124 p.

Vargas, B. 2016. Estrategias de Mejoramiento Genético para Ganado Lechero. In XXII Congreso Nacional Lechero. San José, Costa Rica. Cámara Nacional de Productores de leche. 36 p.

Vargas, J. 2012. El desarrollo de la ganadería en Costa Rica: compendio de artículos históricos. San José, Costa Rica. Cámara Nacional de Productores de Leche. 63 p.





La impresión de este documento ha sido financiada por el proyecto “Fortalecimiento de la Competitividad y Desempeño Bajo en Carbono del Sector Café en Costa Rica” cofinanciado por Fundecooperación para el Desarrollo Sostenible y el Fondo Multilateral de Inversiones, miembro del Grupo Banco Interamericano de Desarrollo.



**Web INTA:** [www.inta.go.cr](http://www.inta.go.cr)  
**Plataforma PLATICAR:** [www.platicar.go.cr](http://www.platicar.go.cr)  
**Web Fundecooperacion:** [www.fundecooperacion.org](http://www.fundecooperacion.org)