

(✓)

ASPECTOS NUTRICIONALES EN LA PRODUCCION DE LECHE

**COMPILACION DE DOCUMENTOS PRESENTADOS
EN ACTIVIDADES DE CAPACITACION
Vol. 1**

**Editor:
ANDRES R. NOVOA B.**

**CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA, CATIE
DEPARTAMENTO DE PRODUCCION ANIMAL
Turrialba, Costa Rica
Junio de 1983**

CONTENIDO

	Página
Presentación	5
Requerimientos nutricionales del ganado	
<i>Danilo Pezo y Arnoldo Ruiz</i>	7
Balanceo de raciones	
<i>Arnoldo Ruiz y Danilo Pezo</i>	17
Suplementación de vacas lecheras en pastoreo	
<i>Manuel E. Ruiz</i>	23
Suplementación energético proteica	
<i>Manuel S. De Gracia G.</i>	57
La nutrición y su importancia en la reproducción	
<i>Angel Iturbide C.</i>	67
Cría y alimentación de reemplazos en lecherías	
<i>Manuel E. Ruiz y Arnoldo Ruiz</i>	79

PRESENTACION

Como parte de su orientación y actividades en investigación, enseñanza y cooperación técnica, el Departamento de Producción Animal del CATIE se ha interesado en desarrollar y promover proyectos relacionados con sistemas de producción de leche para el trópico, que sean útiles y aplicables para mejorar las condiciones de la ganadería de leche en Centroamérica. Tal interés en este subsector de la producción animal se justifica ampliamente por la importancia de la ganadería de leche en la región, tanto por ser fuente de trabajo y de ingresos para una alta proporción de la población rural, por su contribución a las economías nacionales y del sector agropecuario, como por ser la leche uno de los alimentos básicos en la dieta humana y un producto actualmente deficitario en cuanto a las necesidades de la población.

Es así como, además de la investigación que el Departamento conduce sobre los diversos componentes relacionados con la producción animal, parte de sus acciones específicas corresponden a proyectos de carácter integrativo, multidisciplinario y regional sobre investigación y transferencia de tecnología sobre sistemas de producción de leche. Uno de éstos es el Proyecto con el Banco Interamericano de Desarrollo, BID, sobre investigación aplicada en sistemas de producción de leche para campesinos de limitados recursos en el Istmo Centroamericano.

El Proyecto CATIE/BID comenzó sus acciones en los seis países del Istmo en junio de 1979. Su objetivo principal es desarrollar y validar alternativas mejoradas de sistemas de producción de leche que sean de fácil aplicación por los pequeños productores. En segunda instancia, el Proyecto busca fortalecer la capacidad de las instituciones nacionales de investigación, transferencia de tecnología y crédito agropecuario de los países participantes.

En la estrategia diseñada para el Proyecto se contempló desde el comienzo el adiestramiento como una herramienta para el desarrollo y formación de los recursos humanos, el fortalecimiento de las instituciones coparticipes y para la transferencia de tecnología a nivel técnico. Las actividades en este campo han sido uno de los instrumentos de acción en los países, habiéndose desarrollado hasta el momento un programa intensivo de cursos cortos nacionales y regionales, en los que han participado más de 600 técnicos y especialistas de los organismos nacionales cooperadores con el Proyecto, vinculados a la investigación, transferencia de tecnología y crédito agropecuario.

Los cursos realizados trataron sobre los más relevantes aspectos relacionados con la metodología de investigación en sistemas de producción de leche y sobre sus principales componentes y alternativas de producción y de manejo de nutrición animal, reproducción, sanidad, pastos y forrajes, mejoramiento genético y aspectos socioeconómicos involucrados a nivel del productor y su finca.

Como parte del producto de los cursos realizados, los conferencistas invitados tanto del Proyecto como del Departamento de Producción Animal y de los organismos nacionales, han contribuido con diversos documentos y escritos que reúnen lo principal de sus experiencias, metodologías de trabajo y

recomendaciones en el programa de adiestramiento del Proyecto. Sin embargo su calidad y relevancia, por estar todos enlazados específicamente con la producción de leche en el trópico, ameritan que su conocimiento y uso trasciendan el momento y el público particular para el que originalmente fueron preparados. Por tal razón y con el propósito de contribuir a una más amplia difusión de esos aportes, el Proyecto CATIE/BID se ha propuesto publicarlos en una selección por temas, de los cuales el primero es el que se presenta en esta ocasión sobre aspectos nutricionales.

El material que aquí se incluye es apenas una parte del total presentado en las actividades de capacitación. Comprende planteamientos metodológicos, elaboraciones conceptuales, revisiones bibliográficas, consideraciones técnicas sobre aspectos específicos y algunas recomendaciones sobre aplicaciones prácticas. En ninguno de los casos y para ninguno de los temas se ha pretendido llegar a un tratamiento exhaustivo.

En tal sentido, este primer volumen se debe considerar como una selección de lecturas recomendadas y no como un manual técnico completo. Por otra parte, como contribuciones esencialmente individuales que son, los artículos que se incluyen no representan necesariamente los resultados del Proyecto CATIE/BID, no deben ser asimilados a éstos y tampoco cubren todas sus áreas técnicas y de trabajo en los países. Por lo tanto, esta publicación debe ser considerada como introductiva y preliminar sobre los temas que trata. En las que le seguirán se espera poder incluir nuevas contribuciones que complementen cada tema. De esta manera se desea conformar una serie de lecturas de referencia a la que se incorporará posteriormente la publicación de los resultados del Proyecto CATIE/BID, sobre alternativas tecnológicas recomendadas para mejorar los sistemas de producción de los pequeños y medianos productores de leche de Centroamérica.

El Editor

REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL GANADO

*Danilo Pezo**
*Arnoldo Ruiz**

LOS NUTRIENTES

El ganado requiere una diversidad de nutrientes para su mantenimiento y propósitos productivos. Desde este punto de vista se puede decir que nutriente se define como cualquier constituyente o grupo de constituyentes del alimento, que correspondiendo a una composición química general, contribuya al mantenimiento de la vida. Los nutrientes requeridos por el animal se pueden agrupar en cinco categorías: energía, proteína (se puede hablar de nitrógeno en los rumiantes), minerales, vitaminas, y el agua. Desde el punto de vista cuantitativo, los requerimientos de agua son los mayores, seguidos por los requerimientos de energía y proteína. En cambio, las vitaminas y los minerales son requeridos en cantidades muy pequeñas.

A menudo, bajo condiciones prácticas, se hace demasiado énfasis en la suplementación mineral y vitamínica, dejándose un tanto de lado el problema mayor y más frecuente que es el energético-proteico. Cabe recordar que incluso en sistemas de manejo intensivo de pasturas, cuando se trabaja con vacas de mediano y alto potencial de producción de leche, se presentan más frecuentemente deficiencias de energía, y en menor grado de proteína.

AGUA

El ganado sufre más rápidamente por falta de agua que por la deficiencia de cualquier otro nutriente. Para reconocer la importancia del agua en la nutrición del ganado se debe recordar que ésta representa de la mitad a 2/3 de la masa corporal en el animal adulto y puede representar hasta un 90 por ciento en el animal recién nacido. Un animal puede perder prácticamente toda su grasa corporal y la mitad de la proteína contenida en su cuerpo y aún seguirá viviendo; en cambio, la pérdida de sólo un 10 por ciento de su contenido de agua puede provocarle la muerte.

Entre las funciones del agua, que como se ha mencionado es el constituyente más importante en casi todos los tejidos del animal, se pueden citar las siguientes:

1. Como componente importante de la sangre y linfa, el agua cumple un papel importantísimo en el transporte de los distintos nutrientes dentro del cuerpo, ya sea en solución o suspensión.
2. Su capacidad de solvente y su uso como sustrato permite que ocurran una serie de reacciones relacionadas con la utilización de los otros nutrientes en el animal.
3. Los productos finales del metabolismo, por ejemplo la urea, son eliminados del cuerpo por medio del agua en la orina, cumpliendo así un papel de limpieza en el organismo.
4. Otro papel importante del agua está en la regulación de la temperatura del animal, esto en virtud de dos propiedades. Una constituida por la capacidad del agua para absorber calor, y la otra relacionada con la capacidad del animal para disipar o eliminar calor producido durante las diferentes reacciones químicas que suceden a nivel celular.

* Nutricionistas, M.S. Departamento de Producción Animal, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

5. Como constituyente del líquido sinovial el agua juega un papel como lubricante de las articulaciones, y al constituir también parte de los líquidos cerebro-espinales actúa como amortiguador de los órganos del sistema nervioso.
6. También cumple papeles importantes en el transporte del sonido en el oído medio y de imágenes en el ojo.

El agua requerida por el animal puede ser provista de diferentes maneras: a) en la bebida, b) como parte constituyente de los alimentos, c) el agua metabólica producida por la oxidación de nutrientes, d) agua liberada de reacciones de polimerización tales como la condensación de aminoácidos a péptidos, y e) agua preformada y contenida en los tejidos, la cual es catabolizada durante un período de balance energético negativo.

Con relación al consumo de agua, son muchos los factores que lo afectan, entre ellos se pueden citar: temperatura ambiental, nivel de consumo de alimentos, contenido de agua de los alimentos, tamaño corporal y nivel de producción de leche. El consumo de agua se incrementa a medida que aumenta la temperatura ambiental; sin embargo, en climas calientes puede disminuir el consumo de alimentos y la producción, con una reducción concomitante en el consumo de agua.

El ganado, de manera general, consume de tres a cuatro litros de agua por cada kilogramo de materia seca consumida. Por otro lado, la vaca lechera consume de tres a cuatro litros de agua por litro de leche producido. Hay evidencias también de que la producción de leche es mayor cuando el agua está disponible todo el tiempo que cuando ésta se ofrece dos veces al día.

ENERGIA

El cuerpo del animal es comparable con un motor de gasolina, que requiere repuestos para su mantenimiento o reparación y combustible o energía para su funcionamiento. Lo primero es aportado por el agua, la proteína y los minerales, y el combustible por los carbohidratos y grasas. Un animal utiliza la energía para diversas funciones corporales. Una cierta proporción es utilizada para el mantenimiento de los tejidos corporales, en los cuales constantemente se producen las diferentes reacciones químicas necesarias para el mantenimiento de la vida. Un animal en crecimiento necesita energía extra para la formación de nuevos tejidos corporales. Una vaca preñada necesita energía para la formación de tejidos del feto que está gestando y una vaca que está produciendo leche requiere aún de más energía para la formación de la leche que secreta su glándula mamaria.

Cuando el alimento es limitado, y por ende la energía, una vaca usará la energía disponible para el mantenimiento y la reproducción, sacrificando el crecimiento y la lactancia; sin embargo, también es frecuente observar que vacas en producción, con limitaciones energéticas, movilizan parte de sus reservas corporales para la producción de leche.

Hasta aquí se ha hecho referencia a las funciones de la energía y, consecuentemente, a sus requerimientos. Se reconoce que hay requerimientos de energía para mantenimiento, actividad física, crecimiento, reproducción y producción de leche.

Los requerimientos de mantenimiento son aquellos necesarios para sostener los tejidos corporales en equilibrio energético. Esto significa la cantidad de energía necesaria para compensar las pérdidas energéticas propias del metabolismo basal y la actividad normal del animal asociada con su ambiente.

La energía requerida para el metabolismo basal es función del tamaño metabólico del animal (Peso 0,75) y es constante, e igual a 70 kcal x peso 0,75.

Los requisitos de la actividad física son en cambio muy variables y dependen del temperamento del animal, de si éste se encuentra en estabulación o en pastoreo y, cuando es en pastoreo, los requisitos son función de la disponibilidad del forraje, la topografía del terreno, el tamaño de los potreros, las distancias a recorrer, etc. Bajo condiciones de pastoreo los requerimientos por la actividad física pueden variar del 25 al 100 por ciento de los de mantenimiento. En estabulación se considera que éstos son apenas un 10 por ciento de los de mantenimiento.

Los requerimientos de energía para el crecimiento están constituidos por la energía adicional que requiere un animal en crecimiento para la formación de nuevos tejidos. Se considera que una vaca alcanza su tamaño adulto a los cinco años de edad. Por esta razón se estima que las vacas jóvenes requieren un 20 por ciento de energía más sobre la del mantenimiento durante la primera lactancia, y un 10 por ciento de energía adicional durante la segunda lactancia.

En cuanto a los requerimientos en la gestación, se considera que en este estado la vaca requiere energía adicional por la formación de los tejidos del feto y por el incremento que se produce en su metabolismo basal. La energía requerida para el desarrollo fetal es pequeña durante los primeros seis meses de gestación, pero luego se incrementa marcadamente en los tres últimos meses. Por esta razón, en el cálculo de requerimientos se acostumbra adicionar los requerimientos de gestación a los de mantenimiento en los dos últimos meses de gestación.

Con referencia a los requerimientos energéticos para la producción de leche, los que son adicionales a los anteriores, se reconoce que éstos varían principalmente de acuerdo con la cantidad de leche producida y el contenido graso de la leche.

PROTEINA

Es conocida la capacidad que tienen los rumiantes funcionales de utilizar nitrógeno no proteico (NNP) para sintetizar proteína, gracias a la acción de los microorganismos del rumen. Es más, buena parte de la proteína dietética es hidrolizada a nivel ruminal hasta NNP, para que luego éste sea utilizado en la síntesis de proteína microbiana, la cual a su vez es degradada posteriormente en el abomaso y en el intestino delgado. Por estas razones es válido hablar de los requerimientos de nitrógeno de los rumiantes. Ahora bien, en el caso de animales con altos niveles de producción de leche, o altas tasas de crecimiento, la proteína sintetizada a nivel ruminal no es suficiente para cubrir los requerimientos cualitativos y cuantitativos del animal, y es por ello que en la actualidad se habla de las necesidades de proteína sobrepasante.

Así como, en relación con la energía, en el caso de la proteína se debe reconocer la existencia de requerimientos para mantenimiento, crecimiento, reproducción y producción de leche. En cuanto a los requerimientos de mantenimiento, tanto los tejidos corporales, como las enzimas y algunas hormonas son proteínas, las cuales necesitan ser repuestas como consecuencia de su degeneración normal. Para que un animal permanezca en balance proteico, las proteínas perdidas a través de los procesos de digestión y metabolismo del alimento, en la caída del pelo y en las descamaciones de la piel tienen que ser reemplazadas. La magnitud de las pérdidas depende del tamaño del animal, del tipo y cantidad de alimento ingerido y de la calidad de la proteína.

En cuanto a los requerimientos de crecimiento, se debe recordar que en gran medida la ganancia de peso en animales jóvenes es en forma de proteína y agua en el tejido muscular y en los órganos. A medida que un animal se aproxima al tamaño adulto, la formación de tejido muscular decrece y se hace más importante la deposición de grasa. Aunque se sabe que los requerimientos de proteína para crecimiento disminuyen constantemente en la medida que el

animal se aproxima a la edad adulta, se recomienda considerar las necesidades adicionales para crecimiento hasta la segunda lactancia.

Al igual que para la energía, existen también requerimientos adicionales de proteína para la formación de los tejidos fetales. En forma práctica, se recomienda suplir proteína para los requerimientos en la gestación durante los dos últimos meses, ya que en esta etapa se produce el mayor crecimiento del feto, siendo la proteína, además del agua, una buena parte de los tejidos fetales.

Con referencia a los requerimientos de proteína para la producción de leche, se considera que una ración debe contener hasta un 140 por ciento de la proteína contenida en la leche que se produce, adicionalmente a los requerimientos de mantenimiento, y a los de crecimiento y gestación. Una deficiencia de proteína en vacas lactantes resulta en una disminución en la producción de leche y puede provocar una disminución en el contenido de proteína de la leche. El contenido de proteína de la leche generalmente varía con el contenido de grasa de la misma, por lo que la cantidad de proteína requerida está en función de la cantidad de leche y del contenido de grasa.

MINERALES

Hay por lo menos 15 elementos minerales que se han considerado esenciales para el ganado lechero. Pudiera haber otros que se requieren en pequeñas cantidades, pero no se ha podido probar que son esenciales, debido a que la mayoría de alimentos los contienen en cantidades suficientes.

De acuerdo a las cantidades de minerales requeridos por el animal, éstos se han clasificado en dos categorías: macro y microelementos. Los macroelementos requeridos son: calcio, fósforo, sodio, cloro, magnesio, potasio y azufre. Los microelementos requeridos por el ganado son: hierro, cobre, molibdeno, manganeso, zinc, cobalto, yodo y selenio. Hay evidencias de que probablemente a esta lista deban añadirse el fluor y el cromo, aunque aún no se ha podido establecer que estos elementos sean esenciales.

En condiciones normales, los elementos minerales cuya suplementación debe ser considerada son: fósforo, calcio, cloro y sodio. Ahora bien, con referencia a los otros elementos, puede ser necesaria su suplementación dependiendo del área geográfica y de la información que haya disponible sobre el contenido de los mismos en suelos y pastos. En caso de que no se disponga de información respecto a la presencia de deficiencias de un elemento u otro, es conveniente el uso de sales minerales producidas comercialmente.

Las funciones de los elementos minerales en el organismo animal son diversas, pero las mismas se pueden resumir así:

1. El esqueleto y los dientes del animal están compuestos principalmente de minerales, de donde se puede derivar la importancia de suplementar los animales en crecimiento.
2. Los minerales son también constituyentes esenciales de tejidos blandos y de líquidos del cuerpo. Por ejemplo, el fósforo se encuentra presente en la proteína del núcleo celular, e igualmente en los fosfolípidos del protoplasma. La capacidad de la sangre para transportar oxígeno se debe a la hemoglobina, que es un compuesto proteico que contiene hierro. La tiroxina, hormona producida por la tiroides, y que regula el metabolismo de todas las células, contiene yodo.
3. Las células de los diversos tejidos del cuerpo derivan sus nutrientes de la linfa, estando separadas de ésta únicamente por las paredes celulares. Estas paredes son semipermeables y, por consiguiente, para mantener las condiciones normales de nutrición animal tisular es necesaria la existencia de diferencias en la presión osmótica entre la sangre, la linfa y el interior de la célula. Esto se logra gracias a la presencia de sales minerales contenidas en solución.

4. Ciertas reacciones químicas en el cuerpo no puede llevarse a cabo a menos que se mantenga una concentración iónica apropiada. La habilidad asociativa de los minerales produce la concentración iónica deseada.
5. Las reacciones químicas que se llevan a cabo en el cuerpo animal producen una serie de compuestos químicos que tienden a cambiar la neutralidad del cuerpo. Esta neutralidad es mantenida a través de un ajuste delicado de los compuestos minerales en los líquidos del cuerpo.
6. En el caso de la producción de leche, el calcio es un mineral requerido por el animal, dada la cantidad que secreta con la leche. Una deficiencia de calcio se puede traducir en fiebre de leche.

VITAMINAS

Bajo el término vitaminas se incluyen una serie de compuestos orgánicos, requeridos por el animal en pequeñas cantidades, pero cuya omisión o deficiencia produce una sintomatología característica que finalmente resulta en la muerte del animal. Actualmente se conocen unas 15 vitaminas cuyas funciones son muy variables y en algunos casos muy específicas. Las vitaminas se han clasificado para su estudio en dos categorías, tomando como criterio sus características de solubilidad:

Vitaminas hidrosolubles

Son aquéllas que se disuelven en agua y están constituidas por las vitaminas del complejo B y la vitamina C. Todas estas vitaminas son esenciales para el animal puesto que intervienen en el metabolismo intermedio del animal como coenzimas. En el caso del animal con rumen funcional no es necesario suplirlas con el alimento, pues los microorganismos del rumen pueden sintetizarlas en cantidades adecuadas, sin embargo, en el caso de terneras jóvenes cuyo rumen aún no es funcional, éstas deben ser suplidas.

Vitaminas liposolubles

Son aquéllas que se disuelven en grasa, y contrario a lo que sucede con las hidrosolubles, se pueden almacenar en el cuerpo del animal. Cumplen funciones esenciales en el animal y se deben suministrar con el alimento. En el caso de vacas lecheras en pastoreo, el pasto verde contiene cantidades suficientes de vitamina A (carotenos) y de vitamina E. La Vitamina D es sintetizada en el cuerpo del animal gracias a la acción de los rayos ultravioleta, pudiendo presentarse diferencias en ganado que permanece bajo techo durante mucho tiempo. En el caso de sequías prolongadas, de más de cuatro meses, se puede requerir vitamina A suplementaria, pues el contenido de carotenos del pasto es bajo y las reservas del hígado pueden agotarse. La vitamina K es sintetizada por los microorganismos del rumen.

FORMAS DE EXPRESION DE LOS REQUERIMIENTOS

Los requerimientos generalmente se expresan como la cantidad de nutrientes requeridos por día o como un porcentaje de la dieta. Se utiliza la cantidad de nutrientes cuando a los animales se les proporciona una cantidad determinada de alimento a consumo restringido, y se usa el porcentaje cuando las raciones se ofrecen libremente (consumo *ad libitum*).

En cuanto a las unidades utilizadas, éstas varían en función del nutriente de que se trate. Se usan gramos en el caso de la proteína, el calcio y el fósforo;

megacalorías o kilocalorías (Mcal o Kcal) cuando se trata de energía; partes por millón (ppm = mg/kg) cuando se trata de microelementos, y unidades internacionales (UI) en el caso de las vitaminas A y D.

FORMAS DE EXPRESION DE ENERGIA

Todas las ciencias poseen términos que no son de uso común más que en la misma ciencia. En este sentido, la nutrición no es una excepción, pues posee una serie de términos, que deben ser definidos para ayudar en el entendimiento de los textos, artículos científicos y demás formas de comunicación utilizados en esta ciencia. A continuación se define algunos de los términos más comúnmente utilizados en la nutrición energética:

1. **Energía bruta (EB):** es la cantidad de calor, expresado en calorías, liberado cuando una sustancia, en este caso un alimento, es completamente oxidado en una bomba calorimétrica. Este valor no tiene significado nutricional, pero es necesario como punto de partida en la definición de otros términos energéticos.
2. **Energía digerible (ED):** es la energía bruta ingerida menos la cantidad de energía contenida en las heces (EF). La energía de las heces proviene de cuatro fuentes: a) alimentos no digeridos, b) microorganismos muertos no digeridos, c) jugos gástricos, y d) células del epitelio gastrointestinal.
3. **Energía metabolizable (EM):** es la energía bruta ingerida menos la energía contenida en las heces, en gases producidos en la digestión y en la orina. Los gases de digestión están constituidos principalmente por el metano, y se producen en el rumen y en el intestino grueso.
4. **Energía neta (EN):** es la energía bruta menos la energía de las heces, de gases, de la orina y la gastada en producir calor durante la fermentación y el metabolismo. Esta energía neta a su vez puede ser desdoblada en energía usada para el mantenimiento (EN_m) y usada para producción (EN_p).
5. **Nutrientes digeribles totales (NDT):** es una expresión de la energía digerible, la cual se calcula con base en la sumatoria de la proteína digerible, fibra cruda digerible, extracto libre de nitrógeno digerible y 2,25 veces el extracto etéreo digerible. En términos prácticos se le considera equivalente a la digestibilidad de la materia seca (MS) y es comparable con la ED.

Una ilustración del fraccionamiento de la energía dietética se presenta en la Figura 1.

Cabe destacar que para el caso de la energía neta, ésta se fracciona en EN_m y EN_p únicamente para animales en crecimiento, mientras que en el caso de vacas lactantes la energía neta se considera como un todo que se denomina energía neta para vacas lactantes (EN_{vl}).

TABLAS DE REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES Y DE COMPOSICION DE ALIMENTOS

Los factores que afectan los requisitos nutricionales del animal son múltiples, por lo que para facilidad de los usuarios se han desarrollado tablas que incluyen estimaciones de los requisitos del animal para diferentes estados fisiológicos y funciones. Entre las más conocidas se encuentran las tablas del NRC, publicadas por el Consejo Nacional de Investigaciones de los E.E.U.U., y las tablas del ARC publicadas por el Consejo de Investigaciones Agrícolas de la Gran Bretaña. Debe indicarse que estas tablas presentan únicamente *estimaciones* obtenidas a partir de varios trabajos de investigación y, como tal, no deben

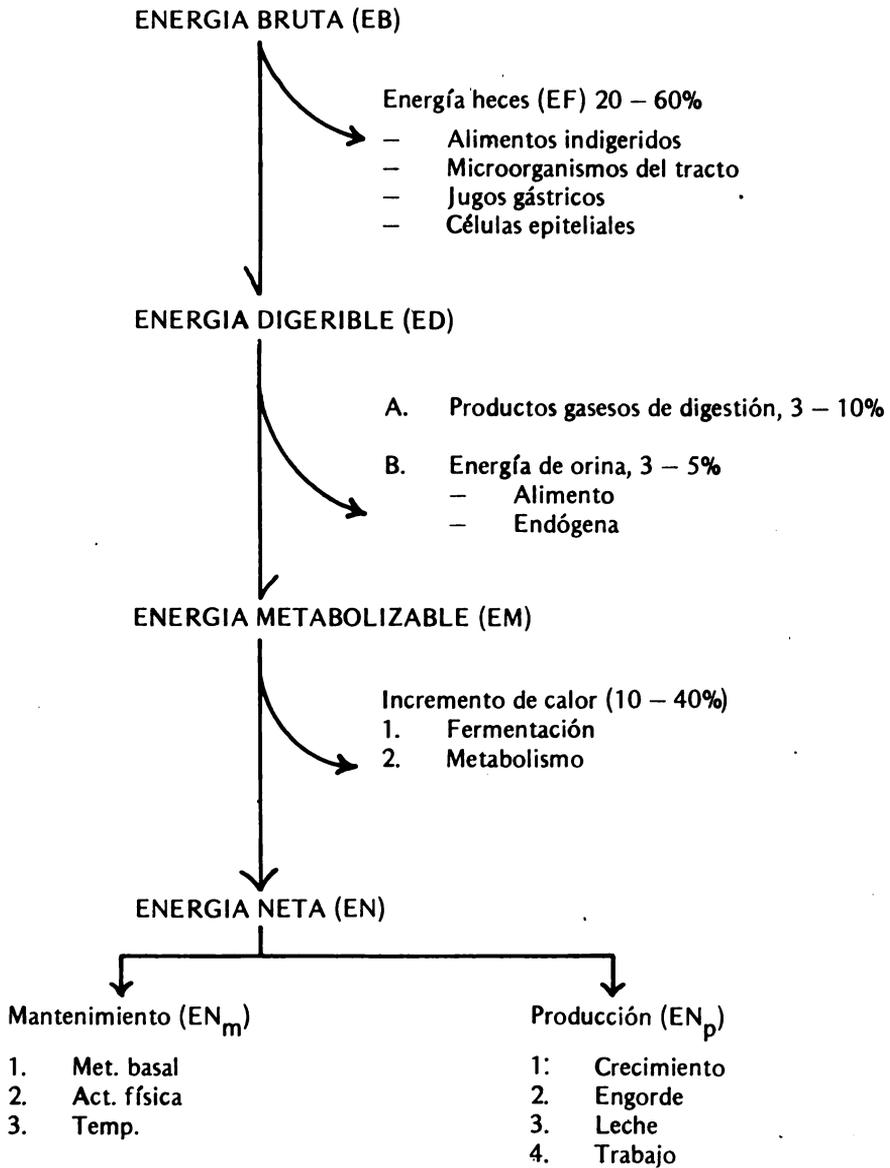


Figura 1. Forma de expresión de la energía.

tomarse como valores exactos y definitivos. Por otro lado, se debe considerar que dichos valores han sido estimados para condiciones ecológicas muy distintas a las del trópico. En fin, estas estimaciones deben tomarse como meras guías para nuestro trabajo en el trópico, y no sorprendernos cuando en el campo no encontramos lo que las tablas predicen.

Así como se dispone de información sobre los requerimientos nutricionales del animal, también se cuenta con información referente al valor nutritivo de los alimentos usando las mismas formas de expresión. Existen tablas de composición de alimentos para América Latina,* las que contienen incluso datos de energía neta para diferentes insumos de uso corriente en la región. Cabe aclarar sin embargo, que no es que se hayan hecho necesariamente las determinaciones, sino que los valores han sido estimados a partir de datos de composición química, digestibilidad, energía digestible (NDT) o, en el mejor de los casos, de energía metabolizable. Las ecuaciones usadas para propósito de transformación de datos son las que se presentan a continuación.

$$\text{NDT} = \text{PCD} + \text{ELND} + \text{FCD} + 2,25 \text{ EED} = \text{Digestibilidad}$$

$$\text{ED} = \frac{\% \text{NDT}}{100} \times 4,409$$

$$\text{EM} = \text{ED} \times 0,82$$

$$\text{Log F} = 2,2577 - 0,2213 \text{ EM}$$

$$\text{EN}_m = \frac{77}{F}$$

$$\text{EN}_g = 2,54 - 0,03114F$$

$$\text{EN}_{v1} = 0,84 \text{ ED} - 0,77$$

Donde: Todas las expresiones de energía están en Mcal/kg

F = gramos de materia seca por unidad de peso elevada a la potencia 0,75 (P 0,75) requeridos para el mantenimiento del equilibrio energético.

USO DE LAS TABLAS DE REQUERIMIENTOS

Las tablas de requerimientos son básicamente cuadros de doble o triple entrada, los que en la parte superior tienen listadas algunas características que definen el tipo de animal y condición para la cual aplican los requerimientos (peso, ganancia esperada); así mismo, hay información de referencia (edad y consumo de alimentos). Todo esto, cuando se trata de animales en crecimiento. De acuerdo con este tipo de arreglo, en las columnas aparecen los requerimientos de un nutriente en particular, para diferentes categorías de animales; mientras que en las hileras aparecen las cantidades requeridas de diversos nutrientes para una categoría de animal dada.

En el caso de las tablas de requerimientos del NRC para vacas lactantes se presentan básicamente tres cuadros, uno para requisitos de mantenimiento, otro para los requisitos de mantenimiento y preñez y, por último, otro con los requisitos para producir leche con diferentes tenores de grasa.

La utilización de las tablas es relativamente sencilla si el requerimiento buscado está directamente presente en la tabla. Por ejemplo, los requerimientos de energía neta para mantenimiento (EN_m) de una novilla de 200 kilos de peso que gana 0,70 kg/día es de 4,1 Mcal/día (Cuadro 1 de las tablas de

* MC-DOWELL, L. R., *et al.* Tablas de composición de alimentos para América Latina. Univ. de Florida. Gainesville, Florida, 1974.

requerimientos del NRC)**. Para una novilla de 400 kilos de peso, que gana 0,80 kg/día, sus requerimientos de proteína total son de 876 g/día (Cuadro 1 de las tablas). Para una vaca adulta, con 450 kilos de peso y en el último tercio de preñez, sus requerimientos de energía metabolizable para mantenimiento son de 16,9 Mcal/día (Cuadro 2 de las tablas).

La estimación de los requerimientos se complica cuando el valor buscado no se encuentra directamente en la tabla, como sería el caso que la misma vaca preñada del ejemplo anterior pesara 475 kilos, en lugar de los 450 kilos señalados anteriormente. En un caso como éste, se tiene que hacer una interpolación, suponiendo que en un rango tan pequeño como 50 kilos (entre 450 y 500 kilos), el incremento en los requerimientos es lineal.

El procedimiento del cálculo en estos casos es el siguiente:

- En el Cuadro 2 se busca la categoría "vaca adulta, preñada, último tercio de gestación". Dentro de ésta se buscan los requerimientos para los pesos más cercanos; así, en el caso del ejemplo serán 450 y 500 kilos.
- Para cada uno de estos pesos se buscan los requerimientos correspondientes.

Peso	Requerimientos EM, Mcal/día
450	16,90
<u>500</u>	18,29

- Se calculan las diferencias entre los valores tabulares, los cuales serán:

$$\begin{aligned} \text{Peso } 500 - 450 &= 50 \\ \text{EM } 18,29 - 16,9 &= 1,39 \end{aligned}$$

- Con esta información se aplica una regla de tres, en la que se indica: si para 50 kg se requieren 1,39 Mcal EM, para 25 kg (475-450) se requerirán:

$$\frac{1,39}{50} \times 25 = 0,7 \text{ Mcal EM } \checkmark$$

- El valor encontrado en la regla de tres se adiciona al requerimiento correspondiente al peso inmediato inferior.

$$16,9 + 0,7 = 17,6 \text{ Mcal EM. } \checkmark$$

De esta manera se ha estimado el requerimiento de EM para una vaca adulta de 475 kilos de peso, la cual se encuentra en el último tercio de la preñez.

De manera similar se pueden estimar los requerimientos de cualquier categoría de animal y para cualquier nutriente, cuando el valor no puede ser encontrado directamente en las tablas.

** National Academy of Sciences. Nutrient Requirements of Dairy Cattle, NRC, Washington, D.C., 1978.

BALANCEO DE RACIONES

*Arnoldo Ruiz**

*Danilo Pezo**

CONCEPTOS BASICOS

Al hablar de la alimentación de animales es común encontrar confusión en cuanto al uso de los términos ración y dieta. Con el fin de uniformizar la terminología, a continuación se procede a definir cada uno de estos términos.

Ración: una ración es la cantidad de alimento suministrada al animal durante un día, ya sea de una sola vez o en varias porciones. El término no implica que la cantidad ofrecida sea suficiente para llenar los requisitos nutricionales del animal.

Dieta: la dieta del animal está definida por el conjunto de alimentos que normalmente consume el animal, sin que involucre la cantidad que recibe.

Ración balanceada: es la cantidad de alimento que suministra al animal los diversos nutrientes en cantidades y proporciones tales, que éste queda adecuadamente alimentado durante un período de 24 horas. Con base en lo anterior, al balancear raciones se persigue integrar el conocimiento existente sobre los nutrientes y sus funciones en el animal, el contenido de nutrientes de los alimentos o recursos disponibles y los requisitos del animal, de tal manera que la cantidad de alimento que diariamente recibe el animal provea los nutrientes necesarios para suplir los requisitos de mantenimiento, y los de cualquier proceso productivo en que el animal se encuentre.

El proceso matemático empleado para el balanceo de raciones es relativamente simple; sin embargo, antes de poder proceder con dicho proceso, se requiere de cierta información que a continuación se discutirá brevemente.

REQUISITOS NUTRICIONALES DEL ANIMAL

El primer paso consiste en tener una estimación de cuáles son los nutrientes que el animal necesita derivar del alimento y en qué cantidades. Para el caso de animales de leche se debe considerar que éstos requieren nutrientes para una o más de las siguientes funciones:

- a) Mantenimiento corporal
- b) Producción de leche
- c) Crecimiento
- d) Crecimiento y desarrollo del feto
- e) Ganancia de peso

Los requisitos de mantenimiento son comunes a todo tipo de animal y varían en función del peso o tamaño. De igual manera, los requisitos de producción varían según la cantidad de leche producida y su contenido de grasa. Mientras que los requisitos para crecimiento deben considerarse durante toda la etapa de crecimiento del animal, calculándose que el peso adulto se alcanza a los 4 ó 5 años, los requisitos de preñez se toman en cuenta sólo durante los últimos 2 ó 3 meses de gestación.

La condición del animal durante el último tercio de gestación definirá la necesidad de considerar o no requisitos para ganancia de peso. El que un animal entre en "buenas carnes" al parto, no sólo asegura un mejor nivel de producción de leche, sino también un mejor comportamiento reproductivo.

Como herramienta para determinar la cantidad de nutrientes que requiere el animal, existen tablas donde se han calculado los requisitos de nutrientes para diferentes tamaños y estados fisiológicos del animal.

* Nutricionistas, M.S. Departamento de Producción Animal, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

ALIMENTOS DISPONIBLES Y SU CONTENIDO DE NUTRIENTES

El siguiente paso en el balanceo de raciones consiste en definir qué alimentos están disponibles y cuál es el contenido de nutrientes de esos alimentos. Hasta donde sea posible, se recomienda utilizar alimentos producidos en la misma zona, para evitar el encarecimiento consecuencia del transporte a largas distancias.

En cuanto al contenido de nutrientes de estos alimentos, lo ideal sería poder realizar análisis previamente a su utilización. Si no se dispone de facilidades para ello, se deberá recurrir a tablas de composición de alimentos, las cuales abundan en los textos de nutrición.

Aunque en forma manual es difícil llegar a determinar una ración balanceada de mínimo costo se aconseja utilizar, como criterio de discriminación entre posibles alimentos a ser utilizados, el costo del alimento por unidad de nutriente. Esto es de mucho valor sobre todo en el caso de fuentes de proteína y de energía, las cuales constituyen la mayor proporción de la ración.

El procedimiento para determinar el costo del alimento por unidad de nutrientes es sumamente sencillo. Partiendo de la concentración de nutrientes del alimento y su costo de adquisición, el costo del alimento por unidad de nutriente se calcula de la siguiente forma:

- a) Precio de 100 unidades de alimento = a
- b) Concentración de nutrientes en el alimento = b (%)
- c) $100 \times b =$ unidades de nutriente en 100 unidades de alimento
- d) $\frac{a}{100 \times b} \rightarrow$ Costo del alimento por unidad de nutriente.

Cuando se trabaja con alimentos cuyo contenido de agua es muy diferente, se hace necesario hacer los cálculos en base a 100 por ciento de materia seca.

METODOS PARA BALANCEAR RACIONES

Básicamente existen cuatro métodos que pueden ser utilizados para balancear raciones:

Prueba y error

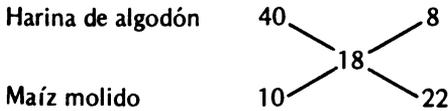
Consiste en ir realizando una serie de aproximaciones manuales hasta que se obtiene el balance deseado. Obviamente el método toma tiempo y requiere de experiencia.

Cuadrado de Pearson

El método es sumamente sencillo y permite definir qué proporciones de *dos* ingredientes deben mezclarse a fin de obtener la concentración deseada. Un ejemplo de su uso se presenta a continuación. Suponga que se necesita un suplemento para animales en pastoreo, para lo cual se cuenta con harina de algodón (40% PC) y maíz molido (10% PC). ¿Qué cantidad de ambos ingredientes deben ser mezcladas a fin de obtener un suplemento con 18% PC?

Para hacer uso de este método, en los vértices del lado izquierdo de un cuadrado imaginario se escriben los dos ingredientes que se van a utilizar y la concentración del nutriente de interés en dichos alimentos. En el centro de dicho cuadrado se anota la concentración del nutriente deseada. Para obtener las proporciones de ingrediente que se utilizarán, *se resta diagonalmente*, y las diferencias entre la concentración del nutriente en los ingredientes y la

concentración deseada se anotan en los vértices del lado derecho del cuadrado, *ignorando el signo*. El cuadrado aparecería de la siguiente forma:



Las cifras en los vértices derechos indican las proporciones de algodón y de maíz que deben mezclarse a fin de obtener una concentración de 18% PC (8 partes de algodón y 22 partes de maíz). Para transformar a porcentaje basta con: 1) sumar ambas cifras; 2) dividir cada cifra por dicha suma y multiplicar por 100.

Para el caso en cuestión tendríamos que el algodón constituiría 26,7 por ciento del suplemento y el maíz 73,3 por ciento.

Soluciones algebraicas

Este método permite mezclar dos o más ingredientes. Consiste en la creación de un sistema de ecuaciones simultáneas con tantas incógnitas como ingredientes se quieran mezclar, y tantos sistemas como nutrientes se quieran balancear. El método es muy simple de utilizar cuando se desea balancear pocos ingredientes para uno o dos nutrientes dados, no así cuando se aumenta el número de variables.

A manera de ejemplo se considerará nuevamente el caso del suplemento anterior. Si se considera el suplemento como el "todo", es decir 100 por ciento, a uno de los dos ingredientes (harina de algodón) se lo denomina "x", la diferencia del "todo" menos una de sus dos partes (100 - x) representaría el otro ingrediente (maíz molido). La ecuación se construye de la siguiente forma:

Una cantidad "x" de harina de algodón con 40 por ciento de PC, más una cantidad "100 - x" de maíz con 10 por ciento de PC, da una mezcla "100" con 18 por ciento PC, o sea:

$$40(x) + 10(100 - x) = 18(100)$$

$$40x + 1000 - 10x = 1800$$

$$30x = 800 \rightarrow x = \frac{800}{30} = 26,7\%$$

Ahora bien, si "x" (harina de algodón) es igual a 26,7 por ciento, 100 - x (maíz molido) sería igual a 73,3 por ciento (100 - 26,7).

Programación lineal

El método de programación lineal es el más utilizado para balancear raciones de mínimo costo. Tiene la ventaja de que permite balancear raciones con un gran número de ingredientes y por varios nutrientes a la vez. Es de fácil aplicación manual para casos sencillos como los que se presentaron anteriormente, sin embargo, se hace sumamente difícil conforme se incrementan tanto el número de ingredientes, como el número de nutrientes que se quieren balancear, requiriéndose en estos casos el uso de computadoras. Dado que a nivel de campo los métodos anteriormente indicados son de mayor aplicación, no se entrará en la discusión del método de programación lineal sino que a continuación se presenta un ejemplo práctico de cómo utilizar el balanceo de raciones para la formulación de un suplemento a ser utilizado en pastoreo.

Ejemplo para la formulación de un suplemento para vacas en pastoreo:

1. Información disponible

- ★ Vaca adulta de 400 kg.
- ★ Producción de 10 kg de leche con 4,0 por ciento de grasa.
- ★ No está preñada.
- ★ Pastorea Guinea; consume 10 por ciento de su peso.

2. Requisitos del animal

	PC g	NDT Kg
Mantenimiento	373	3,15
Producción	870	3,26
TOTAL	1.243	6,41

3. Aporte del pasto

- ★ Composición química: 2,1 por ciento de PC y 11,1 por ciento de NDT (BH)
- ★ Consumo de pasto: 40 kg
- ★ Consumo de nutrientes:

$$40 \text{ kg} \times 2,1\% \text{ PC} = 840 \text{ g PC}$$

$$40 \text{ kg} \times 11,1\% \text{ NDT} = 4,44 \text{ kg NDT}$$

4. Necesidades de suplementar

	PC	NDT
Requisito	1.243	6,41
Pasto	840	4,44
Diferencia	403	1,97

5. Concentración de nutrientes en el suplemento

- ★ Supongamos que se suplemente kg/animal/ días
- ★ 2,75 kg deben contener 403 g de PC y 1,97 kg de NDT
- ★ La concentración se calcula así:

$$\text{PC } (0,403 \div 2,75) \times 100 = 14,65\% \text{ PC}$$

$$\text{NDT } (1,97 \div 2,75) \times 100 = 71,64\% \text{ PC}$$

6. Ingredientes disponibles

	%PC	%NDT
Melaza	4,2	74,1
Harina de carne y hueso	39,2	65,9
Harina de algodón	40,9	67,9
Sorgo	7,8	70,6
Urea	268,0	-

Cálculos

1. 80,56 por ciento Mezcla A que contiene 71,53 por ciento de melaza y 28,47 por ciento de harina de algodón
 - $80,56 \times 0,7153 = 57,62$ por ciento de melaza
 - $\times 0,2847 = 22,94$ por ciento de algodón
2. 19,44 por ciento Mezcla B que contiene 97,37 por ciento de sorgo y 2,63 por ciento de urea
 - $19,44 \times 0,9737 = 18,93$ por ciento de sorgo
 - $\times 0,0263 = 0,51$ por ciento de urea

SUPLEMENTACION DE VACAS LECHERAS EN PASTOREO

Manuel E. Ruiz*

SISTEMAS DE PRODUCCION DE LECHE EN EL TROPICO LATINO-AMERICANO

Usualmente la imagen que uno se forma de la producción de leche en el ambiente tropical latinoamericano es que ésta se realiza mediante el sistema de lechería especializada, tantas veces vista en textos y documentos. Si bien este tipo de explotación predomina en zonas de altura y en los alrededores de las grandes ciudades, la mayor parte del trópico es de altura media o baja, con alta precipitación, con dos estaciones definidas (lluviosa y seca) y altas temperaturas. Es en este ambiente que predomina el sistema llamado de doble propósito.

Como ilustración de lo anterior, en el Cuadro 1 se presenta una comparación entre algunas áreas de América Central donde el CATIE ha efectuado diagnósticos de fincas.

Cuadro 1. Frecuencia de sistemas de producción bovina en algunas áreas del Istmo Centroamericano, porcentaje del total de fincas*.

Sistema	Guarumal (Panamá)	Monteverde (Costa Rica)	Matagalpa (Nicaragua)
Lechería especializada	0	82	8
Doble propósito, con énfasis en:			
–leche	0	18	92
–carne	11	10	0
Ganadería de carne	89	0	0

* Fincas de pequeños productores, con áreas menores a 25 ha y con no más de 50 vacas adultas.

Fuente: Proyecto CATIE/BID (datos no publicados).

Guarumal es un área de clima bosque muy húmedo tropical transición húmedo, con precipitación promedio de 3 100 mm y temperatura de 27°C. Las lluvias se concentran en el período abril-noviembre. La fertilidad de los suelos es baja y sostiene una población mayoritaria de pasto Jaragua *Hyparrhenia rufa* y ganado cebuino. Aunque posee una adecuada carretera, no existe la infraestructura necesaria para el fomento de la producción de leche.

Monteverde, en contraste con Guatemala, es un zona de altura entre 1 000 y 1 500 metros sobre el nivel del mar, clasificado como bosque húmedo premontano. La precipitación es de 2 500 mm (mayo a noviembre) y la fertilidad de sus suelos es intermedia. Monteverde cuenta con una planta de procesamiento de leche que constituye la principal actividad industrial.

* Nutricionista, Ph. D. Departamento de Producción Animal del CATIE, Turrialba, Costa Rica.

Matagalpa, de clima húmedo seco tropical, se encuentra a 325-760 metros sobre el nivel del mar, es decir, intermedio entre Guarumal y Monteverde. La precipitación es de 1454 mm con dos estaciones claramente definidas y la temperatura promedio es de 22,8°C. El pasto predominante es natural y jaragua en un 86 por ciento del área. Los animales son cruces de Brahman con Criollo y cruces de éstos con razas lecheras.

Como se nota, la tendencia en cuanto al tipo de explotación bovina está determinada por factores ecológicos y de infraestructura. Según SIECA-GAFICA (1974) en Centroamérica el sistema de doble propósito constituye el 78 por ciento de las explotaciones ganaderas.

El sistema de doble propósito se diferencia de la lechería especializada en varios aspectos, los que se esquematizan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Características que definen los sistemas de doble propósito y lechería especializada.

criterio	Doble Propósito	Lechería Especializada
Ordeños, veces/días	1	2
Apoyo con ternero	Sí	No
Cría del ternero	Amamantamiento	Artificial
Raza	Cruces (usualmente con Cebú)	Cruces y europeos puros

Varios estudios de fincas en los países del Istmo Centroamericano indican que el 100 por ciento de las fincas con ganadería utilizan como base de su alimentación el pasto. Sin embargo, por la rusticidad del sistema los productores con hatos de doble propósito no tienden a mejorar sus pastos o a usar suplementos en el grado que se observa en las explotaciones de lechería especializada. Consecuentemente, la carga animal es menor en fincas de doble propósito (Cuadro 3).

Cuadro 3. Algunas características del componente alimentario en los sistemas de producción de leche.

	SISTEMA BOVINO	
	Doble Propósito	Lechería Especializada
Pastos		
Naturales, % del total	50	34
Mejorados, % del total	50	66
Control de malezas, % de los productores		
Con herbicida	43	41
Con machete	63	88
Uso de suplementos, % de productores		
Concentrados	4	31
Subproductos y cultivos	33	10
Carga, UA/ha	2,2	2,5

Fuente: CATIE, 1978.

Es claro que el desarrollo del sistema de doble propósito obedeció al criterio de tener el mínimo riesgo, por fluctuaciones en precios de la leche y/o carne, aunque con sacrificio del nivel de producción. Así, mientras la producción de leche en el sistema de doble propósito varía entre 182 y 652 l/ha, la de lechería especializada es de 1 567 l/ha (CATIE, datos no publicados). A pesar de la calidad del criterio de mínimo riesgo, el sistema de doble propósito no es inmune a los efectos de las fluctuaciones en calidad y cantidad del pasto y otros alimentos. Tales efectos se traducen en disminuciones de la producción e, incluso, en interrupciones de la misma.

FACTORES DETERMINANTES EN LA PRODUCCION DE LECHE

La cantidad de leche que produce una vaca es el resultado de una combinación de factores que influyen sobre: a) la capacidad fisiológica del animal para producir leche y b) la cantidad de nutrientes que consume el animal (Moe y Tyrrell, 1975). En la Figura 1 se indican los factores más importantes que influyen sobre estos dos aspectos.

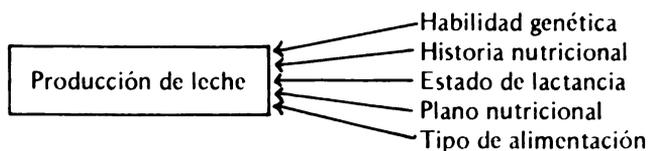


Figura 1. Factores que influyen sobre la producción total de leche (Moe y Tyrrell, 1975).

De los factores indicados en la Figura 1, la capacidad genética, la historia nutricional y el estado de lactancia son los que influyen sobre la condición fisiológica del animal y su habilidad para producir leche. Los otros dos factores determinan la cantidad y calidad de nutrientes disponibles para la síntesis láctea y son los que usualmente manipulan los nutricionistas para aumentar la producción.

Dado que la producción de leche se basa en el uso de los pastos, el promedio y fluctuación de los nutrientes contenidos en él y la variación en la disponibilidad del forraje a través del año llegan a ser, en gran medida, los factores determinantes de la producción de leche. La magnitud en que estos factores influyen dependerá de la capacidad genética de los animales para producir leche. Así, las vacas de doble propósito se verán menos afectadas por restricciones en la pradera mientras que vacas lecheras especializadas dependen más de la calidad y cantidad de forraje para expresar los niveles esperados de producción de leche.

LIMITACIONES DEL PASTO EN LA PRODUCCION DE LECHE

Stobbs (1976) en una excelente revisión de literatura resume que en praderas de gramíneas tropicales y con cargas bajas, se puede esperar una producción de 6-7 kg de leche/vaca/día. Si estas praderas contienen leguminosas o si son fertilizadas, la producción puede llegar hasta 12-14 kg/vaca/día. Naturalmente, la producción por animal, cuando no hay restricción de pastos, dependerá de la capacidad genética animal; por ejemplo, razas pequeñas, como la Jersey, producirán menos leche/animal que razas grandes como la Holstein. Estos conceptos e índices de producción se ilustran en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Producción de leche en pastoreo bajo condiciones tropicales, con cargas bajas (experimentos > 5 meses); datos en l/vaca/día.

Pradera	RAZA		
	Jersey	Holstein	Cruces
Natural	6,8	—	6,6
Gramíneas/leguminosas	10,9	13,3	8,0
Gramíneas fertilizadas	7,2	10,9	8,7

Fuente: Datos seleccionados de Stobbs, 1976.

La capacidad de las praderas para producción de leche es limitada. Una prueba de ello la ofrecen Patel *et al.* (1976) al comparar la producción de leche bajo condiciones de estabulación *versus* condiciones de pastoreo sin suplemento (Cuadro 5).

Cuadro 5. Producción de leche en pastoreo y estabulación de vacas nativas y cruzadas, en Kerala, India. (kg/vaca/lactancia)

Vacas	Pastoreo	Estabulación
Nativas	491	600
Cruzadas	1 144	1 727

Fuente: Patel *et al.*, 1976.

Las limitadas producciones de leche en pastoreo obedecen a que los pastos tropicales son fibrosos y poseen una digestibilidad mediana o baja (Minson y McLeod, 1970). Por tanto, en pastoreo exclusivo, una gran proporción de los nutrientes ingeridos se usan para cubrir las necesidades de mantenimiento, quedando una pequeña proporción para la producción de leche. Esto contrasta con los bovinos de carne, pues las necesidades para ganancia de peso son menores que los requerimientos para producción de leche y, consecuentemente, es posible observar altas tasas de ganancia de peso en pastoreo exclusivo. Estas situaciones se presentan esquemáticamente en la Figura 2.

La implicación de la Figura 2 es que el principal nutriente limitante en el pasto tropical, para producción de leche, es la energía. Esto se deduce también de la comparación que hicieron Minson y McLeod (1970) entre pastos tropicales y de clima templado, evidenciando grandes diferencias en digestibilidad (un indicador del valor energético), según se ilustra con la Figura 3.

Con respecto al contenido de proteína, los pastos tropicales y originarios de zonas templadas también muestran diferencias evocativas de la Figura 3 pero de menor contraste. Sin embargo, es bien conocido en el trópico húmedo/seco (dos estaciones) que la mayoría de los pastos decrecen rápidamente en su valor proteico al establecerse la época seca. Una observación hecha por Tergas *et al.*,

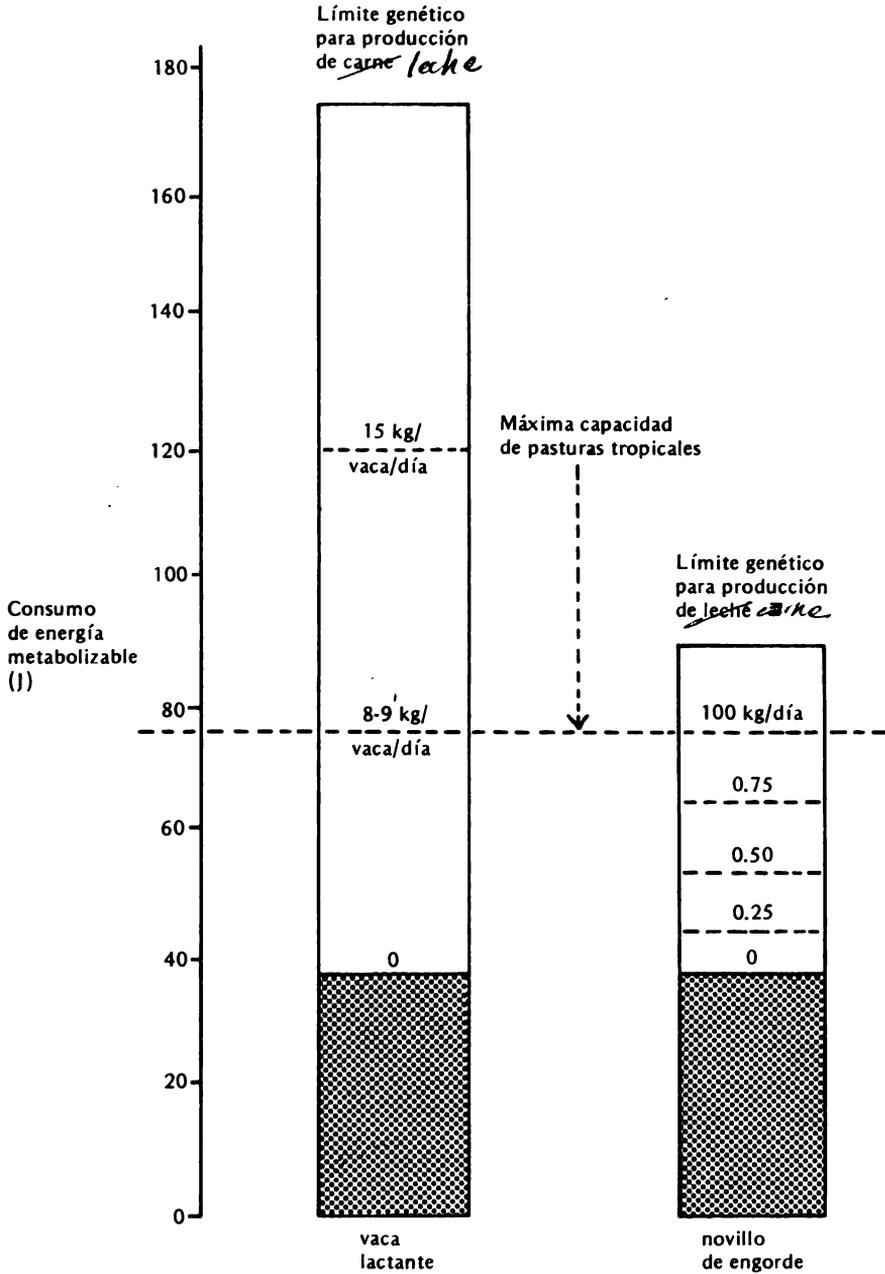


Figura 2. Representación simple de los niveles de producción de leche o carne obtenibles de praderas tropicales con cargas bajas. Las áreas sombreadas representan la energía para mantenimiento; las no sombreadas la de producción (basado en el ARC, 1968).

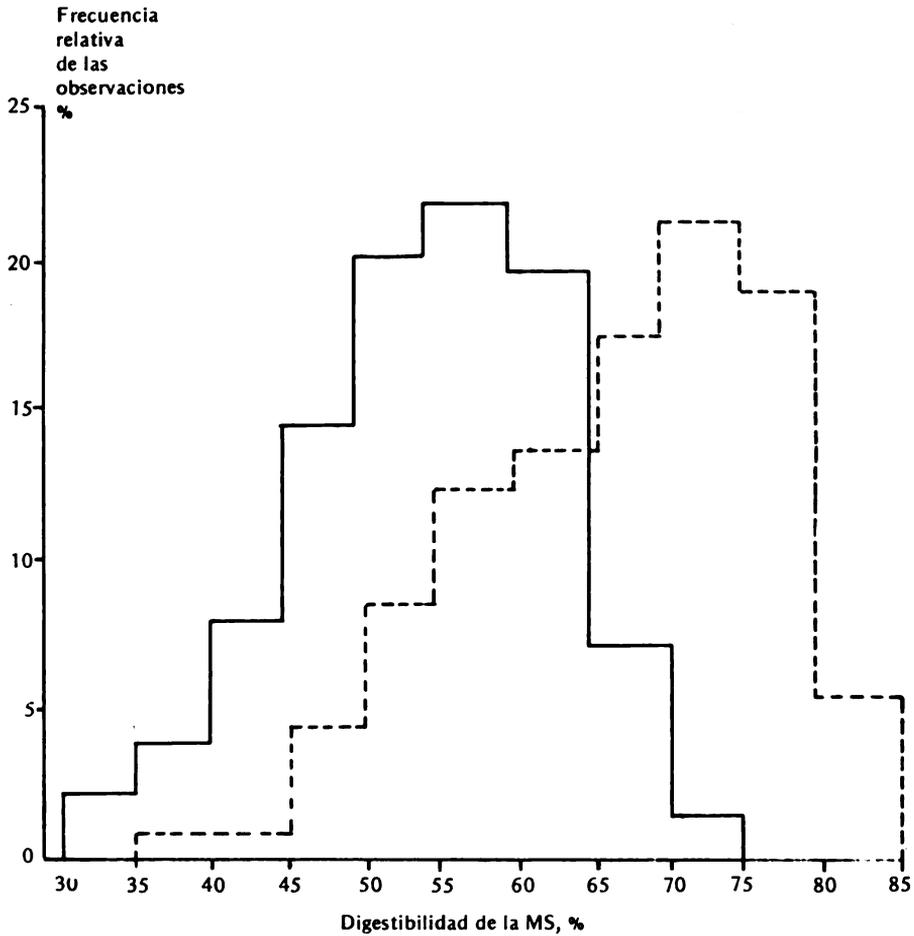


Figura 3. Frecuencia de datos de digestibilidad de pastos tropicales (————) y de clima templado (-----) cosechados a diferentes estados de crecimiento (adaptado de Minson y McLeod, 1970).

(1971) en pasto Jaragua, en la vertiente del Pacífico en Costa Rica, establece claramente la rapidez y magnitud del empobrecimiento proteico y que esto no se evita con prácticas de fertilización (Figura 4).

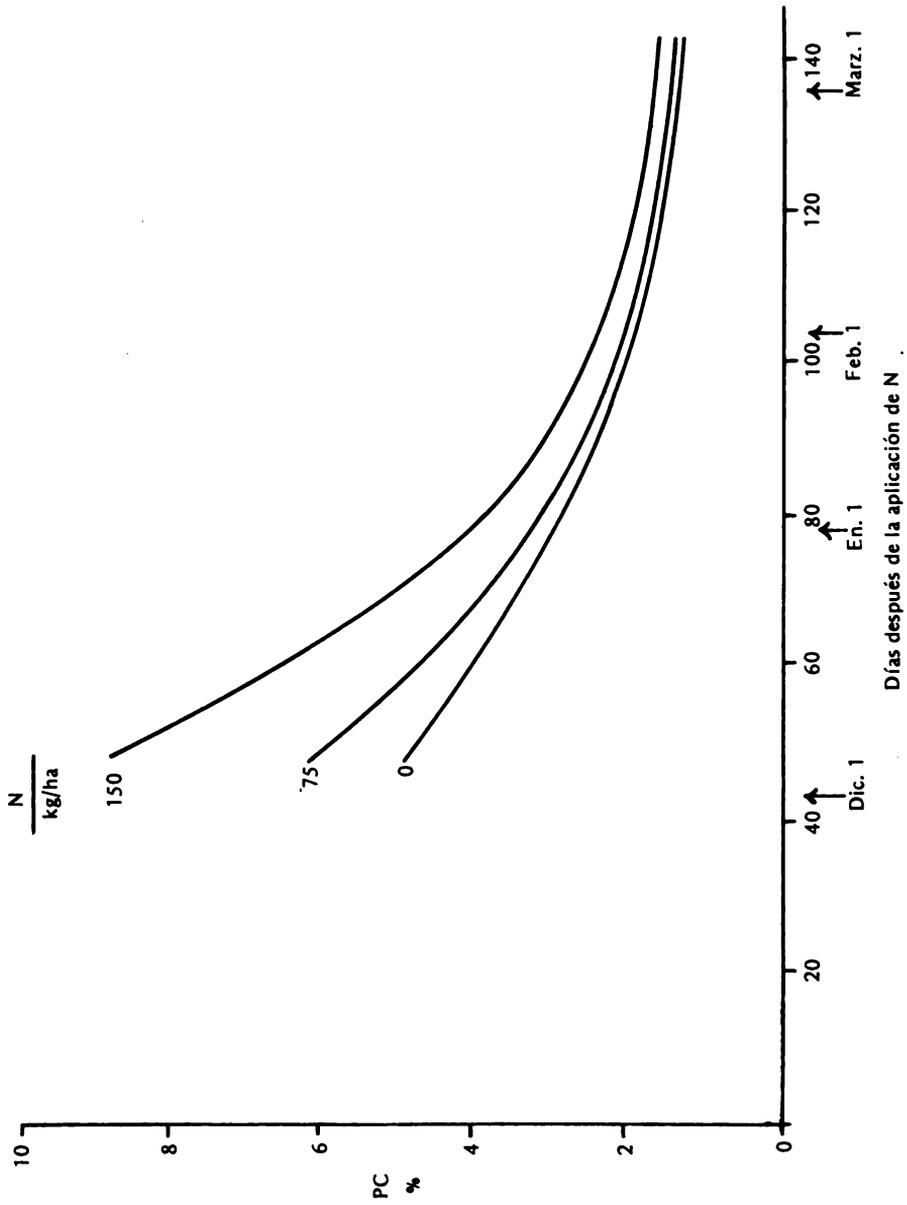


Figura 4. Efecto de la estación seca (dic-abril) sobre el tenor proteico del pasto Jaragua (gráfica basada en datos de Tergas et al., 1971).

En vista de la disminución en el valor proteico de los pastos debe esperarse un descenso de la producción, precedido por una reducción en el consumo, el cual a su vez estaría causado por una menor tasa de digestión ruminal, resultado de una ingestión de nitrógeno por debajo de las mínimas necesidades de la población microbiana ruminal. Como se puede apreciar, entonces, un cambio crítico en el valor proteico (y/o energético) de los pastos desencadena una serie de eventos interrelacionados que terminan con un cambio en el nivel de producción animal.

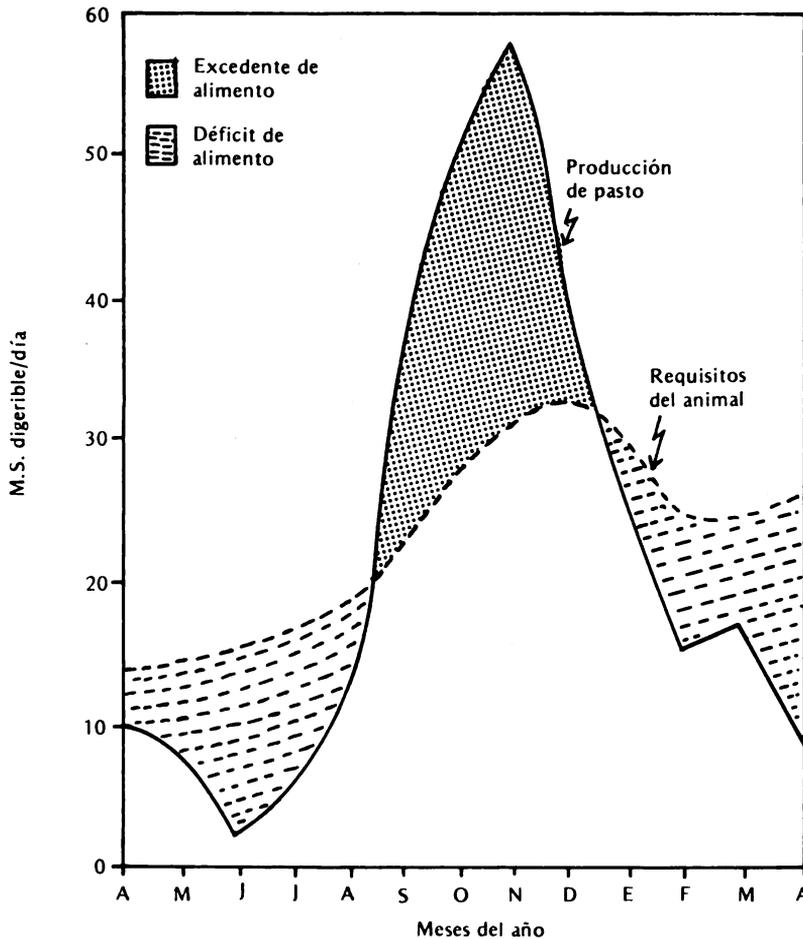


Figura 5. Fluctuación típica de la disponibilidad del pasto durante el año y su relación con las necesidades de cuatro novillos/ha.

Finalmente, se sabe que además de las características nutricionales inherentes a los pastos tropicales, existen fluctuaciones cuantitativas de la biomasa forrajera a través del año (Figura 5). Estas fluctuaciones son más evidentes en el trópico de clima húmedo/seco donde el crecimiento del pasto se detiene por

efecto de la estación seca; sin embargo, en el trópico húmedo también se dan fluctuaciones marcadas. Por ejemplo, en el área de Turrialba, Costa Rica, a 600 metros sobre el nivel del mar y con un promedio de 2 600 mm de lluvia anual, la producción de forraje puede disminuir en un 80 por ciento en relación con la época de máximo crecimiento (Cubillos *et al.*, 1975).

Con tales fluctuaciones en la disponibilidad de forraje, de 100 por ciento en el trópico húmedo/seco y hasta de un 80 por ciento en el trópico húmedo, además de la limitación energética, cierta limitación proteica y empobrecimiento del tenor proteico al establecerse la época seca, es fácil imaginar los problemas a resolver para lograr una producción sostenida y eficiente de leche. Al contrario de la producción de carne, que puede pasar por períodos de penuria y realimentación sin gran menoscabo de la productividad, la producción de leche se espera que mantenga cierto grado de regularidad a nivel de finca y a lo largo del año. Esta característica no solo asegura un ingreso diario relativamente constante sino que conduce a una mejor eficiencia en aprovechar la habilidad de las vacas para producir leche. Sin embargo, con las limitantes antes señaladas, el productor se debe plantear ciertas posibles soluciones para alcanzar su meta económica y lograr la mejor eficiencia posible en la utilización de sus recursos, incluyendo los animales.

SUPLEMENTACION: JUSTIFICACION Y DEFINICION

La alimentación suplementaria de animales en pastoreo es una de las alternativas que el productor puede usar para resolver la problemática planteada por las limitaciones de pasto para la producción de leche. De hecho, los mismos pequeños productores, de recursos limitados, en gran medida tienden a adoptar esta alternativa, como se anotó en el Cuadro 3. Esta práctica tiene mayor incidencia en fincas lecheras de productores más pudientes.

Un desglose del Cuadro 3, en cuanto a los tipos de alimentos suplementarios utilizados se refiere, ofrece datos de gran interés (Cuadro 6).

Cuadro 6. Recursos alimenticios adicionales al pasto que usa el pequeño productor en Costa Rica (en porcentajes de productores que usan).

Tipo de recurso	SISTEMA BOVINO	
	Doble Propósito	Lechería Especializada
Fincas que usan alimentos suplementarios	37	41
Tipo de suplemento		
Concentrados comerciales	12	75
Melaza de caña	25	50
Bananos, desechos y residuos	65	62
Caña de azúcar	28	12
Otros (residuos de cultivos, etc.)	17	19

Fuente: Ruiz, 1981 b.

El interés se basa en la diversidad de alimentos suplementarios al pasto que utilizan los productores, en un aparente esfuerzo, no siempre atinado, en corregir las deficiencias nutricionales o la escasez de pasto. Como se muestra en el Cuadro 6, los suplementos varían desde alimentos muy energéticos (concentrados, melaza, banano) hasta alimentos de bajo valor energético (residuos de cosecha). La alimentación suplementaria es una alternativa que le permite al productor mejorar el consumo de nutrientes por sus animales en situaciones en que la pradera es inefectiva para lograr un nivel dado de producción; por lo tanto, la suplementación se usa para promover la lactancia, mejorar la tasa de reproducción, la producción de lana o la tasa de crecimiento de los animales jóvenes. Aunque esta definición es de naturaleza biológica, la efectividad de la suplementación se debe basar en un análisis de rentabilidad y éste, a su vez, será dependiente del marco y restricciones económicas de cada lugar.

Consecuentemente, y de acuerdo a la definición, alimentación suplementaria de animales en pastoreo puede ser aquella que se ofrece en la estación seca en respuesta a un faltante de pasto (la pradera no provee suficientes cantidades de todos los nutrientes) o aquella que se ofrece en la época de lluvias pero que busca subsanar una deficiencia nutricional específica, usualmente de energía.

Al tratarse el tema de suplementación de vacas en pastoreo, usualmente se consideran cuatro posibles tipos de suplemento:

- a. Suplementos energéticos
- b. Suplementos proteicos
- c. Suplementos minerales
- d. Suplementos voluminosos

Los suplementos minerales son, en la mayor parte de los casos, suplementos que corrigen deficiencias nutricionales resultantes de deficiencias del suelo. Una vez que se identifica una deficiencia mineral, su corrección es muy sencilla y trae resultados muy espectaculares. En el trópico latinoamericano, una deficiencia muy común es la del fósforo cuya corrección es más efectiva y rápida por medio de suplementos ricos en P que por medio de aplicaciones de P_2O_5 a la pradera (Ríos, 1972). Recientemente se ha estado llevando a cabo un conjunto de trabajos en varios países latinoamericanos para detectar no sólo áreas con deficiencia de elementos minerales sino también con niveles tóxicos de ellos (Universidad de Florida, 1978). Sumado a la publicación de la Universidad de Florida (1978), las de Cohen (1975) y Nicholas y Egan (1975) deben servir al lector para que profundice en los detalles de este campo. En la práctica, a menos que ya se haya diagnosticado el nivel mineral de la finca, lo mejor es asegurarse que el hato esté diariamente suplido con mezclas de los minerales esenciales (Ca, P, Mg, K, Na, Cl, S, I, Fe, Cu, Co).

Los suplementos voluminosos serían aquellos que se proveerían a los animales en casos de obvia declinación en la biomasa presente en la pradera (estación seca, épocas frías o de alta nubosidad) o en casos de sistemas de semiestabulación, mediante lo cual se busca una intensificación del uso de la finca (alta carga). Los suplementos voluminosos se podrían definir como alimentos que tienen bajo contenido de energía metabolizable (< 2 Mcal/kg MS), bajo contenido de proteína cruda ($< 8\%$) y alto nivel de fibra ($> 60\%$ pared celular). Estos incluirían residuos de cultivos, henos, ensilajes y forrajes de corte. Para propósitos del presente documento se dará poco énfasis a este grupo de suplementos por la amplitud del tema y porque el documento versa sobre suplementación en condiciones de pastoreo, condiciones en las que poco se justifica el uso de suplementos voluminosos.

Los suplementos proteicos comprenderían alimentos con más de 20 por ciento de PC, según definición de Jeffery (1971). En este grupo se comprenderían las tortas de oleaginosas, gallinaza, forrajes de yuca y camote, harinas de origen animal (de carne, de pescado, de sangre) y las fuentes de nitrógeno no proteico (NNP). La necesidad de emplear estos suplementos no es permanente, aunque como se hizo notar antes, en condiciones de praderas tropicales se pueden presentar situaciones de insuficiencia de nitrógeno dietético.

En la práctica es difícil, si no imposible, distinguir las deficiencias proteicas de las energéticas del ganado en pastoreo. La razón de ello es que si ocurre un consumo deficitario de nitrógeno, entonces la actividad microbiana se reducirá, la tasa de digestión en el rumen disminuye y esto causará una reducción del consumo (Egan, 1965). El efecto final es una deficiencia creada de energía para el animal. Esta es la situación que se puede presentar si el nivel de N en el forraje es menor a 1,0 por ciento de la MS (Blaxter y Wilson, 1963).

Como se señaló anteriormente, en condiciones de producción de leche en praderas tropicales, el nutriente más probable a ser limitante es la energía. Por la magnitud en que hay que suplirla y por la duración de la suplementación, usualmente éste es también el nutriente más caro a nivel de finca y por año. Por otro lado, en el trópico se cuenta con una gran variedad de recursos ricos en energía, muchos de ellos se encuentran como desechos y, por tanto, son de bajo o ningún costo. Así se mencionan cultivos como la yuca *Manihot esculenta*, el camote *Ipomoea batatas*, malanga *Colocasia esculenta*, tiquisque *Xanthosoma* spp., y otros que almacenan energía como almidones en sus raíces. Otros cultivos como el plátano *Musa babingtoniana*, el banano *Musa acuminata*, y sus híbridos, almacenan energía, como almidones, en sus frutos; finalmente, cultivos como la caña de azúcar concentran altos niveles de energía en el tallo. Adicionalmente se tiene una variedad de subproductos como la melaza y derivados de la molienda de granos y forrajes de muy alta digestibilidad (como el pseudotallo de banano) que también proveen energía.

La mayoría de los trabajos de suplementación de vacas lecheras se han hecho con concentrados que han suplido no sólo la energía sino también alguna cantidad de proteína. Otros trabajos han utilizado productos tropicales ricos en energía ya sea sin ningún aditivo nitrogenado o combinado con NNP o una fuente de proteína verdadera. Esta es otra razón, adicional a la dada en párrafos anteriores, para no intentar tratar los efectos individuales de la suplementación energética y la suplementación proteica.

Nivel de suplemento

La cantidad de suplemento que se ofrece a vacas lactantes es altamente variable. En general, existe una tendencia a usar altos niveles de suplementos para vacas de razas europeas, o con alto grado de encaste; y muy bajos niveles, o nada, cuando se trata de animales criollos o cruces, especialmente en explotaciones de doble propósito. Los resultados también son variables y éstos dependen de la cantidad de suplemento, de la naturaleza de éste, de la capacidad genética del animal para responder a un mejoramiento de su nutrición, de la carga animal y otros que se indicaron en la Figura 1.

Son contados los trabajos que se han hecho en el trópico en que se hayan comparado diversos niveles de suplemento. En el Cuadro 7 se resumen los resultados de los encontrados por el autor.

Cuadro 7. Producción de leche en praderas tropicales con suplementación variable.

Tratamiento	Pradera	Producción de leche kg/vaca	Observaciones y referencia
1) Desde día 30 hasta día 120 de lactancia			
A. Concentrado, 1 kg/4 kg leche	Pangola	8,5 por día	A < B y A < C. P (≤0.01)
B. A + 0,5 kg melaza	Guinea Gordura	9,2	
C. A + 1,0 kg melaza		9,1	Félix (1968)
2) Desde día 84 hasta día 168 de lactancia			
A. Solo pastoreo	Pangola	9 952 por lactancia	A < B < C P (≤0.05)
B. A + 1,9 concentrado/vaca/día		10 648	
C. A + 3,8 kg concentrado/vaca/día		11 557	Aronovich <i>et al.</i> , (1966)
3) Estado de lactancia y duración sin especificar			
A. Concentrado, 1 kg/vaca/día	Natural	7,0	Diferencias NS
B. Concentrado, 3 kg/vaca/día		6,0	Esperance y Esquivel (1974)
C. Concentrado, 0,5 kg/litro, después del cuarto litro		5,7	
4) Desde día 90 hasta día 174 de lactancia			
	Estrella Africana	Máximo aumento en producción de leche (14%) se obtuvo con 0,7 kg/vaca/día	Diferencias no significativas. Lazarte (1978)

Continuación Cuadro 7

Cinco niveles de harina de
yuca (desde 0 hasta 2
kg/vaca/día)

5) Desde día 130 hasta día 230
de lactancia

Estrella Africana	Máximo aumento en producción de leche (12%) se obtuvo con 0,2 kg MS banano/100 kg PV/día	Diferencias no significativas Villegas (1979)
----------------------	---	---

Melaza 1,5 kg más niveles
variables (0 hasta 1,2 kg
MS/100 kg PV/día) de ba-
nano

Varias etapas de lactancia y
durante 3 meses 0,5 kg mela-
za con urea más niveles varia-
bles de banano verde (0 hasta
1,2 kg MS/100 kg/PV/día)

Estrella Africana	Máximo aumento en producción de leche (20%) se obtuvo con 0,3 kg MS banano/100 /kg PV/día	Diferencias fue- ron significati- vas. (P < 0.01) Cerdas (1981)
----------------------	--	---

Un análisis de la información del Cuadro 7 conduce a aseverar que bajo condiciones de pastoreo y baja carga, la suplementación puede causar un aumento en la producción de leche. Sin embargo, la respuesta es moderada y el nivel de suplementación que provoca esta respuesta es relativamente bajo. Es decir, al incrementar la cantidad de suplemento más allá de unos 3 kg/vaca/día, o 0,7 kg/100 kg PV/día, no conduce a aumentos adicionales en la producción de leche. En la mayoría de los casos los cambios en la producción, inducidos por la suplementación, no son significativos y por ello pueden no ser económicamente atractivos como lo encontraron Félix (1968) y Lazarte (1978). Sólo en una situación en que el suplemento casi no tenga precio se haría recomendable la suplementación desde el punto de vista económico (Villegas, 1979; Cerdas, 1981).

Del Cuadro 7 sobresale la magnitud de la respuesta encontrada por Cerdas (1981). Este trabajo y los de Aronovich *et al.*, (1966) y Félix (1968) se efectuaron en estados iniciales de lactancia y se lograron efectos significativos del suplemento. Los otros trabajos se comenzaron en etapas tardías de la lactancia y no muestran resultados significativamente diferentes. Esta anotación se hace con

el fin de introducir otro factor a considerar cuando se suplementan vacas lecheras, cual es la fase en que se encuentran en su lactancia.

X **Suplementación según el estado de lactancia**

En el párrafo anterior se hizo mención que los resultados de experimentos de suplementación de vacas lecheras pueden verse afectados por la fase de la lactancia en que se encuentran los animales. Sobre el tema se han hecho varias investigaciones en países de clima templado, pero en condiciones tropicales sólo recientemente se llevó a cabo un trabajo para definir sensibilidad de respuesta al suplemento según la fase de lactancia (Cerdas, 1981). Previo a concluir algunos conceptos sobre el tema, es necesario revisar otros que ya son de dominio común.

Suplementación de vacas primerizas durante su período de crecimiento.

Las novillas tienen un grado importante de requerimientos para crecimiento, por lo que se espera que si ellas sufren una restricción alimentaria antes del primer parto, esto no sólo afectaría la producción de leche sino que tanto la tasa de crecimiento como el tamaño del animal al parto también se verían afectados. Aunque la vaca continúa creciendo hasta el sexto y hasta noveno año de edad, las restricciones nutricionales no las afectarán tanto. No se cuenta al momento con datos del trópico, pero los que hay disponibles (de países de clima templado) señalan que ya sea una restricción o exceso de alimentación durante el crecimiento de la novilla, causarán una posible disminución en la producción de leche. El Cuadro 8 contiene datos que ilustran este concepto y que se han extraído, en su mayor parte, de un artículo de Jeffery (1971).

Suplementación a mitad de la lactancia.

Prácticamente todos los experimentos de suplementación de vacas lecheras en pastoreo, en ambiente tropical, se han hecho una vez que los animales ya han pasado el máximo de su lactancia. Una razón principal es que por facilidad de análisis estadístico se prefiere la fase de crecimiento casi lineal de la producción y existen planteamientos para ello (Lucas, 1956). Incluso, con experimentos en esta fase se han usado modelos de reversión que resuelven el problema de la alta variabilidad entre vacas, tomando cada animal como su propio testigo (véase por ejemplo Ruiloba *et al.*, 1980).

Como lo indican Combellas *et al.*, (1979), los ensayos de suplementación han estado orientados a explotar mejor la capacidad lechera de vacas de razas europeas; sin embargo, las respuestas han sido muy bajas. En trabajos con pasturas de clima templado se sabe que existe un efecto de sustitución del pasto por el suplemento y en recientes trabajos en el trópico también se demuestra este efecto (Figura 6) aunque se puede calcular que, debido a la baja digestibilidad del pasto, la suplementación redundará en un mejoramiento en el consumo energético (Villegas, 1979). Entonces, ¿a qué se debe que la respuesta de la vaca lechera sea menor que la esperada? Combellas *et al.*, (1979) ofrecen un cuadro de revisión de resultados de la literatura, que parcialmente se reproduce en el Cuadro 9, demostrando que, en promedio, la respuesta de la vaca es de sólo 0,34 kg de leche por kg de suplemento. Esto es, cuando la suplementación se hace a mitad de la lactancia.

Cuadro 8. Efecto del plano nutricional sobre la producción de leche, durante el período de crecimiento de novillas.

Tratamiento	Producción de leche	Referencia
1) Gemelas monozigotas, tratadas desde los tres meses de edad	A > (casi el doble)	Swanson y Spann (1954)
A. Raciones normales (sin granos después del año de edad)		
B. Granos <i>ad libitum</i>		
2) Desde los 4 hasta los 34 meses de edad	B > A (en la primera lactancia)	Swanson y Hinton (1962)
A. Ración restrictiva (sólo 66% de los NDT del B)		
B. Raciones normales		
3) Desde el nacimiento hasta el primer parto	No hubo diferencias en las primeras cuatro lactancias (Promedios):	Reid <i>et al.</i> , (1963)
A. 62% del estándar de Morrison	A: 4501 kg;	
B. 100% del estándar de Morrison	B: 4594 kg;	
C. 146% del estándar de Morrison	C: 4440 kg)	

Fuente: Información tomada de la revisión de Jeffery (1971).

Conociendo que las vacas en pastoreo en clima tropical no se caracterizan por tener una condición física (estado nutricional) satisfactoria, la suplementación a mitad de la lactancia podría no ser efectiva porque el animal no está capacitado fisiológicamente para responder a un mejoramiento en el plano nutricional. Broster *et al.*, (1969) indican que si ocurre una subnutrición al comienzo de la lactancia el potencial lechero del animal se ve permanentemente afectado. Es decir, aún cuando se mejore la alimentación en estadios posteriores de la lactancia esto no logrará que las vacas produzcan igual cantidad de leche que los animales que se alimentan bien desde el principio de la lactancia. Esto se puede ilustrar con la Figura 7.

En la Figura 7 también se explica que si una vaca está bien alimentada desde el principio de la lactancia, cualquier empobrecimiento de su nutrición en etapas posteriores causará una reducción en su producción de leche, pero no al nivel en que se encuentra una vaca que al principio de la lactancia haya estado mal alimentada, a menos que a ésta se le mejore el plano nutricional.

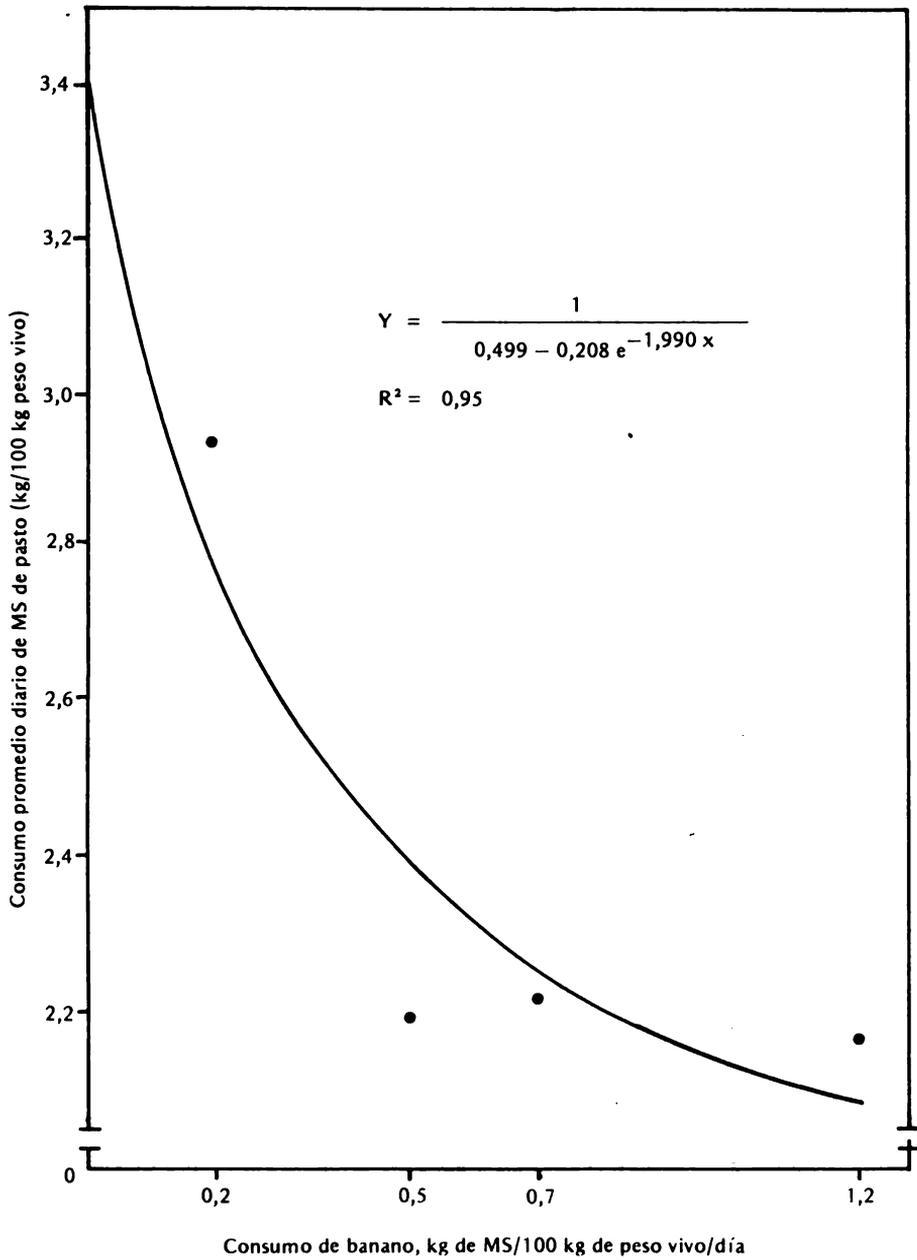


Figura 6. Efecto de la suplementación con banano sobre el consumo de pasto Estrella en vacas lecheras (Villegas, 1979).

Cuadro 9. Respuesta a la suplementación con concentrados, en vacas alimentadas con pastos tropicales.

País	Nivel de suplementación (kg/día)	Período de lactancia (semanas)	Prod. leche sin suplementación (kg/día)	Respuesta kg leche/kg concentrado
Australia	3,8	17-30	8,8	0,48
	2,7	17-30	8,8	0,41
	1,1	17-30	8,8	0,64
Brasil	3,8	11-23	10,0	0,42
	1,9	11-23	10,0	0,37
	4,1	10-22	10,8	0,35
	2,2	10-22	10,8	0,34
Cuba	3,6	10-30	9,5	0,21
	2,7	10-30	9,5	0,28
	11,8	10-30	9,5	0,31
Venezuela	6,9	14-28	7,6	0,40
	3,7	14-28	7,6	0,40
	3,1	14-28	7,6	0,66
Promedio varios estudios				0,34 ± 0,17

Fuente: Combellas *et al.*, 1979.

Además, la suplementación a mitad de la lactancia no produce resultados claros porque en ésta fase la vaca se encuentra en una franca recuperación de reservas perdidas al principio de la lactancia y paulatinamente mayor proporción de los nutrientes ingeridos se destinan para este propósito, antes que a producción de leche, la que va declinando rápidamente. Un trabajo hecho por Molina (1973) ilustra claramente cómo, en vacas en media lactancia, la suplementación sólo causa ligeros aumentos en producción de leche pero grandes incrementos en peso (Cuadro 10).

Esta sección se resume indicando que la respuesta de la vaca lechera, que se suplementa a mitad de la lactancia, será muy tenue (y probablemente no rentable) si:

- La capacidad genética del animal para producir leche es baja.
- El plano nutricional al comienzo de la lactancia es pobre.
- La vaca ya entró en proceso de recuperación de peso y se reduce la prioridad fisiológica para producción de leche.

Suplementación al comienzo de la lactancia

Blaxter y Broster (citados por Jeffery, 1971) han llegado a la conclusión que la respuesta de la vaca a la suplementación es directamente proporcional al nivel

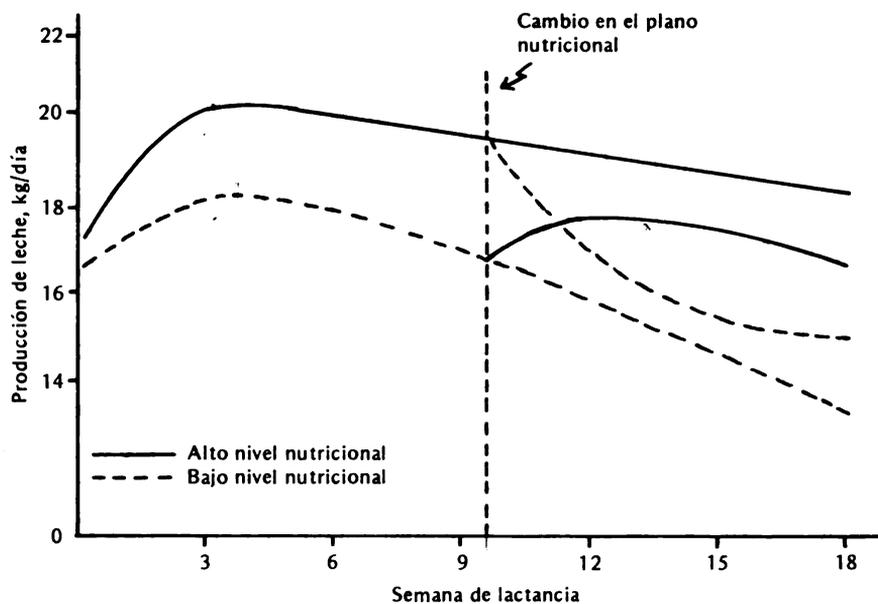


Figura 7. Influencia del plano nutricional sobre la producción de leche. Las vacas con bajo nivel nutricional al comienzo de la lactancia fallan en alcanzar un nivel óptimo de producción aún cuando se mejore su nutrición.

Cuadro 10. Efecto del suplemento* sobre la producción de leche y ganancia de peso en vacas lecheras entre el tercer y sexto mes de lactancia.

Horas de corral	Consumo de suplemento kg/vaca/día	Producción de leche, kg/vaca/día		Ganancia de peso kg/vaca/día
		Inicial	Aumento	
18	13	7,07	2,21	0,6
16	12	7,38	2,01	0,8
12	8,5	7,55	1,51	1,0
8	8,6	7,53	1,01	0,5
2	4,8	7,58	0,54	0,4
0	0	7,09	0	0,1

* El suplemento consistió en 74% de melaza, 18% de torta de algodón, 8% de harina de carne y hueso y 2.500 UI de Vitamina A/kg de suplemento.

Fuente: Datos de Molina, 1973.

de producción al comienzo de la lactancia. Broster y Clough (1974) llegan a ofrecer una regla sencilla de que por cada kg de leche que se deje de producir en el pico de la lactancia se perderán unos 150 kg de leche en lactancia. → ojo ✓

La importancia de la alimentación al comienzo de la lactancia se puede ilustrar con cuatro situaciones posibles de encontrar (Figura 8).

En la Figura 8a se representa una situación que es común encontrar. Se trata de un sistema de alimentación basado exclusivamente en pastoreo; en este caso particular se trata de una vaca que pare durante la época de buen crecimiento del pasto y tiene ante sí un material de calidad aceptable. Por esta razón y porque la vaca tiene una buena condición física, la producción de leche al comienzo de la lactancia está en o muy cerca de la capacidad genética del animal (indicada por la curva sólida). Sin embargo, al avanzar la lactancia, los potreros empiezan a deteriorarse, quizás por la entrada de la época seca; como consecuencia, la producción de leche decae más allá de lo esperado normalmente y esto representará un rendimiento total de apenas 50 a 62 por ciento de lo que potencialmente pudiera haberse obtenido.

En la Figura 8b se tiene el mismo panorama que el explicado anteriormente, excepto que, en este caso, el productor, al notar el deterioro de sus pastos acude a un suplemento. Aquí, en la gráfica, el suplemento consiste en un buen ensilaje y granos. Lo importante de la Figura 8b es que a pesar que la producción de leche ya había decaído, antes de dar el suplemento, el animal es capaz de responder a éste y prácticamente retornar a los niveles esperados. Esto fue posible porque al comienzo de la lactancia se tuvo el cuidado de alimentar bien al animal. Como resultado, la merma en la producción total es muy pequeña.

En la Figura 8c, se comienza con una vaca que pare en una época crítica. El alimento es malo o escaso, o ambos, y el incremento inicial en la producción de leche es en gran medida basado en las reservas del animal. Pasado el punto más alto de la lactancia, la producción decae pero, en este caso, el productor quizás ha apreciado la medida correctiva que tomó el productor mencionado en el párrafo anterior y decide hacer lo mismo. Es decir, suple al animal con un alimento de alta calidad, en algún punto intermedio del período de lactancia. La Figura 8c muestra que sí existe una respuesta del animal a esa mejora en la alimentación pero que ésta respuesta es muy baja y nunca eleva la producción a niveles potenciales. Esta ilustración es reminiscente de los datos del Cuadro 9. Las razones: un animal "gastado", una fase de franca disminución de la función de producción de leche y recuperación de reservas (véase nuevamente la Figura 8) y un deficiente nivel de producción al comienzo de la lactancia.

Finalmente, la Figura 8d ofrece un caso que, en ciertos aspectos, es similar a los presentados en las Figuras 8a y 8b. La diferencia es que la vaca se inicia bien en su lactancia, su producción decae más allá de lo esperado por empobrecimiento de la pradera, pero este decaimiento no se ve evitado o subsanado (como en la Figura 8b) debido a que el suplemento es de baja calidad, como podría ser el caso de un ensilaje mal elaborado.

Todo lo anterior enfatiza la importancia capital del plano nutricional (y la producción resultante) al comienzo de la lactancia. Si al principio el animal no se alimenta ni produce bien, no importará qué medidas correctivas se tomen después —a media lactancia— el resultado será una pobre producción total.

Un mejoramiento de la producción de leche al comienzo de la lactancia es más eficiente que un mejoramiento a mitad de la lactancia. En condiciones tropicales sólo se conocen dos evidencias. Una de ellas es otra revisión que hizo J. Combellas (comunicación personal) encontrándose que la respuesta a la suplementación es de 0,46 kg de leche/kg de concentrado, superior al índice de

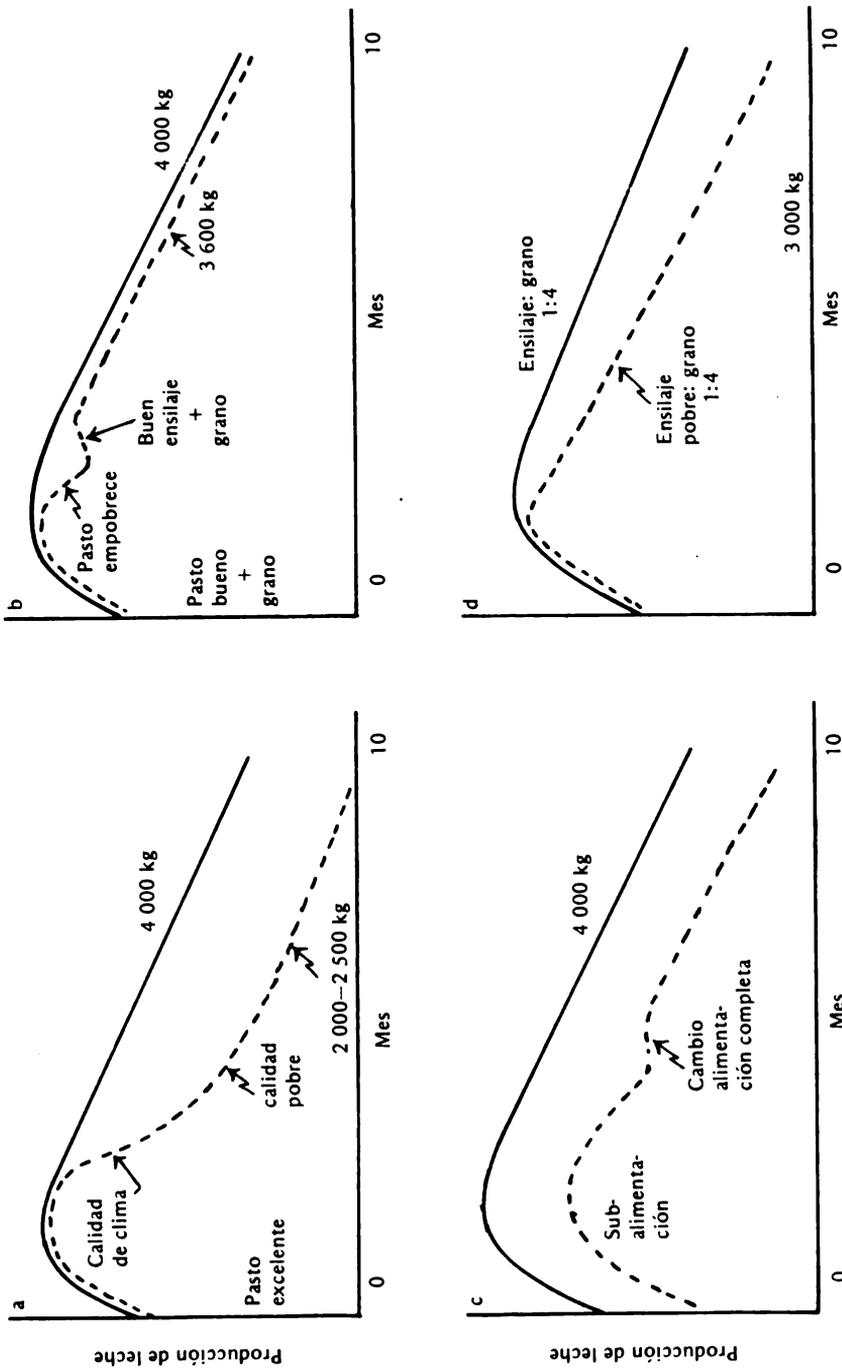


Figura 8. Influencia del plano nutricional sobre la producción de leche al comienzo y a la mitad de la lactancia.

0,34 encontrado para suplementación a mitad de la lactancia (Cuadro 9). La otra evidencia proviene de una reciente tesis (Cerdas, 1981) en que se sometieron vacas en diferentes estados de lactancia a diferentes niveles de suplementación. El período de suplementación fue de tres meses. En primer lugar, se encontró que la mejor respuesta se obtuvo al suplementar con sólo 0,3 kg de MS de banano/100 kg peso vivo/día (Cuadro 11), lográndose un 20 por ciento más que en condiciones de pastoreo, más 1 kg de melaza/vaca/día.

Cuadro 11. Producción de leche de vacas en pastoreo suplementadas con diversos niveles de banano verde y una cantidad constante de melaza (1 kg/animal/día).

Nivel de banano kg MS/100 kg/PV/día	Producción promedio de leche kg/vaca/día
Cero	7,7
0,3	9,2
0,7	7,9
1,2	8,0

Fuente: Cerdas, 1981.

En segundo término, y éste es el que ocupa la atención de ésta sección, se notó una clara diferencia en la respuesta dependiendo del estado de lactancia en que se encontraba el animal. Así, Ruiz (1981a) calculó los datos de Cerdas (1981) para un nivel de suplementación de 0,3 kg de MS de banano (1,5 kg en base fresca)/100 kg de peso vivo. Los datos se muestran en el Cuadro 12.

Cuadro 12. Respuesta en la producción de leche al suplementar vacas en pastoreo con banano verde*.

Momento en que se inicia la suplementación de tres meses	PRODUCCION DE LECHE, KG/DIA	
	Sin suplemento	Con banano
Un mes antes del parto	7,9	10,6
Al parto	8,9	10,3
Un mes después del parto	8,4	10,8
Tres meses después del parto	6,4	8,0
Cinco meses después del parto	6,8	6,2
Promedios	7,7	9,2

* 1,5 kg banano verde (base fresca/100 kg PV/día).

Fuente: Ruiz, 1981a.

Por lo visto, para que la suplementación sea más efectiva, debe iniciarse un mes antes del parto (mejorando la condición física de la vaca), al parto o un mes después del parto. Ya al entrar al quinto o sexto mes de lactancia, la suplementación debe suspenderse pues es ineficiente. Para eliminar interpretaciones erróneas se indica que al usar banano para vacas lecheras se debe añadir proteína. En el caso que se use 1,5 kg de banano verde/100 kg PV/día, habría que dar unos 40 g de harina de carne y hueso (u otra fuente proteica similar) y 2 g de urea/100 kg PV/día, mezclado con un poco de melaza para evitar rechazos debido a la urea.

Coincidiendo con las conclusiones resultantes del trabajo de Cerdas (1981), Broster y Clough (1974) recomiendan que la suplementación se debe comenzar antes del parto, incrementarse en la fase inicial de aumento de la producción de leche y luego reducirse hasta llegar a su eliminación dependiendo de la calidad de la pradera. Esta recomendación se ilustra en forma esquemática en la Figura 9.

UN METODO PARA EL CALCULO DEL TIPO Y NIVEL DE SUPLEMENTO REQUERIDO

Principios

Es común emplear las tablas del NRC (1971) o ARC (1968) para balanceo de raciones para diferentes tipos de ganado lechero y diferentes niveles de producción. Recientemente se ha desarrollado un método que ha sido relativamente realista para condiciones del trópico; éste fue conceptualizado por Van Es (1974). Para condiciones de máximo consumo de forraje, en condiciones de pastoreo, los aspectos a tomar en cuenta son:

- Conocer las características del pasto (energía bruta, energía metabolizable, proteína digerible).
- Conocer la producción de leche.
- Conocer los requisitos de energía neta para mantenimiento, producción de leche, preñez y pastoreo.
- La eficiencia de conversión de energía metabolizable (EM) a energía neta (EN) es de 58 por ciento y cuando la relación $\frac{EM}{E. \text{ bruta}} = 56$. Si esta última relación es diferente, entonces la eficiencia $\frac{EN}{EM}$ se ve afectada. El efecto es que por cada unidad porcentual en que disminuya la relación $\frac{EM}{EB}$, la conversión de EM a EN disminuye en 0,4 por ciento.

El problema

El siguiente ejemplo afianzará los principios y los datos e ilustrará el procedimiento a seguir.

Se trata de una vaca en una pradera en Estrella Africana y se desea saber qué producción de leche se puede esperar. Los datos son:

a) Componente animal

Peso de vaca: 400 kg (89,4 kg 0,75)

Lactancia: completa, pero el nivel de producción es la *incógnita*

La vaca se sirve y queda preñada

l/día (pico)	kg suplemento/l	Corte de suplemento semana
23 +	0,7	12
15-23	0,55	10
13-15	0,4	8

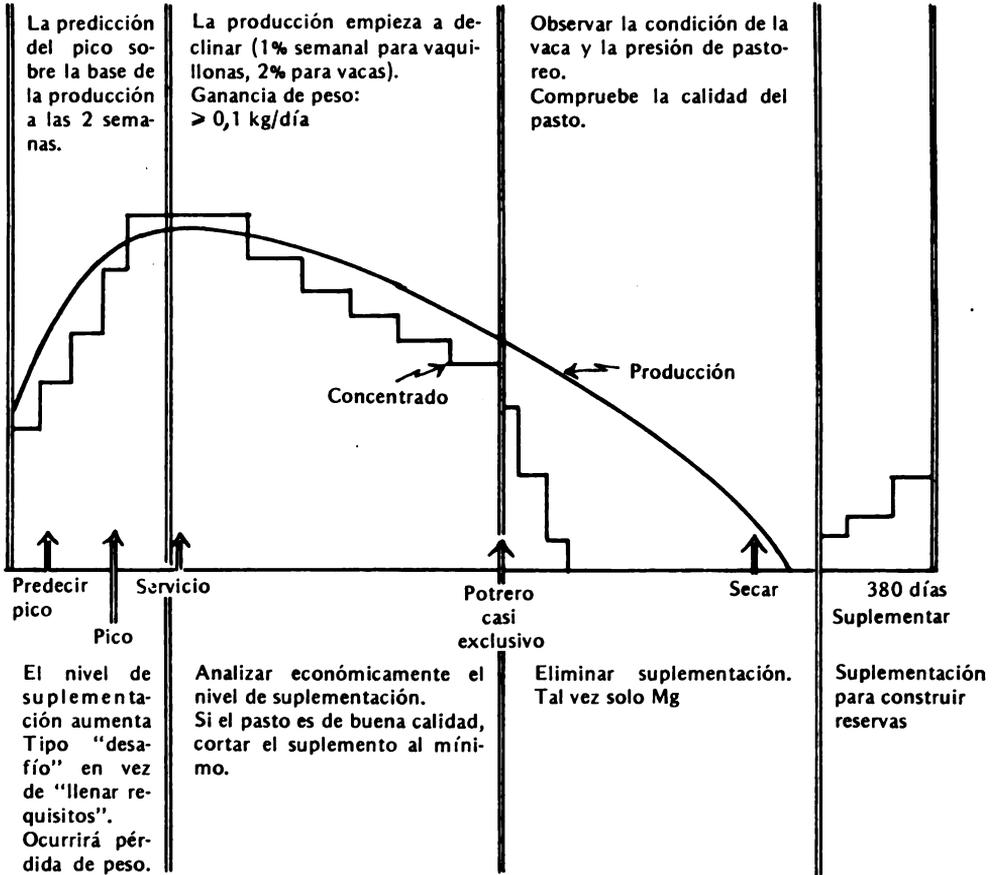
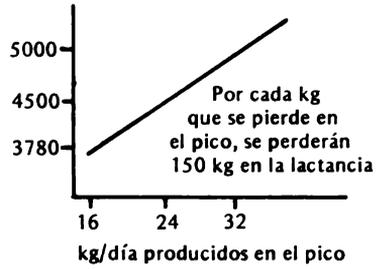


Figura 9. Un ejemplo de un buen programa anual de alimentación de vacas lecheras (Broster y Clough, 1974).

b) Componente pasto

Especie de Estrella Africana

Disponibilidad: sin limitaciones serias (carga baja)

Contenido de EB: 4,4 Mcal/kg MS

Contenido de EM: 2,0 Mcal/kg MS

Contenido de PD: 5% base seca

Consumo de MS: 2,8 kg PV/día

c) Requisitos del animal

Mantenimiento: 120 kcal EM/kg 0,75 día

(69,6 kcal EN₅₆*/kg 0,75 día)

Gestación: 185,600 kcal EN₅₆

Lactancia: 730 kcal EN₅₆/kg leche con 4 por ciento de grasa

Pastoreo: 30 por ciento del requisito de mantenimiento

La solución

a) Necesidades de la vaca/año

Mantenimiento: $69,6 \times 89,4 \times 365 = 2\,271$ Mcal

Gestación: $ = 186$ Mcal

Pastoreo: $0,3 \times 2271 = 681$ Mcal

Lactancia: $ = ?$

b) Aportes del pasto

Consumo de EM: $2,8 \times 4 \times 2 \times 365 = 8\,176$ Mcal

Consumo de EN: $8\,176 \times 0,58 = 4\,742$ Mcal (pero $\frac{EM}{EB} = 45\%$)

Eficiencia real de conversión de EM \rightarrow EN

Cuando $\frac{EM}{EB} = 45\%$: $58 - (56 - 45) \times 0,4\% = 53,6\%$

Consumo de EN₅₆: $8\,176 \times 0,536 = 4\,382$ Mcal

c) Energía Neta Disponible para producción de leche

$$b - a = 1\,244 \text{ Mcal}$$

$$\begin{aligned} \text{Cálculo de producción total de leche: } 1\,244 \div 0,73 &= 1\,704 \text{ kg} \\ &= \underline{\underline{5,6 \text{ kg}}} \end{aligned}$$

La respuesta

Tomando en consideración sólo el aspecto energético (el factor más limitante en condiciones tropicales) la vaca recibiría suficiente energía para mantenerse, gestar, pastorear y producir 5,6 kg leche (4% grasa) por día.

* EN₅₆ es un símbolo de energía neta requerida cuando la relación $\frac{EM}{EB} = 56\%$

Ahora, si se desea tomar en consideración las necesidades de proteína digerible, lo mejor será usar las tablas de NRC (1971). Según las especificaciones del problema, la vaca consume en el año $2,8 \times 4 \times 0,05 \times 365 = 204$ kg de proteína digerible. Las necesidades son:

Mantenimiento: 245 g x 10 meses x 30 días		= 74 kg
Mantenimiento + preñez (2 meses) : 355 g x 2 x 30		= 21 kg
Lactancia: 1 704 g x 51		= 87 kg
		182 kg
Total		

Según los cálculos, la vaca tiene un exceso de consumo de proteína digerible de $204-182 = 22$ kg por año.

Ahora bien, considérese que se desea explotar la capacidad del animal para producir leche (es decir, 5,6 kg leche/día *no* es el máximo del potencial genético del animal) y que el animal es capaz de producir hasta 10 kg de leche/día. Una primera decisión a tomar es si se debe suplementar hasta alcanzar ese potencial o, como quizás sería más apropiado, si se suplementa sólo el nutriente faltante para lograr el máximo uso de toda la proteína digerible que aporta el pasto. Supóngase que esta segunda posibilidad es la más adecuada desde el punto de vista económico. Entonces:

- a) El exceso de proteína es suficiente para producir: $22\ 000 \div 51 = 431$ kg de leche adicionales para lactancia, o sea: $431 \div 305 = 1,4$ kg más por día, elevándose ahora la producción total diaria a 7 kg de leche.
- b) La producción de 1,4 kg de leche adicional requerirá de: $1,4 \times 730 = 1022$ kcal EN_{56} suplementaria por día.
- c) Si se usa melaza de caña, ésta tiene 75% de MS; 4,4 Mcal EB/kg MS y 3,27 Mcal EM/kg MS. Entonces: $1\ 022$ kcal $EN_{56} = 1\ 762$ kcal EM si $\frac{EM}{EB} = 56$

$$\text{Pero } \frac{EM}{EB} \text{ en melaza es: } \frac{3,27}{4,4} = 74\%, \text{ por lo tanto: } 1\ 022 \div 0,65 = 1\ 572 \text{ kcal}$$

de EM

La cantidad de melaza a usar, sería: $1\ 572 \div 3,270 = 0,48$ kg MS/vaca/día = $0,48 \div 0,75 = 0,64$ kg base fresca/vaca/día.

EFFECTOS A CORTO PLAZO DE LA SUPLEMENTACION

Nivel de producción láctea.

Aunque repetitivo, ha quedado claro que un efecto de la suplementación de vacas en pastoreo es un aumento en la producción de leche. Sin embargo, éste aumento es de importancia sólo cuando la suplementación se lleva a cabo desde el comienzo de la lactancia (o poco antes de ella) y si las vacas tienen la capacidad genética para responder a un mejor plano nutricional.

Otros efectos de la suplementación, a corto plazo, son:

Composición de la leche

Como se había indicado antes, la suplementación en condiciones de pastoreo, en el trópico, va a consistir, normalmente, de energía. Por lo tanto, la suplementación energética influirá en la composición de la leche aumentando los sólidos no grasos totales y, si el nivel suplementario es muy alto, reduciendo el tenor de grasa. Esto se deduce de varios trabajos y, como ejemplo, se ofrecen los datos de Ronning y Laben (1966) en el Cuadro 13.

Cuadro 13. Influencia de la relación heno:grano sobre la producción y composición de la leche.

	RELACION HENO: CONCENTRADO			
	90:10	60:40	30:70	0:100
Producción de leche, kg/día	14,2	17,5	17,1	17,5
Grasa, %	3,6	3,6	3,5	2,4
Producción de leche corregida al 3,75% grasa, kg/día	13,6	16,0	15,5	13,3
Proteína, %	3,46	3,52	3,60	3,46
Lactosa, %	4,63	4,86	4,57	4,71
Sólidos no grasos, %	8,8	9,18	9,13	8,91

Fuente: Ronning y Laben, 1966

Eficiencia del ordeño

La suplementación puede efectuarse ya sea durante el ordeño o después de él. La mayoría de los productores que suplementan lo hacen durante el ordeño por razones de mayor docilidad y facilidad de manejo del animal.

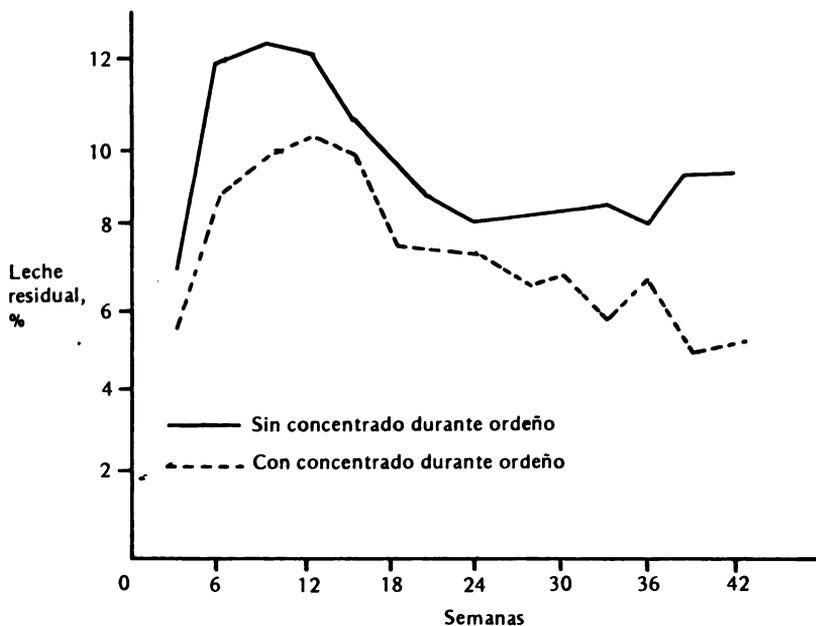
Recientes datos de Brandsma (1978) indican que el hecho de suplementar durante el ordeño influye en una mayor extracción de la leche (es decir, mayor producción), reduciéndose así la cantidad de leche residual. Otra ventaja es que, dado que la leche residual es muy rica en grasa (Lane *et al.*, 1970), entonces la leche producida por vacas que se suplementan durante el ordeño tiene más concentración de grasa que la leche de vacas que se suplementan después del ordeño. Esto se aprecia en la Figura 10.

EFFECTOS A LARGO PLAZO DE LA SUPLEMENTACION

Largo de la lactancia

Debido a que la síntesis de leche puede originarse de la energía tanto de reserva como alimenticia, es lógico esperar que con suplementación la vaca pueda mantenerse, por mayor tiempo, con capacidad de producir leche si es que se suplementa adecuadamente. Este efecto de la suplementación se va a hacer más notorio a medida que el plano nutricional de la vaca no suplementada sea más deficiente. Así, por ejemplo, a medida que disminuye la disponibilidad del forraje, la suplementación va a tener un mayor impacto sobre el largo de la

lactancia. Los datos del Cuadro 14 provienen del artículo de Cowan *et al.*, (1975) y sirven para ilustrar el concepto.



	CONCENTRADO: 0,5 KG/VACA	
	Durante ordeño	Post ordeño
Producción de leche, kg/día	11,0*	10,4
Grasa, g/día	431,0*	407,0
Leche residual, %	6,0*	11,6

* P < 0,05.

Figura 10. Efecto de la suplementación durante el ordeño sobre la leche residual y producción diaria (Brandsma, 1978).

Cuadro 14. Efecto de la carga animal y suplementación con maíz sobre la duración de la lactancia (datos de 2 años).

	CARGA, VACAS/HA				Promedio
	1,3	1,6	1,9	2,5	
Sin maíz, días	278	270	255	259	266
3,6 kg maíz/vaca/día	305	298	290	254	287
Promedio	292	284	272	256	276

Fuente: Cowan *et al.*, 1975.

En el Cuadro 14 se muestra que llega un punto en que aún con suplementación (a bajo nivel) no se llega a evitar el efecto detrimental de una carestía de forraje, esto está indicado en el Cuadro 14 a una carga de 2,5 vacas/día.

Problemas fisiológicos

La suplementación excesiva puede ocasionar disturbios reproductivos y metabólicos que van a incidir negativamente en la productividad del hato. Un caso es aquel en que la ternera se cría bajo un sistema intenso de alimentación que reduce la capacidad de la ubre para síntesis de leche, principalmente por acumulación de grasa en la glándula mamaria. Fronk y Schultz (1978) ofrecen otra evidencia de problemas que se crean al excederse la suplementación de vacas en su fase no lactante (Cuadro 15).

Cuadro 15. Alimentación de vacas secas con base en forraje o forraje con suplemento.

	TRATAMIENTO	
	Ensilaje <i>ad lib.</i>	Ensilaje <i>ad lib.</i> , más 6,8 kg granos/día
Ganancia de peso de leche en período seco, kg	38,5	77,1
Producción de leche (2-9 semanas), kg/día	30,4	31,4
Desórdenes en primeras 11 semanas (22 vacas por grupo):		
Cetosis	3	5
Fiebre de leche	2	7
Retención de placenta	3	1
Metritis	1	2
Mastitis	8	13

Fuente: Fronk y Schultz, 1978.

Reproducción

A falta de datos que se hayan obtenido de trabajos con vacas lecheras, se presenta el Cuadro 16 que prueba que la suplementación acarrea beneficios a largo plazo en la eficiencia de reproducción.

Cuadro 16. Suplementación proteica de vacas durante tres estaciones secas consecutivas.

	Testigo	Torta de algodón*
Pérdida de peso en invierno, kg	70,0	30,4
Aumento de peso en época de lluvias, kg	86,8	51,8
Porcentaje de partos (promedio de 3 años)	63,3	76,3
Porcentaje de partos (últimos 2 años)	57,0	74,5
Promedio de peso al destete, kg	153,4	176,6
Promedio de mortalidad anual, %	9,6	0,6

* La torta de algodón se suministró a una tasa de 0,45 a 0,91 kg/día, durante el invierno (época seca) solamente.

Fuente: Bembridge, 1963.

El Cuadro 16 muestra además, que la cría de vacas suplementadas estaría mejor capacitada para sobrevivir y desarrollarse exitosamente. Evidentemente, los porcentajes de parición en el Cuadro 16 son inferiores a los que usualmente se encuentran en hatos lecheros; por tanto, el efecto benéfico de la suplementación sobre este parámetro en vacas lecheras no sería tan evidente.

COMENTARIOS FINALES

A través del artículo resalta que la suplementación es una práctica que tiene un lugar en el manejo de los hatos lecheros. El mismo pequeño productor la sigue, aunque se hace evidente que es necesario tomar en cuenta una serie de factores que afectan la producción de leche y que modulan la efectividad de la suplementación.

Otro aspecto que se debe subrayar es que existe información insuficiente sobre el tema bajo condiciones tropicales. Es necesario generar información propia del área que permita aplicar análisis económicos para así derivar recomendaciones específicas de suplementación. Por otro lado, aún cuando es posible extrapolar alguna información de zonas templadas, la evaluación de la misma, y su aplicabilidad, debe hacerse en cada lugar a la luz de sus propios índices económicos, disponibilidad de recursos, características de la ganadería y contexto social.

La suplementación es una práctica que, con las debidas justificaciones biosocioeconómicas, debe redundar en un incremento de la producción lechera para beneficio de la población humana, deficiente en alimentos de alta calidad como es la leche.

LITERATURA CITADA

- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL. Necesidades nutritivas de los animales domésticos. 2. Ruminantes (Traducción de R. Sanz Arias). Agricultural Research Council (ARC). Academia, León (España). 1968. 380 p.
- ARONOVICH, S., CORREA, A. N. S., FARIA, E. V., DUSI, G. A. y NUNES, P. R. O uso de concentrados na alimentação de vacas leiteiras em boas pastagens de capim Pangola. I. Resultados de verão. Boletim do Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuária do Centro-Sul (Brasil) No. 5:919-921. 1966.
- BEMBRIDGE, T. J. Protein supplementary feeding of breeding stock proves profitable under watershed ranching conditions. Rhodesian Agricultural Journal 60(3):98. 1963.
- BLAXTER, K. L. y WILSON, R. S. The assessment of a crop husbandry technique in terms of animal production. Animal production 5:27-42. 1963.
- BRANDSMA, S. The relation between milking, residual milk and milk yield. In Proceedings of the International Symposium on Machine Milking. 17th Animal Meeting of the National Mastitis Council, Louisville, Kentucky, Feb. 21-23. pp. 47-56. 1978.
- BROSTER, W. H., BROSTER, V. J. y SMITH, T. Experiments on the nutrition of the dairy heifer. VIII. Effect on milk production of level of feeding at two stages of the lactation. Journal of Agricultural Science 72(2):229-245.
- _____ y CLOUGH, P. A. Feeding dairy cows. The Esso Farmer 26(3):1-6. 1974.
- CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. Sistemas de producción de leche y carne para pequeños productores usando residuos de cosecha. Informe de Progreso 1978, Proyecto CATIE/CIID. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 1978.
- CERDAS, R. Banano de desecho (*Musa acuminata*) como suplemento a vacas lecheras en pastoreo en diferentes estados de lactancia. Tesis Mag. Sci., Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE, 1981. 52 p.
- COHEN, R. D. H. Phosphorus and the grazing ruminant. World Review of Animal Production 11:27-43. 1975.
- COMBELLAS, J., BAKER, R. D. y HODGSON, J. C Concentrate supplementation, and the herbage intake and milk production of heifers grazing *Cenchrus ciliaris*. Grass and Forage Science 34:303-310. 1979.
- COWAN, R. T., BYFORD, I. J. R. y STOBBS, T. H. Effects of stocking rate and energy supplementation on milk production from tropical grass-legume pasture. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 15:740-746. 1975.
- CUBILLOS, C., VOHNOUT, K. y JIMENEZ, C. Sistemas intensivos de alimentación de ganado en pastoreo. In Seminario sobre El Potencial para la Producción de Ganado de Carne en América Tropical. Memorias. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia. pp. 125-141. 1975.
- EGAN, A. R. Nutritional status and intake regulation in sheep. 3. The relationship between improvement of nitrogen status and increase in voluntary intake of low-protein roughages by sheep. Australian Journal of Agricultural Research 16:463-472. 1975.
- ESPERANCE, M. y ESQUIVEL, C. Influencia de diferentes niveles de concentrado a vacas en pasto natural en la producción de leche. Boletín P-3 de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey" (Cuba), Serie Técnico-Científica 1974:3-5. 1974.
- FELIX, A. Efectos de la melaza de la ración sobre la producción de las vacas lecheras en el trópico. Tesis Mag. Sci. IICA, Turrialba, Costa Rica. 1968. 48 p.

FRONK, T. J. y SCHULTZ, L. H. Effect of dry period overconditioning on subsequent early lactation performance of dairy cows. In 73rd Annual Meeting, American Dairy Science Association, East Lansing, Michigan, July 9-13, 1978. (Mimeografiado).

JEFFERY, H. Supplementary feeding for dairy production in the tropical regions of Australia. *Tropical Grasslands* 5(3):205-220. 1971.

LANE, G. T., DILL, C. W., ARMSTRONG, B. C. y SWITZER, L. A. Influence of repeated oxytocin injections on composition of dairy cows' milk. *Journal of Dairy Science* 53(4):427-429. 1970.

LAZARTE, M. A. Efecto de la suplementación con yuca (*Manihot sculenta* Grantz) como fuente de almidón sobre la producción de leche en vacas en pastoreo. Tesis Mag. Sci., Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE, 1978. 52 p.

LUCAS, H. L. Switch back trials for more than two treatments. *Journal of Dairy Science* 36(2): 146-154. 1956.

MINSON, D. J. y McLEOD, M. N. The digestibility of temperate and tropical grasses. In Proceedings, 11th International Grassland Congress, Surfers Paradise, Queensland, Australia. pp. 719-722. 1970.

MOE, P. W. y TYRRELL, H. F. Efficiency of conversion of digested energy to milk, *Journal of Dairy Science* 58(4):602-610. 1975.

MOLINA, O. Efecto de la suplementación de concentrados líquidos y la restricción del pastoreo en la producción de leche. Tesis Mag. Sci., Turrialba, Costa Rica, IICA-CTEI. 1973. 53 p.

NICHOLAS, D. J. D. y EGAN, A. R. (eds.). Trace elements in soil-plant-animal Systems. Academic Press, New York. 1975. 417 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of domestic animals. 3. Nutrient requirements of dairy cattle, 4a. ed. National Academic of Sciences, National Research Council (NRC), Washington, D.C. 1971. 34 p

PATEL, R. K., KUMAR, P., GANGADHARAN, T. P., DHAKA, J. P., VOEGELE, K., SUJUMARAN NAIR, R. y NAIR, SREEKUMARAN. Economics of crossbreed cattle. National Dairy Research Institute, Indo-Swiss Project, Kerala, India. 1976. 161 p.

REID, J. T., LOOSLI, J. K., TRIMBERGER, G. W., TURK, K. L., ASDELL, S. A. y SMITH, S. E. Proceedings, Cornell Nutrition. Conference for Feed Manufacturers, p. 23. 1963.

RIOS, S. Efecto de la suplementación de fósforo en la reproducción y crecimiento del ganado Brahman en Panamá. Tesis Mag. Sci., Turrialba, Costa Rica, IICA-CTEI. 1972. 54 p.

RONNING, M. y LABEN, R. C. Responce of lactating cows to free-choice feeding of milled diets containing from 10 to 100% concentrates. *Journal of Dairy Science* 49(9):1080-1085. 1966.

RUILOBA, ELIZABETH DE F. de, RUIZ, M. E., RUILOBA, M. H. y GUERRA, A. Producción de leche con ensilaje de pasto Elefante Panamá (*Pennisetum purpureum* PI 300-086). *Ciencia Agropecuaria* (Panamá) 3:105-112. 1980.

RUIZ, M. E. Banano verde: Obtienen extraordinarios resultados en producción de leche y carne. *Revista ASBANA* (Costa Rica) 5(15):8-11. 14. 1981a.

_____. The use of green bananas and tropical crop residues for intensive beef production. In *Intensive Animal Production in Developing Countries*, Proceedings, British Society of Animal Production, Occasional Publication No. 4. pp. 371-386. 1981b.

- SECRETARIA PERMANENTE DEL TRATADO GENERAL DE INTEGRACION ECONOMICA CENTROAMERICANO (SIECA). Censos Agropecuarios 1970. SIECA-GAFICA, Guatemala. 1974.
- STOBBS, T. H. Milk production per cow and per hectare from tropical pastures. In Seminario Internacional de Ganadería Tropical, Acapulco, México. 1976. Memoria, México, D.F., FIRA, Secretaría de Agricultura y Ganadería, v. 4. Producción de Forrajes. pp. 129-146. 1976.
- SWANSON, E. W. y Hinton, S. A. Effect of restricted growth upon lactation. *Journal of Animal Science* 21(4):1030. 1962. (Compendio).
- _____ y SPANN, T. R. The effect of rapid growth with fattening upon lactation in cattle and rats. *Journal of Animal Science* 13(4):1031. 1954. (Compendio).
- TERGAS, L. E., BLUE, W. G. y MOORE, J. E. Nutritive value of fertilized Jaragua grass (*Hyparrhenia rufa* (Nees) Stapf). In the wet-dry Pacific Region of Costa Rica. *Tropical Agriculture* 48(1):1-8. 1971.
- UNIVERSIDAD DE FLORIDA. Simposio Latinoamericano sobre Investigaciones en Nutrición Mineral de los Rumiantes en Pastoreo. Memorias, (L. R. McDowell y J. H. Conrad, eds.). Universidad de Florida, Gainesville. 1978. 225 p.
- VAN ES, A. J. H. Energy intake and requirement of dairy cows during the whole year. *Livestock Production Science* 1(1):21-32. 1974.
- VILLEGAS, L. A. Suplementación con banano verde a vacas lecheras en pastoreo. Tesis Mag. Sci., Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE, 1979. 58 p.

SUPLEMENTACION ENERGETICO-PROTEICA

*Manuel S. De Gracia G.**

INTRODUCCION

En la explotación del ganado bovino se ha tomado en cuenta, desde sus comienzos, la ventaja que tiene esta especie de convertir los pastos en productos directamente consumibles por el ser humano y, hasta donde es posible, se intenta basar la alimentación primaria del ganado con este tipo de alimento y no sustituirlo con otros que compiten con los de consumo humano.

Sin embargo, debido a los cambios ambientales que se dan anualmente, ni la cantidad ni la calidad de los pastos que se ofrecen a los animales son constantes, dándose épocas durante las cuales observamos, sin necesidad de análisis químicos ni mediciones, que la disponibilidad de pastos disminuye y también la apariencia de los mismos nos indica que son de baja calidad.

El productor que necesita mantener un cierto número fijo de animales en su explotación, como es el caso de las explotaciones lecheras, tiene que buscar alternativas que le permitan mantener una adecuada alimentación de sus animales, sobreponiéndose a las variaciones estacionales de la producción de los pastos. Existen para esto diversos medios, tales como: pastoreo diferido, ensilaje, suplementación, etc. Pero además se sabe que con animales de conocido potencial productivo, el pasto es incapaz de suplir todos los requerimientos, por lo que el productor necesita "ayudar" al pasto con algún tipo de alimento adicional.

Esta "ayuda" que se da a los pastos o al componente basal de la dieta, por medio de la cual se busca complementarla en aquellos nutrientes en los que el pasto es deficitario, de forma tal que el animal pueda cubrir todos sus requerimientos nutricionales para su mantenimiento y niveles productivos esperados, se conoce como suplementación. De acuerdo con esto, y en un sentido práctico, podemos indicar que todos aquellos alimentos que ofrecemos adicionales al pasto o forraje que sirve de materia prima de la dieta y que le mejoren su calidad, son suplementos, y como tales pueden clasificarse en: energéticos, proteicos, inorgánicos o minerales y vitamínicos.

Comúnmente y por sus características, a los suplementos se les conoce como concentrados, sin embargo se da el caso de forrajes de baja calidad, que aún cuando no aporten en forma significativa los nutrientes esenciales para el buen metabolismo de los animales, complementan la dieta con material poco digerible, o fibra, que evita problemas como el timpanismo o bajos niveles grasos en la leche, actuando de esta forma como complementos.

En esta presentación haremos énfasis en dos tipos de suplementos:

- a) Los energéticos, que comprenden aquellos alimentos que poseen menos de un 20 por ciento de proteína cruda y 18 por ciento de fibra cruda. Estos se clasifican en granos y subproductos agrícolas de origen animal. Su clasificación en este grupo está en función del aporte que dan a la dieta en término de carbohidratos o grasa.
- b) Los proteínicos, que comprenden todos aquellos alimentos con un porcentaje proteínico superior al 20 por ciento. Estos se clasifican como de origen animal, vegetal y no proteicos. Estos suplementos ofrecidos en ciertos niveles pueden ser utilizados por el animal como una fuente alterna de energía.

* Lic., M.S. Investigador Pecuario, Nutrición Animal, Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, IDIAP.

¿POR QUE ES NECESARIA LA SUPLEMENTACION?

Tomando en consideración la Figura 1, donde se ilustra esquemáticamente los requerimientos energéticos de una vaca productora de leche a través de todo un año, observamos que sus demandas nutricionales presentan variaciones según su estado fisiológico. Asumiendo que un animal es de bajo potencial de producción y que el pasto pudiera suplir todos los nutrientes que el animal demanda, no existiría problema de falta de alimentación si se mantuviera el pasto con igual cantidad y calidad todo el año. Aún existiendo variaciones en la disponibilidad y calidad del pasto no se tendría problema si fuera posible sincronizar las épocas de mayor demanda de alimentación con las épocas de abundancia de pasto. Pero en la práctica, nuestros productores mantienen animales con distintos estados fisiológicos a través de todos los meses del año; a la vez la productividad de los pastos es estacional, lo que provoca que se den épocas donde los animales no encuentran en los pastos todos los nutrientes que requieren, por lo que es necesaria la suplementación.

Por otra parte, si asumimos que la vaca es de mayor potencial productivo, es muy probable que a los problemas expresados anteriormente se sume que el pasto como tal es incapaz de suplirle todos los nutrientes, aún en épocas de mayor abundancia y calidad, por lo que necesariamente se debe establecer un programa de suplementación.

En los casos anteriores hemos considerado las vacas en forma individual, pero si tomamos en cuenta que a una carga animal fija, la capacidad de carga de los pastos variará según cambien las condiciones climáticas, al sumar los requerimientos anuales del hato se encontrarán épocas en que las deficiencias nutricionales para todo el hato serán marcadas.

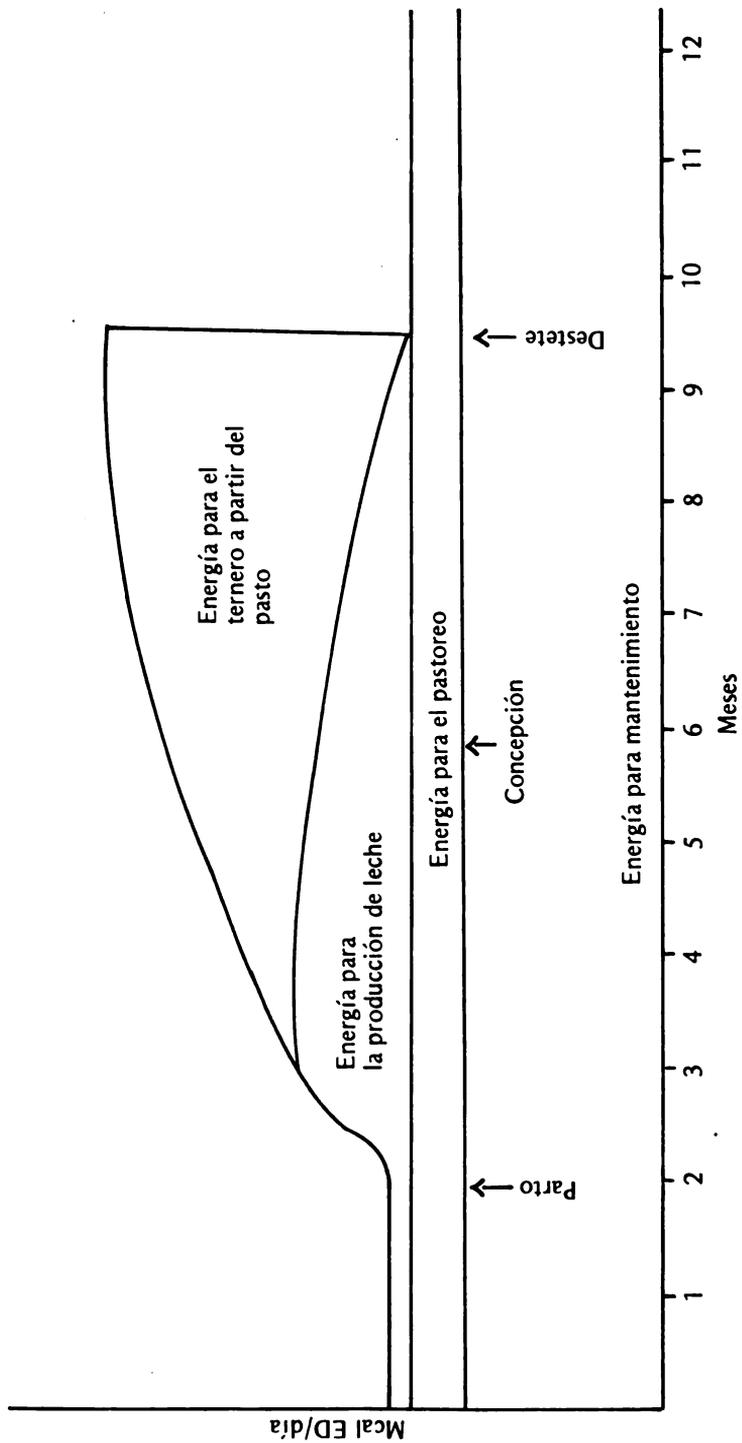
Podemos decir entonces que los pastos presentan dos tipos de deficiencias:

1. Cualitativas o de calidad

En este caso la calidad del pasto está en función de su digestibilidad, o expresado de otra forma, en función de su valor energético, de su valor proteico, o de ambos. Podemos decir que la digestibilidad o valor energético de los pastos tropicales es inferior a los de clima templado, y esto se ha asociado con su ubicación geográfica, además se presentan cambios de acuerdo con su estado de madurez, la especie, así como cambios estacionales. El efecto que produce el descenso en digestibilidad está estrechamente relacionado con descensos en los niveles de consumo; es por esto que aún cuando exista abundancia de materia seca, siendo los pastos de baja digestibilidad, el aporte energético de los mismos al animal es deficiente, por lo que el productor debe en este momento suplementar con alimentos ricos en energía.

En los casos del contenido proteico, la mayoría de los pastos tropicales, bajo condiciones naturales, presentan bajas concentraciones de proteína cruda, por debajo de un 7 por ciento, considerado como el nivel mínimo en el cual no se afecta significativamente el consumo. De igual forma que la digestibilidad, las concentraciones y disponibilidad de la proteína en los pastos es afectada por el estado de madurez de los mismos. El efecto de los bajos niveles de nitrógeno en los pastos se refleja en la disminución de la actividad bacteriana, disminuyendo la tasa de digestión, por consiguiente el consumo y por último el consumo energético por el animal.

A la baja concentración de N en los pastos, se suma la poca población de leguminosas en las praderas. Sin embargo, no hay que desestimar la selectividad de los animales, ya que aún cuando la planta entera presente bajos niveles de N, éstos son capaces de consumir una dieta de mejor calidad.



Fuente: Maddox, 1965 (citados por Church, 1974).

Figura 1. Diagrama del requerimiento energético de la vaca lactante.

2. Cuantitativas

Aunque observemos pasturas con distintas alturas, es muy probable que nos den similares rendimientos de materia seca. Esto se debe a la cobertura o distribución espacial de la pastura, un aspecto que afecta en gran medida el consumo por parte de los animales. Si tenemos una pastura dispersa, aunque sea de alta digestibilidad, el animal está forzado a disminuir el tamaño del mordisco. Para compensar esto aumenta el número de mordiscos pero aún así no logra una compensación completa. De esta forma aumenta su período de pastoreo pero la dificultad de aprehensión se hace más difícil y tampoco logra compensar el efecto, y el consumo neto de energía disminuye.

¿CUANDO SE DEBE SUPLEMENTAR?

La suplementación, aunque necesaria, no significa que sea de importancia determinar el momento oportuno para iniciar la suplementación y para suspenderla.

Las deficiencias nutricionales están acompañadas con síntomas en muchos casos detectables fácilmente, como pérdida de peso, disminución en la producción de leche, etc., sin embargo es difícil determinar cuándo el animal comienza a consumir una dieta deficiente y empieza a utilizar sus reservas para sostener sus niveles productivos en detrimento de su estado fisiológico. Esto se hace difícil pues aún cuando conozcamos la composición y disponibilidad del pasto, desconocemos en la práctica qué está comiendo el animal, pues no podemos determinar su selectividad y cuánto está comiendo en un momento dado. Si para una pastura determinada logramos detectar a qué nivel de disponibilidad se está limitando el consumo de energía, tenemos a la mano una información que permitiría definir el momento en el cual debemos iniciar la suplementación.

De forma experimental podríamos trabajar de una manera más exacta con la utilización de animales fistulados esofágicamente, pero es obvio que para los productores esto es imposible, por lo que básicamente la decisión de suplementar se debe tomar considerando visualmente el estado cualitativo y cuantitativo de los pastos, la producción del hato y, claro está, los beneficios económicos que retribuiría la suplementación.

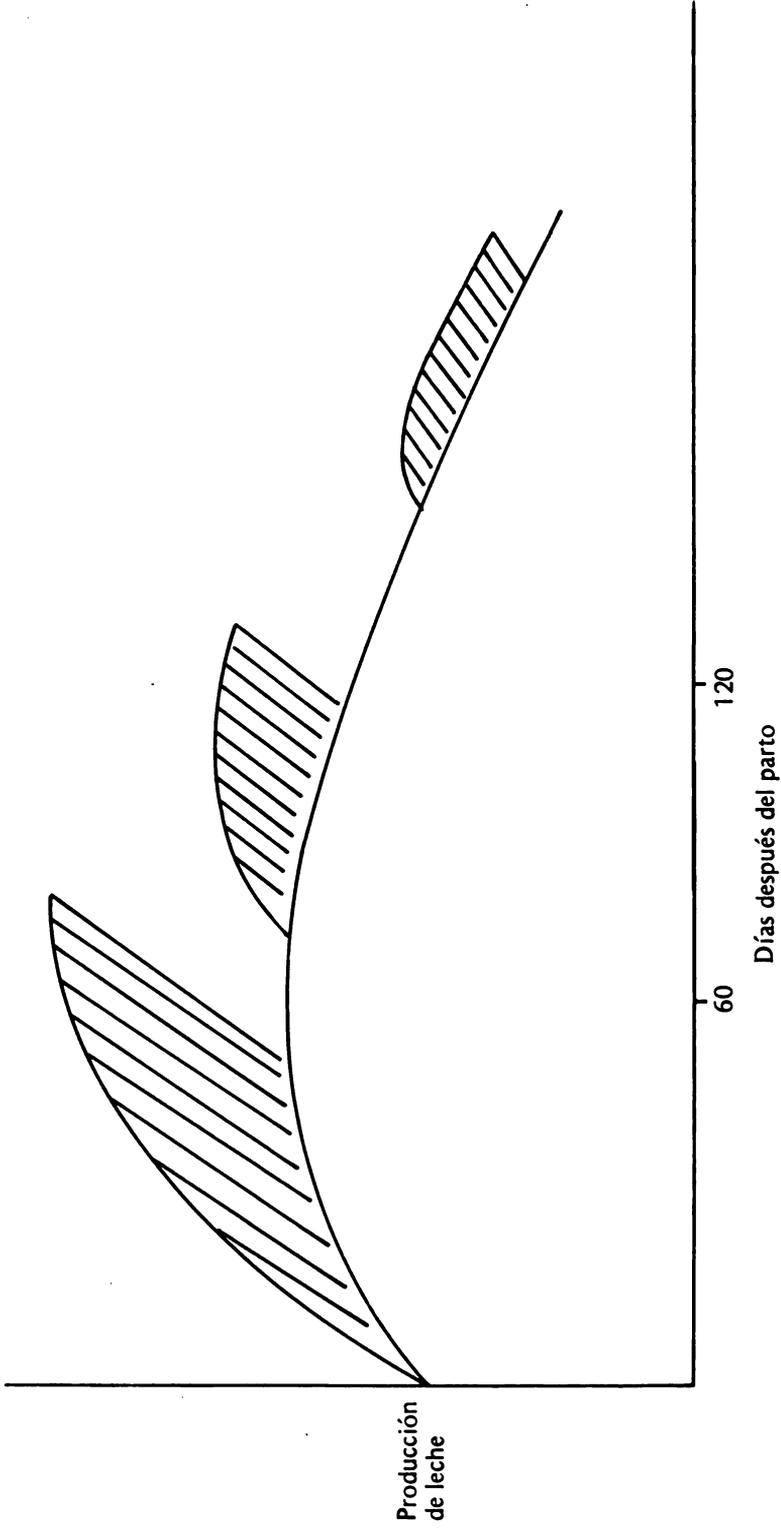
En ciertas regiones de Panamá, como en la región costera de la Península de Azuero, donde los prolongados meses de escasez de lluvia afectan la disponibilidad y calidad de los pastos, es obvia la necesidad de suplementar con energía y proteína para evitar el desmejoramiento físico de los animales y producir leche, si es el caso.

En esta región, es típico suspender el ordeño o trasladar los animales a otras zonas donde la inclemencia del tiempo es menos severa, lo que puede estar unido a pérdidas económicas significativas.

En otras regiones el problema se presenta de forma diferente, tal es el caso de las tierras altas, donde la suplementación es necesaria dado el alto potencial genético productivo de los animales utilizados. En este caso se debe determinar en qué etapa de la lactancia es recomendable ofrecer suplementos y aumentar los niveles de consumo energéticos de los animales. Según se muestra en la Figura 2, el efecto de aumentar el consumo energético en distintas etapas de la lactancia varía la respuesta en la producción de leche. Son mejores las respuestas al suplementar a los animales al comienzo de la lactancia.

RECURSOS PARA LA SUPLEMENTACION

En el Cuadro 1 se resumen algunos datos sobre disponibilidad de ciertos productos y desechos de origen animal y agrícola con un potencial de utilización



Fuente: Broster *et. al.*, 1969 (citado por Swan, 1976).

Figura 2. Respuesta de la producción de leche a la suplementación en distintas etapas

como suplementos alimenticios. Algunos desechos agrícolas como la paja de arroz, el rastrojo de sorgo y de maíz, etc., son utilizados en la mayoría de los casos en Panamá como sustitutos de los pastos, y por ser de baja calidad necesitan ser suplementados con energía y proteína para mantener el peso de los animales y la producción de leche.

Cuadro 1. Disponibilidad de productos y subproductos agroindustriales en Panamá.

PRODUCTO	Disponibilidad (T.M.)	M S	P C	E E Porcentajes	Cenizas	Ca	P
Harina de carne y hueso	2 312,5	92,0	47,1	13,4	36,4	7,4	5,6
Harina de sangre	524,1	20,6	83,2	1,1	3,1	0,06	0,11
Harina de contenido	593,6	15,7	10,5	2,2	19,5	0,46	0,67
Harina de pescado	10 371	92,0	65,4	3,7	25,4	4,33	4,07
Gallinaza	9 636	—	14,1	0,6	45,2	3,4	1,4
Melaza	76 213	75,0	4,1	0,4	8,4	0,31	0,02
Cogollo de caña	635 108	32,0	3,8	2,0	7,3	0,02	0,03
Pulidura de arroz	24 204	—	13,6	9,7	7,8	0,2	0,9
Citropulpa	2 482	—	5,6	5,1	7,1	2,18	0,13
Banano de descarte	423 154	21,5	5,5	2,1	6,3	—	—

Tomado de: Ruiloba, Elizabeth E. de, 1976-1977.

Una vez detectada la deficiencia del pasto, ya sea energética, proteica, o ambas, se debe seleccionar la fuente más adecuada desde el punto de vista de disponibilidad y costo. No obstante hay que considerar ciertos aspectos básicos sobre el efecto de los suplementos que pueden llevar a conclusiones erróneas sobre la respuesta animal en pastoreo. Una de ellas es que el suplemento posee un efecto sustitutivo sobre el consumo de pasto. Este efecto se da cuando se utilizan suplementos energéticos, siendo más marcado cuando hay abundancia de pasto de buena calidad, en tal caso el consumo del pasto llega a disminuirse entre 60 a 90 gramos por cada 100 de suplemento ofrecido, mientras que para pastos de baja disponibilidad la sustitución es de aproximadamente 30 gramos de

materia orgánica digerible por cada 100 gramos de suplemento ofrecido. La Figura 3 muestra el efecto del consumo de suplemento sobre el consumo de un pasto de 50 por ciento de digestibilidad, y la comparación entre la respuesta esperada al ofrecer un suplemento así como la obtenida debido al efecto de sustitución del suplemento.

El efecto de la suplementación proteínica parece ser más beneficioso siempre y cuando el pasto presente una marcada deficiencia de proteína; ya que en estos casos las respuestas tanto en aumento en consumo como en disminución de pérdidas de peso son significativas. Sin embargo, si la deficiencia de proteína no es muy marcada, la respuesta es pequeña. Además de lo expresado anteriormente, se han señalado tres puntos importantes que deben considerarse al interpretar la respuesta a la suplementación proteínica:

- a) Los pastos de baja digestibilidad no necesariamente son deficientes en nitrógeno;
- b) La digestibilidad potencial de la planta está influenciada por sus cualidades estructurales; y
- c) Los niveles de deficiencias de nitrógeno en los pastos.

LOS NIVELES DE SUPLEMENTACION

Una vez se haya determinado la necesidad de suplementar nuestro hato, debemos conocer algunos valores que nos permitirán calcular los niveles de suplementos que debemos ofrecer para satisfacer las demandas nutricionales de los animales.

Debemos conocer:

- a) Los valores energéticos y proteicos de los pastos y suplementos;
- b) Los requerimientos energéticos y proteicos de los animales y,
- c) El nivel de consumo actual de la dieta basal.

Como se ha mencionado anteriormente, es difícil obtener con cierto grado de precisión la cantidad y la calidad de la dieta consumida por el animal. Sin embargo, conociendo que existirá un cierto margen de error, podemos utilizar los valores que nos indican las tablas de composición química para aproximarnos al tipo de dieta que el animal está consumiendo. De igual forma, los requerimientos que aparecen en las tablas se han obtenido con animales bajo condiciones muy distintas al pastoreo, lo que también nos induce a obtener cifras inexactas.

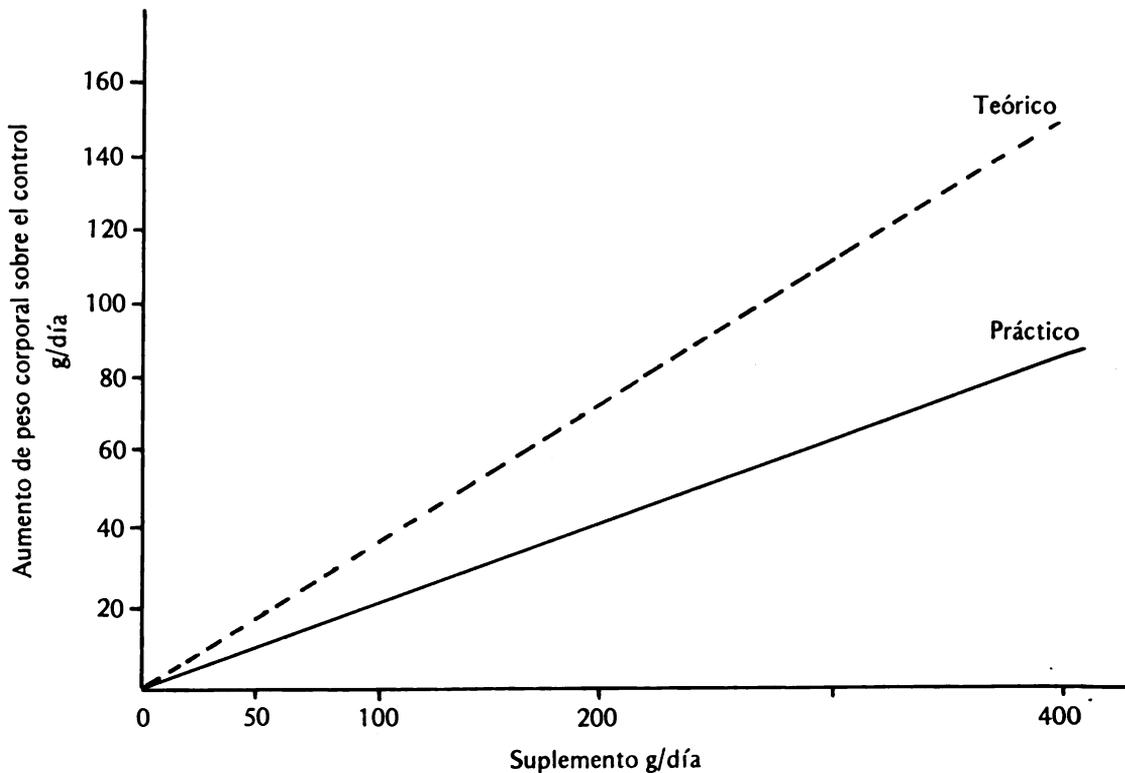
Teniendo en cuenta lo anterior, a continuación se da un ejemplo para calcular los requerimientos de suplementación anual para una vaca lactante de 400 kg produciendo 3 000 litros de leche por lactancia.

1. Requerimientos energéticos

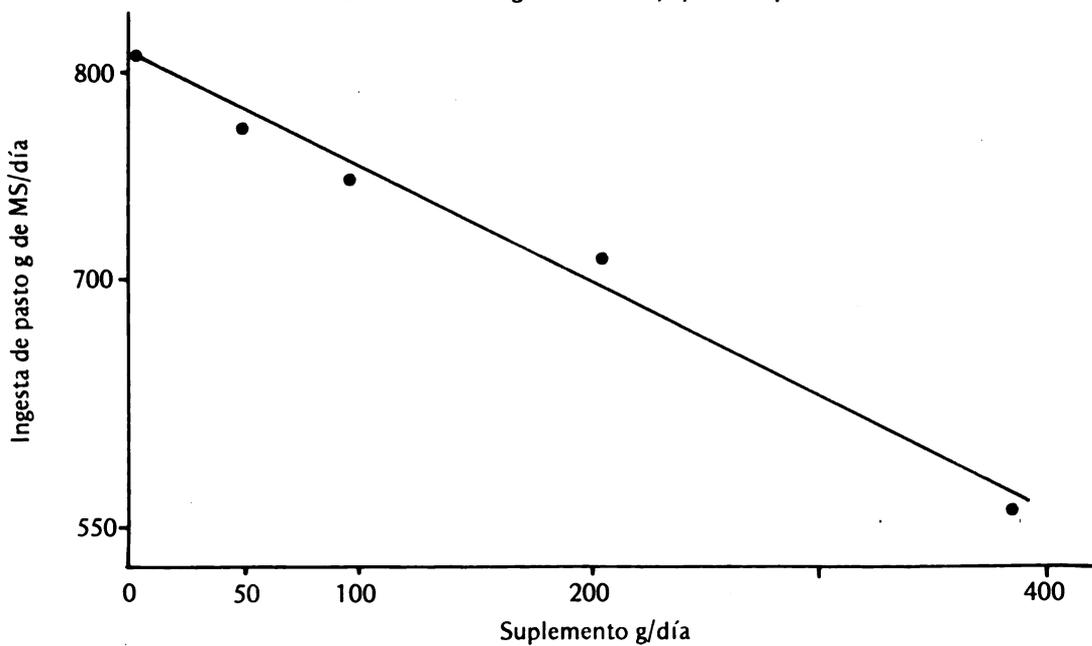
A.	Mantenimiento	11,2 Mcal EM/día	4 088 Mcal
	Producción	1,13 Mcal EM/litro	3 390 Mcal
	Gestación		320 Mcal
			<hr/>
			7 798 Mcal

Se está asumiendo que el ternero al nacer pesa unos 40 kg. Adicional a esto, el animal en pastoreo tiene un gasto extra debido al efecto de caminar y buscar su alimento e ir a la sala de ordeño, estos gastos se han estimado de

Figura 3. Respuesta teórica y observada a la suplementación.



Reducción en la ingesta de forraje por la suplementación



Fuente: Allden, 1981.

diversas formas y por diversos autores y se dan cifras desde un 10 por ciento hasta un 50 por ciento de los requerimientos diarios de mantenimiento. Tomando como cifra para nuestros cálculos un 30 por ciento, obtenemos un requisito adicional de $(11,2 \times 0,3) = 3,36$ Mcal/día, o 1 226 Mcal/año. Lo anterior nos da un requerimiento anual energético total de 9 024 Mcal/año.

2. Aporte energético de los pastos

Si los animales se encuentran consumiendo pasto estrella con un contenido de 8 por ciento de proteína digerible y de 15 a 19 días de edad, según las tablas, este pasto posee aproximadamente 2,00 Mcal de EM/kg de materia seca. Se esperaría un consumo máximo de 2,5 por ciento de materia seca del peso vivo, lo que nos daría un consumo de 10 kg de materia seca por día, o sea 20 Mcal EM/día, equivalente a 7 300 Mcal EM/año.

3. Aporte del Suplemento

Estableciendo la diferencia entre el requerimiento y el consumo anual nos da una deficiencia de 1 724 Mcal EM, las que deben aportar el suplemento. Esta suplementación podríamos ofrecerla durante toda la época de lactancia o durante cierta etapa. Según algunos estudios (véase Figura 2), se ha evaluado la conveniencia de ofrecer la suplementación desde un mes antes del parto, hasta 2 meses posteriores al mismo o quizás unos cuantos más. Lo que se pretende es aumentar la producción de leche en el punto máximo de la lactancia, que según muchos autores, por cada kilogramo de leche que se logre aumentar en este punto, se producen 200 kg de leche más por lactancia.

De esta manera se pueden considerar 120 días de suplementación, durante los primeros meses posteriores al parto; esto requeriría un aporte de 14,4 Mcal/día. Los productos que podrían utilizarse serían: banano de desecho, melaza, etc.

Nótese que no hemos considerado el efecto sustitutivo del suplemento sobre el consumo de pasto, ni tampoco, como sugieren otros autores, un gasto energético adicional por consumo extra de proteína, y otros aspectos de mayor detalle para un cálculo perfecto.

En este caso se utilizará banano de desecho (21 por ciento de materia seca, 3,0 Mcal EM/kg de MS; \$/0,048/kg de MS) y melaza (76 por ciento de materia seca; 3,5 Mcal EM/kg de MS; \$/0,059/kg de MS). Sin entrar en mayores detalles, es posible utilizar:

$$\begin{array}{l}
 2,5 \text{ kg de banano } (2,5 \times 3,0) = 7,5 \text{ Mcal } (2,5/0,21) = 11,9 \text{ kg de banano fresco} \\
 2,0 \text{ kg de melaza } (2,0 \times 3,5) = \underline{7,0} \text{ Mcal } (2,0/0,76) = 2,6 \text{ kg de melaza fresca} \\
 \text{Total} \qquad \qquad \qquad 14,5 \text{ Mcal}
 \end{array}$$

El costo diario sería de aproximadamente \$0,118 vaca/día. El alimento puede ofrecerse dos veces al día (en cada ordeño).

En cuanto a la proteína, nos podríamos basar en los requerimientos de mantenimiento: (245 g/día de proteína digerible) y por producción (51 g de proteína digerible/litro) lo que nos da un requerimiento diario de aproximadamente 0,755 kg de proteína digerible. El pasto nos aportaría $(10 \text{ kg} \times 0,08) = 0,008$ g de proteína digerible, lo que nos indica que la suplementación proteica es mínima o no hay que realizarla, con esta calidad de pasto.

CONCLUSION

De forma breve hemos revisado algunos conceptos considerados de interés que deben tomarse en cuenta cuando se desea realizar una suplementación. No se debe dejar pasar por alto que el uso de la suplementación debe estar sustentado en última instancia por un beneficio económico, que bien puede ser tangible de inmediato, por ejemplo: el aumento en el beneficio neto por venta de leche, o bien ser intangible como lo es el mantenimiento de un buen estado físico de la vaca, del ternero, etc.

BIBLIOGRAFIA

- ALLDEN, W. G. Energy and Protein Supplements for Grazing Livestock. In: F. H. W. Morley. Ed. Grazing Animals. Elsevier, New York. 1981. pp: 289-307.
- CERDAS, R. R. Banano de desecho (*Musa acuminata*) como suplemento a vacas lecheras en pastoreo, en diferentes estados de lactancia. Tesis Magister Scientiar, CATIE, Turrialba. 1981.
- CHURCH, D. C. Digestive Physiology and Nutrition of Ruminants. Vol. 3. Practical Nutrition, D. C. Church, ed. 1974.
- RUILOBA, ELIZABETH de y M. E. RUIZ. Alimentos potenciales para el ganado en Panamá. I. Subproductos y desechos de origen animal. In: Ciencia Agropecuaria. Panamá No. 1. Octubre 1978. pp: 45-47.
- _____. Alimentos potenciales para el ganado en Panamá. II. Subproductos y desechos de origen vegetal. In: Ciencia Agropecuaria. Panamá. No. 2, octubre 1979. pp: 51-72.
- SWAN, H. The Physiological Interrelationship of Reproduction, Lactation and Nutrition in the Cow. In: Principles of Cattle Production. H. Swan and W. H. Brosters, eds. Butterworth. London. 1976.
- VAN ES, D. J. H. Energy intake and Requirements of Dairy Cows during the Whole Year. In: Livestock Production Science 1:21-32. 1974.

LA NUTRICION Y SU IMPORTANCIA EN LA REPRODUCCION

Angel Iturbide C.*

INTRODUCCION

La finalidad del criador, productor de leche o engordador de ganado es producir el mayor número de animales con potencial para crecer rápidamente y producir rendimientos de leche o carne. Sin embargo, el logro de este objetivo, implica a nivel de empresa: sobrevivencia, alta eficiencia reproductiva y alta eficiencia productiva.

Estos tres factores en un hato, están totalmente gobernados por el medio ambiente, por la sanidad, el manejo y especialmente por los niveles nutricionales en que se desarrolla.

Se considera que el efecto de la selección natural, acumulada durante un gran número de generaciones, ha agotado la variabilidad genética. Por esta razón algunos autores señalan que las características relacionadas con la eficiencia reproductiva no son susceptibles al mejoramiento genético por selección. O sea, que la baja magnitud de los índices de herencia (h^2) para caracteres reproductivos, incide para que dichos parámetros puedan mantenerse en forma favorable a través de la aplicación de adecuadas prácticas de cría y manejo y especialmente de una mejora de los niveles nutricionales, o a través de vigor híbrido por medio de cruzamientos. Son varios los factores que afectan la fertilidad del toro, de la vaca y el período posterior a la concepción, incidiendo a su vez en el porcentaje de natalidad (Cuadro 1).

Cuadro 1. Esquema de algunos factores que influyen en la fertilidad del toro, de la vaca y en el período posterior a la concepción, que inciden en el porcentaje de natalidad.

Fertilidad del toro	Fertilidad de la vaca	Período posterior a la concepción	=	Porcentaje de natalidad
NUTRICION	NUTRICION	NUTRICION		
Genética	Genética	Genética		
Enfermedades	Enfermedades	Enfermedades		
Tensión	Tensión	Tensión		
Líbido	Intervalo post parto			
Frecuencia de servicio	Detección de celo			
Edad	Edad			

* Zootecnista, M.S., Convenio BCH-CATIE, La Ceiba, Honduras.

ESTACIONALIDAD DE LOS PROCESOS Y DE LA EFICIENCIA REPRODUCTIVA

La reproducción no tiene una alta prioridad dentro de las funciones del organismo; en situaciones desfavorables es normal que las funciones reproductivas se reduzcan o supriman. Entre diferentes razas, las de más alta producción tienen menor posibilidad de adaptarse a condiciones ambientales adversas; esta situación se agrava generalmente durante la época seca, cuando el nivel nutricional es deficiente.

Cuando las circunstancias difíciles se repiten regularmente, las diferentes especies de animales desarrollan mecanismos de adaptación a fin de aprovechar mejor las épocas favorables. Si las variaciones son de carácter estacional las especies organizan sus funciones reproductivas para aprovechar más eficientemente las mejores épocas. En el ganado bovino esto se observa en el aumento de la concepción en los primeros meses de la época lluviosa, con el correspondiente incremento de partos durante los meses de la época seca (Cuadros 2 y 3).

Cuadro 2. Distribución de partos durante el año en un hato Brahman.

EPOCA	Observaciones No.	Distribución de Pariciones %
Lluviosa (mayo-octubre)	720	38,5
Seca (noviembre-abril)	1 117	61,5

Fuente: Linares y Plasse, 1966.

Cuadro 3. Efecto de la época del año sobre la natalidad en cuatro hatos en Guatemala.

EPOCA	Sta. Gertrudis		Brahman		Promedio %
	Hato 1 %	Hato 2 %	Hato 1 %	Hato 2 %	
Lluviosa (mayo-octubre)	37,7	45,2	36,0	43,0	40,4
Seca (noviembre-abril)	62,3	54,0	64,0	67,0	59,6

Fuentes: Estrada, 1970; Barrios, 1970; Iturbide, 1972.

En igual forma que existe un efecto de la época del año sobre el porcentaje de pariciones en condiciones de monta natural abierta todo el año, algunas experiencias señalan que también existe un efecto de la época de parto sobre el subsiguiente intervalo entre partos; especialmente en aquellas condiciones

ecológicas donde ocurre un período seco mayor de dos a tres meses y donde no se utiliza una adecuada práctica de suplementación (Cuadro 4).

Cuadro 4. Efecto de la época de parición sobre el subsiguiente intervalo entre partos de dos hatos puros de Guatemala.

EPOCAS	INTERVALO ENTRE PARTOS, DIAS		
	Angus Negro (días)	Brahman (días)	Promedio (días)
Seca (noviembre-abril)	413,6 ± 12,3	420,8 ± 8,6	417,2
Lluviosa (mayo-octubre)	431,0 ± 14,4	454,5 ± 11,4	442,7

Fuente: Medrano, 1971.

LA NUTRICION Y LA EFICIENCIA REPRODUCTIVA

Uno de los mayores retos de la industria pecuaria hoy en día es romper la barrera "del porcentaje de natalidad".

Mientras se han logrado rápidos adelantos en el mejoramiento de la ganancia diaria y en la calidad de la canal, y se ha incrementado el peso al destete y otras características de crecimiento, los parámetros reproductivos se han mejorado en forma muy poco significativa.

El porcentaje de natalidad enmascara prácticamente cualquier otro factor y su impacto en las ganancias de la empresa ganadera. Un bajo porcentaje de natalidad es un "peso muerto" en la industria, ya que los costos fijos por cada vaca seguirán iguales, no importa si desteta o no una cría viva.

Uno de los conceptos más importantes para mejorar el porcentaje de natalidad a través de una mejor nutrición es aceptar que "debe invertirse dinero este año para la cosecha de becerros del año entrante".

Durante las dos últimas décadas se ha logrado obtener gran cantidad de información fundamental sobre las causas que ocasionan una diferente concepción y una baja natalidad. Básicamente éstas se pueden dividir en:

- a) Dificultades fisiológicas del macho, de la hembra, o de ambos.
- b) Problemas de enfermedades y sus efectos sobre la condición corporal.
- c) Deficiencias prácticas de cría y manejo.
- d) Bajos niveles nutricionales; específicamente deficiencias de energía, proteína, algunos minerales y Vitamina A.

La mayoría de autores están de acuerdo en señalar la baja nutrición como el factor de mayor significancia negativa en la reproducción del hato, especialmente de la hembra. La razón que más incide en esta situación son las pasturas deficientes y el sobrepastoreo, especialmente durante la época seca.

El pastoreo inadecuado probablemente cuesta a la industria ganadera más que cualquier otro factor individual: por el bajo porcentaje de natalidad, los pesos ligeros al destete, la deficiente producción por animal de carne o leche, y la baja producción por unidad de superficie.

NUTRIMENTOS QUE AFECTAN LA EFICIENCIA REPRODUCTIVA

Energía

Aunque algunos autores señalan la proteína como el nutriente limitante más importante en la ganadería tropical, varias experiencias indican que la ausencia de niveles adecuados de energía tienen un marcado efecto en la baja eficiencia reproductiva de la ganadería.

Varias experiencias indican que la pubertad de las novillas y consecuentemente su desarrollo sexual están marcadamente influenciados por el nivel nutricional. Se ha determinado que animales mantenidos en un plano energético bajo llegan a la pubertad con 39,4 y 48,1 semanas de retraso, en comparación con novillas mantenidas en una condición nutricional adecuada o alta, respectivamente.

También varias observaciones en toretes y toros señalan que un nivel energético de un 60 por ciento o menos de los requerimientos, durante extensos períodos de tiempo, en las etapas pre y postpubertad, pueden dañar permanentemente la capacidad de producción de semen.

Definitivamente, el nivel de energía consumido antes y después del parto tienen un significativo efecto sobre el porcentaje de concepción.

El nivel de energía ejerce sus efectos al incidir fuertemente en la ocurrencia del celo postparto y en el porcentaje de concepción al primer servicio (Cuadro 5).

Cuadro 5. Efecto del nivel energético sobre parámetros reproductivos en ganado bovino de carne.

GRUPO	Nivel de NDT (energía) kg		Peso de Vacas kg			Porcentaje		
	Antes del parto	Después del parto	Al parto	30 días después	90 días después	Preñez	Sin celo	Concep- ción 1er. servicio
1	Mod. 4,1	Mod. 7,3	523	468	468	95	0	67
2	Mod. 4,1	Bajo 3,6	543	445	413	77	14	42
3	Bajo 2,0	Mod. 7,3	445	413	413	95	5	65
4	Bajo 2,0	Bajo 3,6	440	368	360	20	70	33

1,0 kg de melaza = 0,5 kg de NDT

Fuente: Warnick, 1972.

Los resultados que se muestran en el Cuadro 5 tienen especial relevancia en ecologías tropicales, donde los partos ocurren en su mayor parte durante los meses del período seco y donde su subsiguiente eficiencia reproductiva está altamente influenciada por los niveles de suplementación energético-proteica que el ganadero pueda proporcionar.

Los bajos niveles nutricionales pre y post parto a que está expuesta la ganadería tropical durante la época seca, coinciden en cierta magnitud con aquellos del Grupo 4 y consecuentemente tiene parámetros reproductivos muy pobres.

Algunas experiencias a nivel Centroamericano, donde se ha utilizado fuentes energéticas locales, melaza durante la época seca por ejemplo, que como se mencionó anteriormente es donde ocurren la mayor proporción de partos, señalan una mejora apreciable en los parámetros reproductivos indicados en el Cuadro 5.

Proteína

El bajo contenido de nitrógeno, en la mayoría de los suelos tropicales donde se desarrolla la ganadería, la estacionalidad de las lluvias que incide en una abundancia de forrajes durante cierta parte del año y la escasez en otra; el rápido crecimiento y madurez de las gramíneas forrajeras y las prácticas de manejo y utilización de estos recursos forrajeros, conllevan a deficiencias de proteína en la dieta del rumiante durante parte o gran parte del año.

Los resultados con especies forrajeras de zonas templadas sugieren que la actividad bacteriana es inhibida cuando el contenido proteico es menor del 8,5 por ciento. En el trópico esta actividad de la flora ruminal ocurre cuando la proteína llega a niveles menores del 7 por ciento.

En razón de que el suministro diario de amoníaco es esencial para el funcionamiento normal de los microorganismos celulolíticos del semen, la insuficiencia de éste retarda su actividad y multiplicación. Por consiguiente, la digestibilidad del alimento, su velocidad de paso y el consumo, son perjudicados. Bajo estas condiciones los animales en pastoreo, no solamente sufren de carencia *proteica*, sino como resultado también de *energía*, al no haber producción de ácidos grasos volátiles, fuente primaria de energía para el animal, por la inactividad bacterial.

Si bien una situación de déficit proteico ocurre frecuentemente durante la época de lluvias, por las razones expuestas anteriormente, durante los meses de sequía, el desbalance proteico de la dieta del animal es un común denominador en las empresas ganaderas tropicales. No obstante, la presencia de leguminosas de crecimiento espontáneo en las pasturas, situación frecuente en muchas áreas tropicales, o también la utilización de algunas fuentes de nitrógeno como urea, tortas o harina, planta de yuca, etc., ofrece grandes ventajas que el ganadero suele aprovechar.

En el Cuadro 6 se presentan los resultados del efecto de dos sistemas de pastoreo: gramínea-leguminosa vs. gramínea, sobre algunos parámetros reproductivos y de producción.

Es indiscutible que las ventajas del primer sistema sobre el segundo se deben a la mayor disponibilidad y consumo de proteína por el animal.

Cuadro 6. Comparación de caracteres reproductivos de vacas comerciales desarrolladas en dos tipos de potreros.

CARACTER	Gramínea/ Leguminosa	Gramínea
No. de vacas/ha	0,5	1,0
Preñez, lactancia, %	82,0	48,0
Preñez, secas, %	100,0	93,0
Destete, %	84,0	64,0
Parto-primer celo, días	72,0	90,0
Servicios por concepción, No.	1,34	1,40

Gramínea = Bahía grass, *Paspalum dilatatum*
 Leguminosa = Trébol blanco, *Trifolium repens*
 Fuente: Warnick, 1972.

Estos resultados se pueden interrelacionar con aquellos presentados en el Cuadro 7 donde se compara el efecto de diferentes niveles de proteína sobre algunos caracteres reproductivos, y donde un nivel cercano al 100 por ciento de los requerimientos proteicos pueden representar en la práctica el sistema gramínea-leguminosa del Cuadro 6.

Cuadro 7. Efecto de diferentes niveles de proteína sobre características reproductivas y ganancias de peso en ganado bovino de carne.

GRUPO	Requerimientos proteicos %	En celo después de los 112 días %	Intervalo al pri- mer celo (días)	Ganancia diaria de peso (kg)
1	100	100	62	0,9
2	64	60	83	0,7
3	30	60	90 *	0,0
4	10	0	- **	-0,7

* El 40 por ciento de este grupo no presentó celo.
 ** El 100 por ciento de este grupo nunca presentó celo.
 Fuente: Warnick, 1972.

Minerales

Existen 14 minerales reconocidos como esenciales en la nutrición del ganado, los cuales si se ofrecen en cantidades específicas como las señaladas en el Cuadro 8, deberán proveer los requerimientos para producción y para cubrir adecuadamente las funciones reproductivas del ganado.

Cuadro 8. Requerimientos de minerales por el ganado bovino para cubrir sus funciones productivas y reproductivas.

MINERAL	Cantidad en ración completa	
MACRO		
Cloruro de sodio, ClNa.	0,25%	-0,50%
Calcio, Ca.	0,29% (vaca)	-0,18% (Toro)
Fósforo, P	0,23% (vaca)	-0,18% (Toro)
Magnesio, Mg.	0,10%	-0,20%
Potasio, K.	0,60%	-0,80%
Azufre, S.	0,10%	
MICRO		
Cobalto, Co	0,1 parte por millón	(ppm)
Cobre, Cu	4-10	ppm
Yodo, I	0,1	ppm
Hierro, Fe	10-20	ppm
Manganeso, Mn	6-10	ppm
Selenio, Se	0,1	ppm
Zinc, Zn	20-30	ppm

Fuente: Brewer, 1972.

Estos minerales están relacionados con la fertilidad o eficiencia reproductiva en ganado bovino en forma indirecta o directa. En el primero de los casos la deficiencia de algunos de estos minerales afectan el comportamiento reproductivo del animal, pero a través de pérdidas de peso, condición, debilitamiento, etc. Otro grupo de estos minerales al faltar en la ración o estar en concentraciones muy altas ocasionan trastornos en todos los procesos reproductivos del animal: estro, concepción, desarrollo fetal y embrionario, gestación, nacimiento, etc. (Cuadro 9).

Cuadro 9. Efectos principales de las deficiencias y excesos de algunos minerales esenciales en la eficiencia reproductiva del ganado bovino.

RELACIONES	ELEMENTO	EFEECTO
	P	Inhibición e irregularidad del estro; retraso de la concepción; abortos, gestación incompleta; crías débiles.
Deficiencias de Na, Cl, K, S, Fe, Co.	Co	Falla reproductiva,
	Cu.	Retraso en Estro.
	Mn.	Retraso en estro y concepción.
Exceso de P	Se.	Deficiente desarrollo fetal; crías débiles, prematuras o muertas.
Reducción de apetito y baja condición del animal	Zn.	¿Ausencia?
Reducción de la fertilidad o Eficiencia reproductiva	I.	Muerte fetal, reabsorción y anomalías congénitas. Desarrollo y funcionamiento anormal de los testículos, baja producción de esperma. Dificultad al parto, hemorragia y retención de placenta. Irregularidad o supresión del estro. Reducción del libido y deterioración de la calidad del semen. Abortos, reabsorción, partos prematuros. Gestación y partos prolongados, retención de placenta. Nacimiento de terneros débiles, muertos, sin pelo y con síntomas de Bocio.
	Mo.	EXCESO DE Baja concepción, falta de libido degeneración testicular
	Se.	Bajos niveles de concepción; fetos pequeños, débiles, muertos o deformados.

Cuadro 10. Efecto de la suplementación mineral sobre la eficiencia reproductiva y productiva del ganado bovino.

TRATAMIENTO	Peso Kg	Preñez %
Sabana nativa: sal	289	31
Sabana nativa: sal	270	17
Sabana nativa: sales minerales	334	68
Sabana nativa: sales minerales	332	71

Fuente: CIAT, 1973.

Los efectos de la adición de una fuente de fósforo sobre parámetros reproductivos se presentan en los Cuadros 11 y 12.

Cuadro 11. Efecto de la suplementación de fósforo (harina de hueso) en la productividad del ganado bovino.

PARAMETRO	Testigo	Harina de hueso
Natalidad, %	64	85
Becerras destetados, %	58	81
Intervalo entre partos, días	459	365

Fuente: Wiltbank, 1972.

Cuadro 12. Efecto de la suplementación de fósforo sobre parámetros reproductivos y productivos de ganado de carne en la Costa del Golfo de México.

PARAMETRO	Testigo	Con suplemento
Nacimiento, %	58	84
Hembras con dos partos consecutivos	21	72
Kg destetados/vaca expuesta	111	188

Fuente: Grooms, 1975.

Vitamina "A"

Su función básica es como regulador del metabolismo de las estructuras celulares. Su ocurrencia, sus características químicas, sus niveles requeridos en

ciertas etapas de la vida del rumiante y su interrelación con diversos factores y condiciones ambientales, hacen de esta vitamina la más importante y limitante dentro del grupo de compuestos orgánicos, conocidos como vitaminas, especialmente en condiciones tropicales.

La presencia de esta vitamina en forma de provitaminas o carotenos en el reino vegetal la distinguen de las otras vitaminas liposolubles, grupo al cual pertenece.

Cuando hay deficiencia de Vitamina "A" las crías pueden nacer muertas, débiles o ciegas. Debe recordarse que los primeros cambios durante una deficiencia de Vitamina "A" ocurren a nivel de las células epiteliales en los tractos digestivo, respiratorio, ocular y génico-urinario. En estos casos el epitelio normal es reemplazado por epitelio queratinizante estratificado.

Algunas experiencias señalan que parte de estos problemas, consecuencia de una deficiencia de Vitamina "A" en la dieta del rumiante, pueden solucionarse inyectando un millón de unidades internacionales de la misma, 30 a 60 días antes del parto (Cuadro 13).

Cuadro 13. Efecto de la aplicación de Vitamina A en vacas antes del parto.

PARAMETRO	Sin Vit. "A"	Con Vit. "A"
Natalidad, %	94,8	96,2
Destete, %	89,1	94,7
Intervalo al parto subsiguiente, días	465,0	455,0
Concepción año subsiguiente, %	85,0	91,0

Fuente: Neuman y Snapp, 1969.

En el Cuadro 14 se presentan otros resultados de las bondades de la aplicación de Vitamina "A" en la tasa de concepción, que pueden tener gran aplicabilidad en condiciones del trópico.

Cuadro 14. Efecto de la aplicación de Vitamina "A" en la tasa de concepción en ganado de carne.

AÑO	Testigo %	Vit. "A"* %
1964	77,4	88,0
1965	80,0	92,2
1966	54,8	74,4
1967	71,2	82,3
Promedio	70,8	84,2

* Vitamina "A" inyectada 30 días antes de la época de monta: 1,0 millón de U.I.
Fuente: Wiltbank, 1972.

Generalmente el color verde de los forrajes en crecimiento, en la época lluviosa, se asocia con una adecuada concentración de carotenos. Sin embargo, conforme la planta crece y madura, los niveles de carotenos disminuyen significativamente.

Durante la época seca la detención del crecimiento del forraje, ocasionado por la limitada o ninguna humedad del suelo, y su consecuente secamiento en pie, impone al animal una grave deficiencia de esta vitamina, lo cual sumado a la reducción en la disponibilidad de energía, de proteína cruda y de fósforo, coadyuva a la reducción en la eficiencia reproductiva y en la producción de la empresa ganadera.

Varios autores han señalado que aunque las concentraciones de carotenos en las gramíneas y otros forrajes tropicales son adecuadas durante la época de lluvias para cubrir en forma satisfactoria los requerimientos del rumiante en sus diferentes etapas de vida, la presencia de condiciones y factores que son comunes en las condiciones tropicales reducen en gran parte su utilización por el animal, incrementando en forma significativa sus requerimientos. Entre éstos se han encontrado deficiencias de fósforo y proteína; exceso de nitratos y nitritos; enfermedades infecciosas, exceso de humedad y radiación solar, deficiencias de vitamina E, e incidencia parasitaria interna.

En sementales declina la actividad sexual cuando sus dietas son deficientes en Vitamina "A". La motilidad y el número de espermatozoides decrece y se incrementa el número de formas anormales. En vacas de crianza con dietas deficientes en esta vitamina, la presentación de celos se hace menos frecuente y se reduce la concepción en los partos subsiguientes. La deficiencia en Vitamina "A" en hembras preñadas, puede resultar en abortos, con una alta incidencia de retención de placentas, cuando la deficiencia es severa.

BIBLIOGRAFIA

- BARRIOS M. Comportamiento reproductivo de un hato Santa Gertrudis en la Costa Sur de Guatemala. Tesis Médico Veterinario y Zootecnista, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad de San Carlos, Guatemala. 1970.
- BENBRIDGE, T. Protein supplementary feeding of breeding stock proves profitable under watershed ranching conditions. Rhodesia Agricultural Journal, No. 60. 1963.
- BREWER, L. H. Minerals as related to reproduction. Improving Reproductive Efficiency in Beef Cattle. Proceedings 21st and 22nd Beef Cattle Short Course. Texas A&M University, Texas Agricultural Extension Service, USA. 1972.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Informe Anual, Sección Sistemas de Producción de Ganado de Carne. CIAT, Colombia. 1973.
- ESTRADA, G. Comportamiento reproductivo de un hato Santa Gertrudis en la Zona Subtropical muy húmeda. Tesis Médico Veterinario y Zootecnista. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad de San Carlos, Guatemala. 1970.
- FEDERAL UNIVERSITY OF MINAS GERAIS. Latin American Symposium on Mineral Nutrition Research with Grazing Ruminants. Proceedings of the Conference. Belo Horizonte, Brazil, 1976. University of Florida, USA. 1978.
- GROOMS, R. El manejo y la alimentación como medios de aumentar la eficiencia de la reproducción animal. In: Cuarto Cursillo del Istmo Centroamericano sobre Ganado de Carne y Leche. EXPICA, San José, Costa Rica. 1975.
- ITURBIDE, A. Nivel de producción de seis hatos de raza pura en Guatemala. In: Curso Corto sobre Manejo de Ganado de Carne y Leche. EXPICA, Guatemala. 1972.
- _____. Suplementación mineral y vitamínica. In: Curso sobre Producción de ganado Bovino. Departamento de Extensión y Capacitación Agropecuaria, SEA, CNIECA. República Dominicana. 1977.

- LINARES, T. y PLASSE, D.** Características reproductivas de un hato Brahman en Venezuela. In: Memoria. Primera Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Maracay, Venezuela, 1966.
- MEDRANO, J.** Comportamiento reproductivo y productivo de un hato Angus en Guatemala. Tesis Médico Veterinario y Zootecnista. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad de San Carlos, Guatemala. 1971.
- NEUMANN, A. y SNAPP, R.** Beef Cattle. Sixth Ed. John Wiley & Sons, Inc. New York, USA. 1969.
- POPE, L.** Breeding of beef cattle for maximum fertility. In: Improving Reproductive Efficiency of Beef Cattle. Proceedings 21st. & 22nd. Short Course. Texas A & M. University, USA. 1972.
- WARNICK, A.** Factores que afectan la eficiencia reproductiva en Bovinos de carne. In: Curso corto sobre Manejo de Ganado de Carne y Leche. EXPICA. Guatemala. 1972.
- WILTBANK, J.** Management program for improving reproductive performance. In: Improving Reproductive Efficiency of Beef Cattle. Proceedings 21st & 22nd Short Course. Texas A & M University, USA. 1972.

CRÍA Y ALIMENTACION DE REEMPLAZOS EN LECHERIAS

*Manuel E. Ruiz**
*Arnoldo Ruiz**

INTRODUCCION

La cría de terneras es probablemente la fase más crítica, más costosa y más determinante del futuro de una explotación ganadera de lechería, sea ésta especializada o de “doble propósito” (Cuadro 1). En esta fase inciden inversiones muy altas en la alimentación, como el uso intensivo de leche entera, ya sea en un sistema de cría artificial o de cría de terneras junto con la madre.

La baja resistencia de estos animales a enfermedades y parásitos es otro factor que puede llegar a ser el principal en el fracaso de una ganadería, especialmente como consecuencia de una pobre alimentación y sanidad.

Cuadro 1. Problemática de la fase de cría de terneras.

“Fase más crítica, más costosa y más determinante del futuro de una empresa ganadera”

- a. Altas exigencias de sanidad, especialmente en destete al nacimiento.
 - b. Altas inversiones en alimentación (uso extensivo de leche entera).
 - c. Baja resistencia a enfermedades y parásitos: principal temor de colocar terneras en pastoreo a edad temprana.
 - d. Comúnmente, debido a prácticas no mejoradas o no adecuadas para el medio tropical, el animal entra en producción a los tres a tres y medio años de edad.
-

Finalmente, como consecuencia de prácticas comúnmente empleadas en nuestros países tropicales, se puede observar que la edad en que el animal entra en producción, a los tres años o más, representa por lo menos un año de cría adicional a lo que realmente se puede realizar en nuestro medio. El costo de un año extra en la cría de un animal es algo de lo que se da cuenta y desea evitar cualquier productor conoecedor de su finca.

Para tener una mejor idea de la incidencia de la fase de cría de terneras en el éxito o fracaso de una explotación ganadera, a continuación se presenta un esquema representativo de un sistema pecuario general (Figura 1).

En la Figura 1 se hace evidente que el crecimiento o el mejoramiento del hato dependen de dos factores principales: el porcentaje de parición y la proporción de terneras que se conviertan a hembras de reemplazo en el menor tiempo posible.

* Nutricionista, Ph.D., y Zootecnista M.S., respectivamente, Departamento de Producción Animal, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

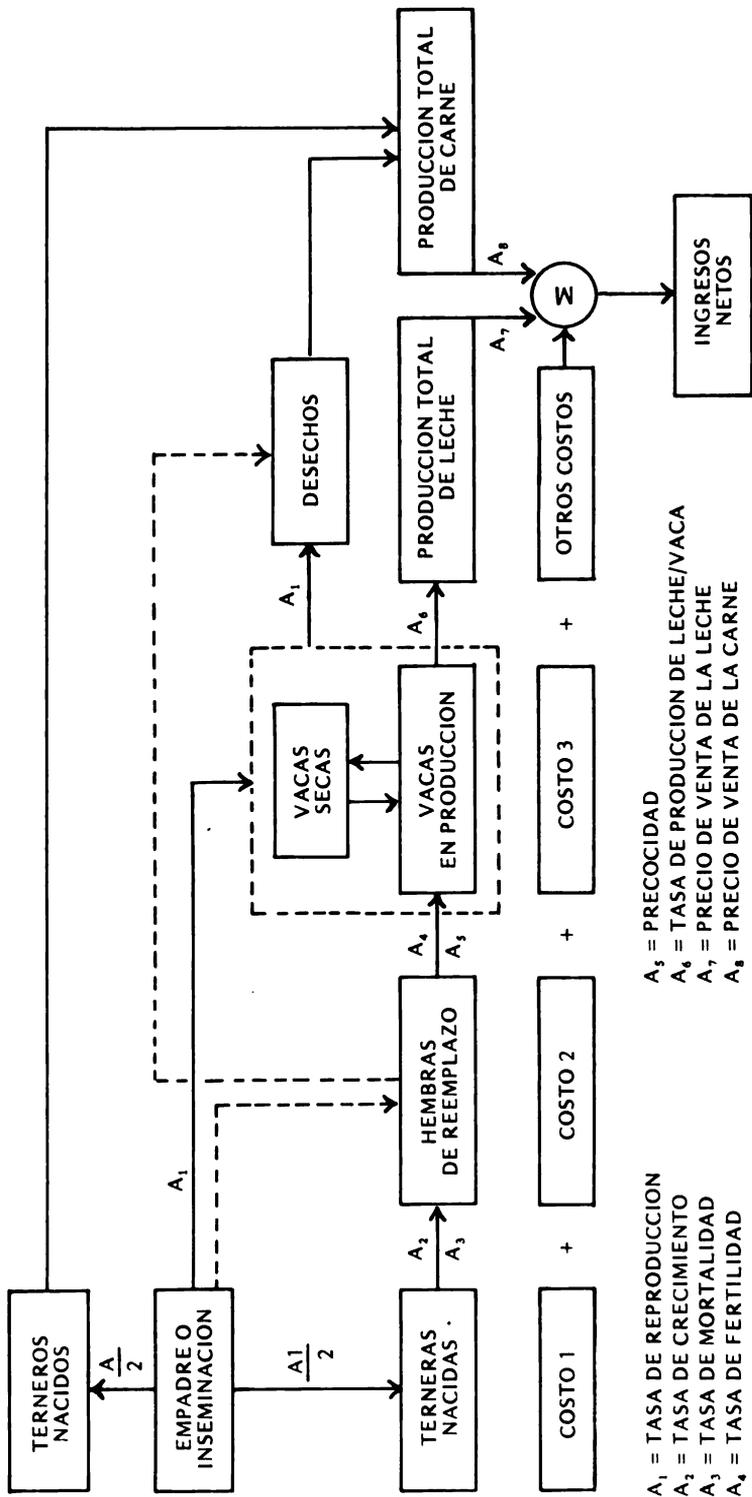


Figura 1. Representación de un sistema de producción de ^vbovinos donde resalta el papel angular de la cría de becerras (explicaciones en el texto).

En promedio, la mitad de las crías serán hembras las que, en el caso del sistema de lechería especializada, son las únicas que se crían. Los machos se sacrifican o se venden tan pronto como es posible, debido al costo de su alimentación. En el caso del sistema de doble propósito, tanto las hembras como los machos se crían y se venden usualmente al destete o al año de edad. Por lo tanto, en ambos sistemas existe un ingreso por venta de carne representado, en parte, por la venta de terneros, aunque este ingreso en el sistema de lechería especializada es insignificante.

Volviendo al componente de terneras, éste se verá reducido por problemas de mortalidad y las bajas tasas de crecimiento, como consecuencia de los problemas de sanidad y alimentación. Más adelante, las novillas también enfrentan dos obstáculos en su conversión a vaquillas; éstos son el grado de precocidad (valga decir, nutrición) y el grado de fertilidad que tengan. Consecuentemente, el cuidado que se sigue en la alimentación y sanidad de estos grupos de animales es determinante del número final de hembras de reemplazo con que se vaya a contar. Para ilustrar aún más la importancia de esta fase, supóngase que el hato tiene una tasa de reproducción de 70 por ciento. Es decir, de 100 vacas se tendrán 30 terneras nacidas en el año. Ahora, supóngase que la tasa de mortalidad de las terneras es de 20 por ciento y el de las novillas de 5 por ciento. Sin considerar las bajas por tasa de crecimiento y fertilidad, se tendrían 26 novillas para ser utilizadas como reemplazo; apenas lo suficiente como para aplicar un programa de selección genética en las vacas adultas, pero sin lograr crecimiento del hato. Cualquier desvío hacia un empeoramiento de las tasas de mortalidad anularía el programa de selección.

En comparación con el sistema de lechería especializada, en el de doble propósito se esperaría una menor incidencia de la mortalidad pero problemas mayores en cuanto a porcentaje de parición e intervalo entre partos.

SISTEMAS DE CRIANZA

En el trópico americano se distinguen dos grandes sistemas de cría de terneros y éstos se identifican con los sistemas de producción de leche en forma especializada y doble propósito (Cuadro 2). Los sistemas de crianza serían entonces:

- a) Cría artificial: llamada así porque el hombre cría al becerro, no la vaca.
- b) Cría natural: en el que la vaca se encarga de la cría del ternero, con mínima asistencia del hombre.

Dentro del sistema de cría natural se encuentran tres diferentes modalidades:

1. Cría natural tradicional de doble propósito

En esta modalidad el ternero sirve de "apoyo" a la vaca para estimular a "bajar" la leche. Una vez logrado este objetivo, el ternero se separa de la madre y se procede al ordeño. Se ordeñan usualmente tres cuartos, dejando uno sin ordeñar, cuando el ternero es menor de los tres meses de edad. Con terneros de mayor edad, se ordeñan los cuatro cuartos pero dejando una porción de leche en la ubre; ésta es la llamada leche de "postrera" o leche residual. Una vez que la vaca es ordeñada, el ternero se vuelve a reunir con su madre y permanece con ella durante 6 a 8 horas antes de regresarlo a su becerra. La edad de destete varía entre 6 y 10 meses.

2. Amamantamiento restringido

El amamantamiento restringido es la misma modalidad indicada en el inciso anterior, pero con la particularidad que el tiempo de amamantamiento se reduce. Ahora bien, esta reducción puede tener la forma de un destete precoz (2 a 4 meses) o una reducción del tiempo diario de amamantamiento

Cuadro 2. Frecuencia y características de la crianza natural y artificial según el sistema de producción bovina en Costa Rica.

Práctica	SISTEMA	
	Doble Propósito	Lechería Especializada
Número y frecuencia:	182 (83.5%)	35 (15,2%)
Ordeño, % de fincas:		
– Apoyo del ternero	Con	Sin
– Una vez por día	89	3
– Dos veces por día	11	97
Alimentación del ternero, % de fincas:		
– Deja un cuarto	59	Na*
– Deja leche residual	33	NA
– Otros	8	NA
– Con leche o suero	NA	88
– Con sustitutos de leche	NA	12

* NA: No aplicable

Fuente: Proyecto CATIE/CIID, CATIE, Turrialba, Costa Rica. (Datos no publicados).

(hasta sólo 30 minutos diarios) o una combinación de ambos. En realidad, este sistema es resultado de la investigación y no tanto de la práctica del productor.

3. Amamantamiento múltiple

Igual que la modalidad anterior, el amamantamiento múltiple se practica muy poco en América Tropical, aunque tiene posibilidades para el futuro. Una explicación más detallada de este sistema se hará hacia el final del documento. El amamantamiento múltiple consiste en el uso de vacas nodrizas a las que se les da a amamantar un número adicional y variable de terneros, dependiendo de la producción de leche, y siguiendo un proceso escalonado de tal manera que no todos se le dejan simultáneamente.

FUNDAMENTOS DE CUALQUIER SISTEMA DE CRIANZA

Sin importar el sistema de levante de terneras que se siga, se deben tener siempre en cuenta los siguientes aspectos:

1. Que las hembras de reemplazo conserven intacto su potencial para lactancias plenas y completas. Esto significa que el cuidado alimenticio y sanitario sea el mínimo necesario para no causar reducciones en el comportamiento productivo una vez que el animal empieza a lactar. Un ejemplo es la sobrealimentación de la ternera y novilla, lo que llega a reducir su capacidad de síntesis de leche (Swanson y Spann, 1954).

2. Que el uso de los alimentos sea eficiente tanto biológica como económicamente. La cría artificial generalmente demanda el uso de 500 a 600 litros de leche por ternera; quizás estas cantidades no sean críticas en los países donde hay excedente de leche pero tal no es el caso en América Tropical.
3. La tasa de desarrollo de las novillas debe permitir un empadre suficientemente temprano como para permitir la parición a los 24 meses de edad en razas grandes y en climas aptos para la lechería especializada. Comúnmente, en áreas tropicales, el primer parto ocurre a los tres años, cuando bien podría ahorrarse por lo menos un año con un sistema de crianza cuidadoso y adaptado al medio (Ruiz, 1976).
4. Que las dificultades en el parto sean mínimas, ya que puede ocurrir mayor incidencia de problemas, tales como retención de placentas y metritis, si el animal llega sobrecondicionado al parto (Fronk y Schultz, 1978).
5. Que las hembras de reemplazo alcancen un tamaño y vigor adecuados para la competencia en el pastoreo con el resto del hato. La estratificación del hato en grupos similares es una buena medida de manejo pero puede suceder que no sea posible establecer muchos grupos; una decisión frecuente es que las novillas de reemplazo pastoreen junto con las vacas secas, animales mayores y otras de menores necesidades nutricionales, pero que pueden causar que las novillas no consuman suficiente calidad y cantidad de forraje, especialmente si no están bien desarrolladas.
6. Que se produzca un ternero viable y normal. Especialmente la subalimentación resulta en terneros débiles y propensos a enfermedades y muerte temprana.

Resultados relevantes de la investigación

Desarrollo anatómico y funcional del rumen. El ternero al nacer posee ya bien definidos los cuatro compartimientos del estómago, aunque el abomaso (o estómago verdadero) tiene el doble de la capacidad de los otros compartimientos y es el único funcional. En el rumiante adulto el abomaso decrece en importancia física hasta representar sólo el ocho por ciento del estómago total; en cambio el rumen representa el 80 por ciento (Figura 2a).

¿A qué se deben estos cambios? A esta pregunta habría que añadir.

¿A qué se debe que a medida que crece el ternero desaparece el reflejo de la gotera esofágica?

La gotera esofágica es una estructura que permite el paso directo de alimento líquido desde el esófago hasta el abomaso (Figura 2b). No existe un consenso sobre cual es el estímulo de la formación del tubo esofágico-omasal (sinónimo de la gotera esofágica). Se sabe que soluciones salinas, como una con 10 por ciento de bicarbonato de sodio, causan la formación del tubo. Pero también se puede lograr lo mismo con soluciones de glucosa. Algunos autores indican que es el efecto de mamar el que causa el cierre de la gotera esofágica; pero el agua dada en balde también estimula la gotera esofágica aunque esto sólo es efectivo hasta la octava semana de edad. La leche, sea en balde o en chupón, produce ese efecto hasta las 12 semanas de edad; después, sólo la leche dada en chupón es efectiva.

Los factores que inciden sobre el desarrollo anatómico del rumen del ternero son:

- a) Edad
- b) Tipo de alimentación
- c) Nivel de leche

Por ejemplo, Tamate *et al.*, (1962) encontraron que en el ternero que sólo se alimenta con leche, el desarrollo del rumen es muy lento y el grado de desarrollo es definitivamente menor al que se alcanza si se da oportunidad al

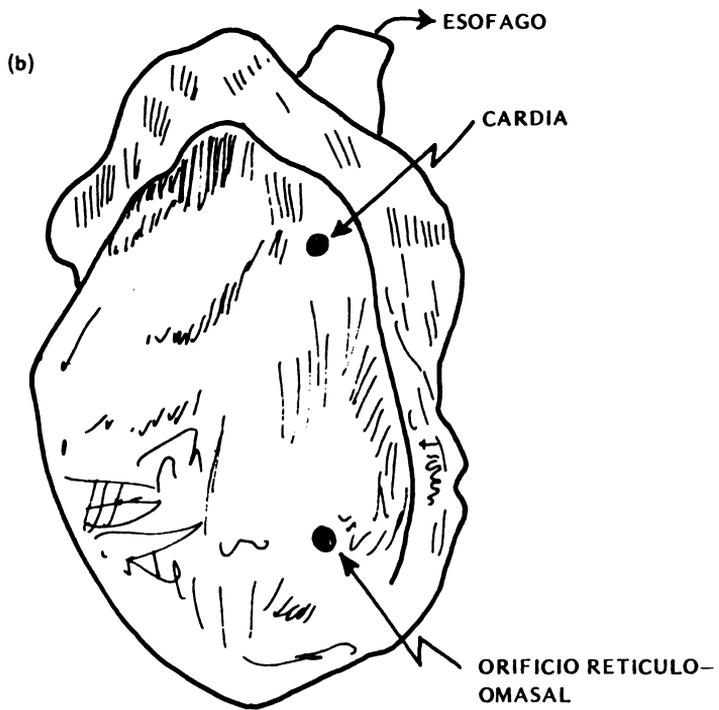
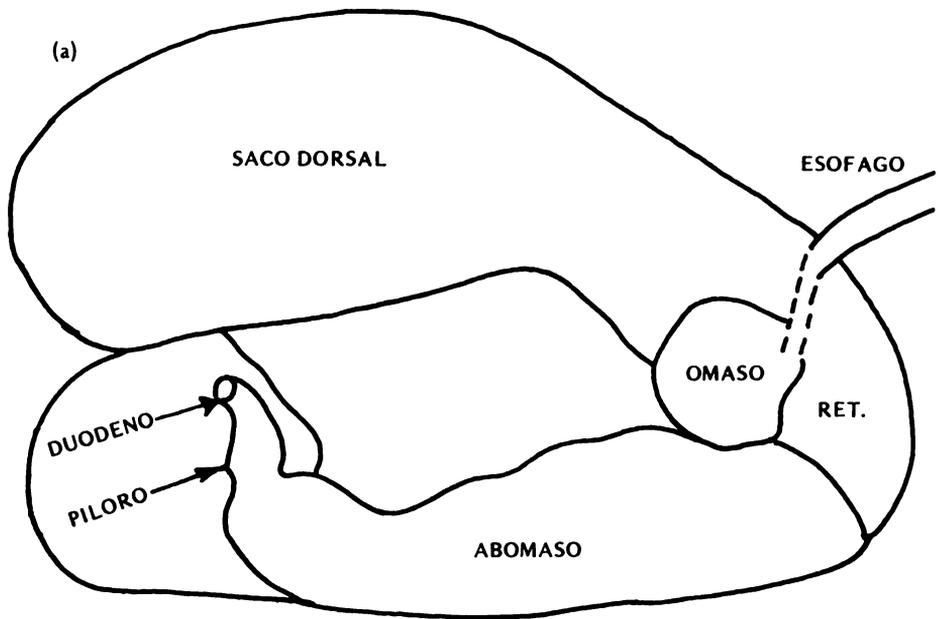


Figura 2. Diagramas del estómago del rumiante y de la gotera esofágica.

ternero de consumir, además de la leche, alimentos sólidos y fermentables (Cuadro 3).

Cuadro 3. Efecto de la edad y la ración sobre el aumento en el peso del tejido reticuloruminal (% del peso corporal).

Edad	RACION	
	Leche Entera	Leche + Heno + Conc.
2 días	0,48	(0,48)
4 semanas	0,58	1,04
8 semanas	0,58	1,85
12 semanas	0,73	1,78

Fuente: Tamate *et al.*, 1962.

Con respecto al nivel de leche, es lógico que a mayor consumo de éste alimento será menor el consumo de otros (sólidos y fermentables) y, por lo tanto, menor será el estímulo para el desarrollo del retículo-rumen (Cuadro 4).

Cuadro 4. Efecto del nivel de consumo de leche sobre el desarrollo del retículo-rumen de terneros sacrificados a las 12 semanas de edad.

Consumo de leche kg/100 kg PV/día	Retículo-rumen % del estómago	Abomaso % del estómago
8	64,1	18,9
10	62,8	19,8
12	60,6	24,0
14	56,9	28,7

Fuente: Kaiser, 1976.

El desarrollo volumétrico del rumen no es un indicador suficiente del estado de desarrollo del ternero como rumiante verdadero. Es necesario que éste también se desarrolle funcionalmente. Por ejemplo, una de las funciones del rumen es mezclar los alimentos ingeridos con la población microbiana y, otro, el de facilitar la expulsión de alimento no digerido (regurgitación) y digerido (paso al omaso); un tercero sería la expulsión de gases evitando así el timpanismo. Todo esto se logra con un rumen físicamente activo lo que en el lenguaje de nutrición es conocido como motilidad ruminal. Asai (1973) demostró muy claramente que el desarrollo de la motilidad ruminal es una condición dependiente de tres factores: edad, productos finales de la digestión, y naturaleza física del alimento.

En el Cuadro 5 se presentan los datos de Asai (1973) que ilustran la interacción de los tres factores antes señalados.

Cuadro 5. Desarrollo de la motilidad ruminal en terneros.

Dieta	Motilidad 1-5 (máxima)	Edad Semanas
Leche entera (LE)	2	14-15
LE, heno, grano	5	3-10
LE oral (0) + Esponjas plásticas (EP)		
Intraruminalmente (1)	4	7-9
LEO + ácidos grasos volátiles (AGV) I	4-5	10
LEO + EPI + AGVI	5	3-5

Fuente: Adaptado de Asai, 1973.

En el Cuadro 5 se nota que si el ternero solo se alimenta con leche, la motilidad ruminal es muy débil y, en realidad, no hay necesidad de ésta pues la leche ingresa directamente al omaso vía gotera esofágica. Si el ternero se alimenta con forraje y concentrados (además de la leche) la motilidad que se alcanza es máxima, y esto se logra a una edad temprana. Ahora bien, la naturaleza de este estímulo consiste en la misma presencia física del alimento sólido (véase el efecto de las esponjas, un material inerte) así como en la presencia de productos químicos resultantes de la fermentación (véase el efecto de los ácidos grasos volátiles).

Finalmente, la funcionalidad del rumen se evalúa por su capacidad para absorber productos finales de digestión y esto requiere del desarrollo de las papilas que son los orgánulos de absorción. Nuevamente, las diferencias entre terneros que se crían con leche y los que consumen leche, concentrados y forrajes, es muy notable (Cuadro 6). Aunque no se presentan datos, la correlación entre el desarrollo papilar y la absorción de ácidos grasos volátiles es alta y positiva.

Cuadro 6. Efecto de la edad y la ración en el desarrollo de las papilas del rumen.

Ración	Edad	Largo	No. x cm ²
Leche	2 días	0,99	1392
	4 semanas	0,53	601
	8 semanas	0,48	665
	12 semanas	0,46	528
.....			
Leche	4	0,79	529
+			
Heno	8	1,54	245
+			
Conc.	12	2,46	173

Fuente: Tamate *et al.*, 1962.

Si se sigue un programa de alimentación que incluya el uso de alimentos sólidos, el ternero debe alcanzar su estado de rumiante a las cuatro semanas, aunque se ha encontrado que existe variabilidad en la habilidad para la transformación de un estado monogástrico a uno rumiante, como se observa en los datos de Baccari *et al.*, (1978) en un estudio de terneros criados en corral y pastoreo, es decir, con alimentación mixta (Figura 3).

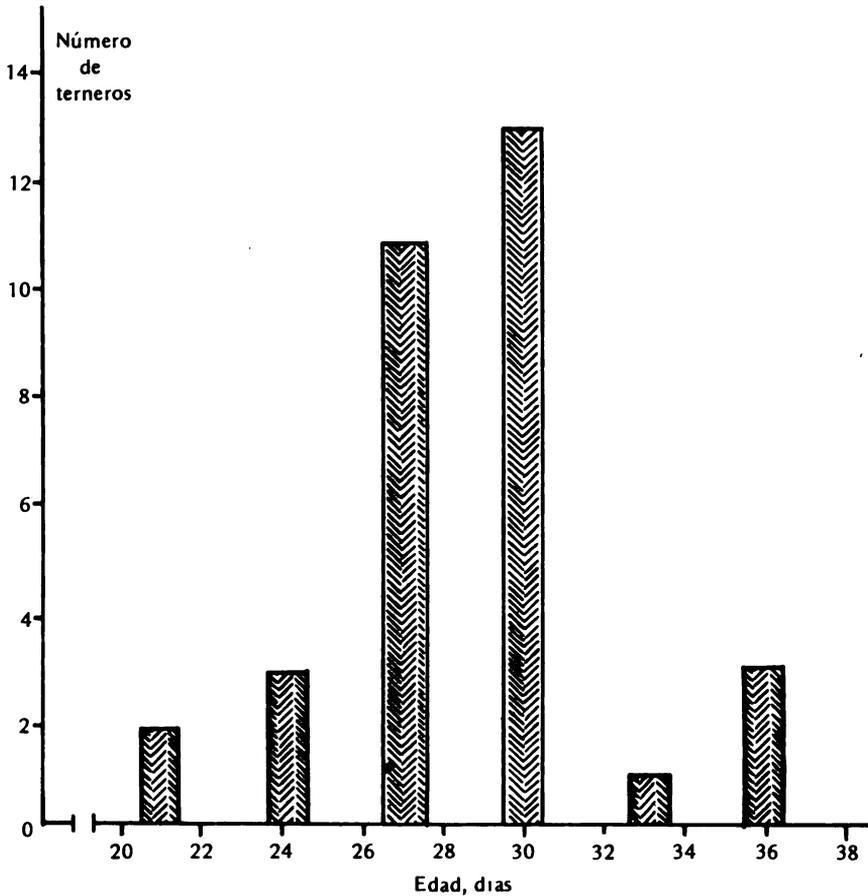


Figura 3. Distribución de la frecuencia de terneros que inician la rumia, en regimen de semiestabulación (Baccari *et al.*, 1978).

Las ventajas de un rápido desarrollo del rumen en el ternero se pueden resumir en el siguiente listado:

- a) Se reduce la cantidad de leche consumida por el ternero y como consecuencia se obtiene mayor ingreso por concepto de venta de este producto.
- b) Aunque inicialmente se obtenga una menor tasa de crecimiento del ternero, al reducir la cantidad total de leche, en etapas posteriores hay una compensación debido a la adaptación que se logra a los alimentos sustitativos (véase por ejemplo el artículo de Kaiser, 1976).

- c) Aunque el ternero cuyo desarrollo ruminal se esté promoviendo tiene una menor eficiencia biológica en la utilización de nutrientes dietéticos, desde el punto de vista económico es más eficaz el ternero rumiante que el no rumiante. Esto es debido al bajo costo de los nutrientes en los alimentos sólidos en relación con los de la leche.

Uso del calostro. El calostro es la secreción mamaria que ocurre poco antes del parto, la cual se prolonga hasta unos 3 a 5 días después. El calostro es más denso que la leche y posee grandes virtudes nutricionales y sanitarias (Cuadro 7).

Cuadro 7. Comparación entre el calostro de las primeras 24 horas postparto y la leche de vacas Holstein.

	Calostro	Leche
Grasa, %	3,6	3,5
Sólidos no grasos, %	18,5	8,6
Proteína, %	14,3	3,2
– Caseína, %	5,2	2,6
– Albúmina, %	1,5	0,5
– Inmunoglobulina, %	6,2	0,1
Lactosa, %	3,1	4,6
Ceniza, %	1,0	0,8
– Calcio, %	0,26	0,13
– Fósforo, %	0,24	0,11
Carotenos, mg/g grasa	35,0	7,0
Vitamina A, mg/g grasa	45,0	8,0
Vitamina D, UI/g grasa	1,4	0,6
Vitamina B, mg/g grasa	125,0	20,0
Riboflavina, mg/100 g	450,0	150,0

Fuente: Roy, 1970.

Lamentablemente, la composición del calostro sufre cambios drásticos en los pocos días en que se produce. Si el calostro, al primer ordeño, contiene entre 14 y 20 por ciento de proteína, ya al cuarto ordeño esta concentración ha bajado a sólo 4,2 y 4,4 por ciento. De modo que la idea de que el calostro es siempre muy superior a la leche es relativa y, más bien, su uso se debe enfatizar más que todo por su valor inmunológico.

La vaca no transmite inmunidad al ternero por vía placentaria; por lo tanto, el ternero nace sin anticuerpos y es totalmente indefenso contra infecciones. El medio por el cual la vaca da inmunidad al ternero es por el calostro, el que contiene gamma globulinas y anticuerpos asociados a estas proteínas.

Sin embargo, el ternero debe consumir el calostro en las primeras horas de vida para que realmente pueda adquirir sus beneficios. Algunos estiman que la capacidad del ternero para absorber las gamma globulinas por pinocitosis se mantiene solo en las primeras 24 horas. Otros establecen un límite de 36 horas.

En todo caso, el ternero adquiere de inmediato un alto nivel de gamma globulina tan pronto ocurre el amamantamiento (Cuadro 8).

Cuadro 8. Concentración de gamma globulinas en el suero sanguíneo de terneros que ingieren calostro (datos en g %).

Edad	RAZA	
	Holstein	3/4 Holstein 1/4 Cebú
Recién nacido (sin ingerir calostro)	0,26	0,00
12 horas	1,87	1,47
24 horas	2,14	1,61
48 horas	2,16	1,51
72 horas	1,90	1,55

Fuente: Mohar *et al.*, 1974.

Si no hay ingestión calostrual, las probabilidades de muerte por colisepticemia aumentan. Por ejemplo, Ruiz *et al.*, (1981) encontraron una alta mortalidad en terneros impedidos de tomar calostro (Cuadro 9). En el mismo trabajo se halló que no importaba si el ternero tomaba calostro por uno, tres o cinco días, en cuanto a sobrevivencia se refiere, evidenciándose que sólo se requiere un día de calostro para aportar las defensas apropiadas al animal y a su crecimiento normal.

Cuadro 9. Incidencia de muertes en terneros en función de los días con calostro.

	DIAS DE CALOSTRO			
	0	1	3	5
Número inicial de terneros	12	12	13	11
Muertes	6	0	0	1
Ganancia de peso de los animales vivos, g/día	361	404	374	405

Fuente: Ruiz, *et al.*, 1981.

Algunos autores han propuesto que en caso de excesos de calostro, por ocurrencia natural o planificada, éste se use fermentado como alimento. Los resultados han sido contradictorios y no es posible por ahora dar un dictamen sobre la idea.

Comienzo del pastoreo. Aún cuando se ha buscado una reducción en el uso de leche, con el consiguiente uso de pasto y concentrado, la crianza de terneros en

las explotaciones lecheras ha sido, en su mayor parte, en confinamiento. Durante el período de confinamiento el animal se desarrolla normalmente si se toman las medidas sanitarias adecuadas. Sin embargo, al salir el animal a pastoreo por primera vez a los 6-8 y aún 12 meses de edad, es invariable que este animal sufrirá en forma dramática el impacto de enfermedades y parasitismos propios del pastizal tropical, especialmente en climas tropicales húmedos.

Según la experiencia en el CATIE, en Costa Rica, muchas veces el estrés o penuria de pastoreo ha sido tal que ha hecho necesario el reingreso del animal a la fase previa de confinamiento. De allí proviene parte de la demora en lograr animales que alcancen la edad productiva en un plazo normal. Quizás por las experiencias similares a las del CATIE, los productores son generalmente reticentes a la idea de sacar sus terneros a pastoreo a edad temprana. Esto contrasta con experiencias en Gran Bretaña (Armstrong *et al.*, 1954; Chambers, 1959) en las que se desarrolló la práctica del pastoreo a edades de dos a tres semanas. Precisamente Armstrong *et al.*, (1954) encontraron que al comenzar el pastoreo a una edad precoz, los terneros Ayrshire con los que trabajaron llegaron a adquirir la misma habilidad, a las 10-12 semanas de edad, como los rumiantes adultos en cuanto al uso del pasto. Por ejemplo, la digestibilidad *in vivo* de la MS del pasto fue de 75 por ciento y la de la celulosa fue del 84 por ciento.

Con estos antecedentes, Torralba (1972) condujo un trabajo en que se reducía la edad de salida a la pradera a 3,5 meses de edad, encontrando un mejor comportamiento en el pastoreo de terneros que anteriormente salían a pastorear cuando cumplían los 5 a 7 meses de edad. Esta experiencia dio origen a que se estableciera en el CATIE (Ruiz *et al.*, 1973) una modificación en el programa de cría de terneros que incluía su salida al pastoreo a los 3,5 meses de edad lo que resultaba en ganancias individuales de 500 g/día.

Más recientemente, J. Leal, R. Armendariz y F. Flores, estudiantes graduados del IICA, en Turrialba, realizaron tres experimentos similares con el objetivo de reducir aún más la edad de salida al pastoreo. El Cuadro 10 muestra el desempeño de los terneros al salir a las 2, 6, 10 ó 14 semanas de edad a potreros de pasto Pangola *Digitaria decumbens* var. Transvaal. La leche se limitó a 180 kg/ternero destetándolos a las 8 semanas de edad.

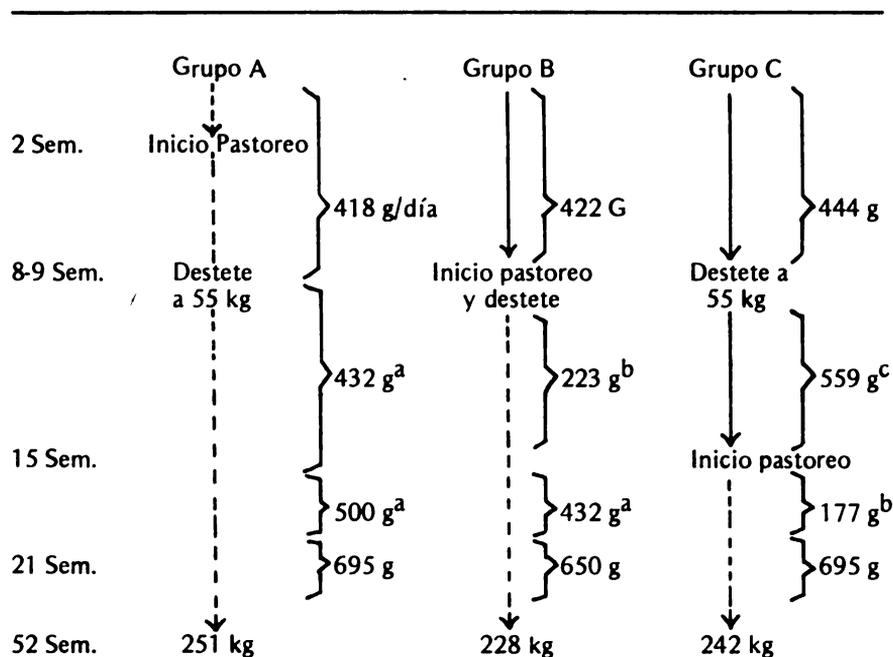
Gorriil (1967) ha demostrado la conveniencia de la iniciación temprana del pastoreo y advierte que ésta no debe coincidir con el destete pues el estrés conjunto debilita al animal y lo haría susceptible a enfermedades. En el Cuadro 11 se destaca el crecimiento sostenido que se logra con un comienzo precoz del pastoreo y una eliminación de la alimentación láctea a los dos meses de edad, en contraste con otras situaciones. Véase que en el grupo C no coincide el destete con el comienzo del pastoreo, pero este último se hace a una edad relativamente tardía y se nota la reacción del animal en una disminución del crecimiento.

Cuadro 10. Efecto de la edad al comienzo del pastoreo y período de descanso del pasto sobre la ganancia de peso en terneras de lechería. (g/día)

Período de descanso, días	Edad de iniciación en pastoreo, semanas				Promedio
	2	6	10	14	
21	314	296	262	399	318
42	401	282	248	296	307
Promedio	358	289	255	348	312

Fuente: Ruiz, *et al.*, 1980.

Cuadro 11. Iniciación del pastoreo a diferentes edades del ternero.



1 Sem. —————> destete: 3.6 kg leche/día

Antes de iniciar pastoreo: 4 kg/día de un iniciador con 24% PC

Pasto: Timothy, Kentucky, Blue Grass y Trebol Blanco.

Fuente: Gorrill, 1967.

El ternero que se inicia en el pastoreo a edad temprana muestra mayor habilidad de consumir, por más horas en el día, que el ternero que se inicia a una edad tardía. Además, aparentemente, mientras más joven sea el ternero tiene más habilidad para desarrollar sus defensas inmunológicas. Quizás por estas razones es posible obtener excelentes ganancias de peso al avanzar la edad del animal. Por ejemplo, Ruiz (1980) informó de ganancias de 686 a 753 g/día en terneras de 6 a 12 meses de edad, las que se habían iniciado en el pastoreo a los 3,5 meses de edad (Cuadro 12). Un desarrollo así permitiría el empadre de estos animales a los 12 a 14 meses de edad, demostrándose que en el trópico húmedo es factible establecer un sistema de crianza de terneras sin grandes limitaciones bioeconómicas.

El sistema CATIE, en Costa Rica

Características generales. El sistema de alimentación de terneras desarrollado por el CATIE involucra en resumen los siguientes aspectos:

Cuadro 12. Consumos y costos de alimentación de terneras en la fase de 100 a 200 kg de peso vivo en pastoreo desde los 3 1/2 meses de edad, en el trópico húmedo.

	HORAS PASTOREO				
	6	8	10	12	
Ganancia diaria, g	753	727	686	698	
MS total consumida por cada 100 kg de peso vivo	3,68	3,54	3,43	3,20	
Días para ir de 100 a 200 kg	136	140	150	151	
Costo de alimentación (en US\$)	A) Costo debido al concentrado*	29,6	27,2	27,0	18,0
	B) Costo debido al pasto	9,7	11,6	11,9	17,3
	C) Costo total	39,2	38,8	38,9	36,0

* El concentrado fue consumido a razón de 2,8; 2,02; 1,89 y 1,21 kg MS/100 kg PV/día para los tratamientos de 6, 8, 10 y 12 horas de pastoreo diario. La composición del concentrado fue: melaza 56 por ciento, torta de algodón 21,5 por ciento, maíz 18,5 por ciento, harina de hueso 2 por ciento, sal 2 por ciento.

Fuente: Ruiz, 1980.

- a) El uso del pasto tan pronto es posible con seguridad para el animal;
- b) El control estricto de la salud, y
- c) El uso de subproductos como suplementos alimenticios para el animal.

Como consecuencia se ha estimado que el costo de crianza hasta el momento de inseminación no supera los US\$100,00. Además, en vez de usar 600 litros de leche, como se hacía antes en el CATIE, y como lo hacen muchos productores, ahora se usan 180 litros. Es decir, en la actualidad por cada ternera criada se están vendiendo 420 litros más de leche en comparación con el plan usado anteriormente.

Finalmente, la adaptación precoz del animal al pastoreo y un control nutricional y sanitario adecuado han permitido un desarrollo continuo del animal y el ahorro consecuente de un año de alimentación. Con este sistema las vaquillas pueden parir a los dos años en lugar de a los tres o más años de edad.

Etapas:

1. Del nacimiento al 5° día de edad
Si las vacas no presentan problema en el ordeño por causa de la ausencia del ternero, es preferible dejar al recién nacido con la madre durante tres o cuatro días. Durante este período el ternero obtendrá el calostro directamente de la madre.

Si el tipo de vaca no permite la práctica anterior, por efectos negativos al separarla totalmente del ternero durante el ordeño, entonces se hace necesario quitar al ternero el mismo día del nacimiento. La crianza se hace en una becerrera donde se ofrece el calostro durante los primeros tres o cinco días de vida. Es extremadamente importante que el calostro se ofrezca lo más pronto posible. La cantidad de calostro a dar debe ser de 8 a 10 por ciento del peso del animal/día, dividido en dos alimentaciones, a temperatura de 36 a 38°C.

2. Del 5° día de edad hasta los dos meses.

Durante este período, la alimentación consiste en leche entera, a razón de 3,5 l/ternera/día, en dos tomas, un concentrado a discreción y pasto. El concentrado no incluye ingredientes de origen lácteo. En el Cuadro 13 se presentan cuatro ejemplos de raciones que se pueden usar en esta etapa.

Cuadro 13. Ejemplos de sustitutos de leche para terneras.

INGREDIENTES	RACIONES*			
	A	B	C	D
Maíz	19	30	43	43
Harina de soya	10	—	—	—
Harina de pescado	20	20	20	—
Torta de algodón	20	—	—	—
Harina de carne	—	25	22	42
Melaza	12	12	12	12
Sebo	15	10	—	—
Sal	1	1	1	1
Harina de hueso	1	—	—	—
Nuvmix	2	2	2	2

* %PC = 25

La decisión sobre cuál de estos sustitutos se empleará dependerá de la economía y facilidad de su preparación. En el caso de los sustitutos A y B el uso del sebo puede ser engorroso dado que éste debe ser fundido para añadirlo a la mezcla. Además, se tiene que añadir un antioxidante si la mezcla se hace para períodos de una semana o más. Por otro lado, el uso de sebo puede significar una gran economía, dado que éste contiene cerca de tres veces más energía que cualquier grano.

Si la decisión es emplear sebo, la proporción de éste sustituto no debe exceder el 15 por ciento ni ser menor del 10 por ciento de la ración. Entre estos dos niveles se consigue una máxima eficiencia en la utilización del sustituto y una ganancia de peso aceptable. Si se usa una ración con sebo, el nivel de calcio no debe sobrepasar el 10 por ciento de la ración, por la alta proporción de formación de jabones insolubles en el tracto digestivo. Nótese que al usar harina de carne y hueso, al 42 por ciento, no hay necesidad de añadir harina de hueso.

Al comienzo, en la primera semana de vida del ternero, el animal no consumirá el sustituto, si éste se suministra seco. Sin embargo, gradualmente el animal lo consumirá y para la tercera semana de edad el consumo será ya de 0,5 kg/día.

A la primera o segunda semana de edad, el ternero se saca a pastorear 8 a 10 horas diarias; por ejemplo: de 8:00 a.m. a 4:00 p.m. Luego se regresa el animal a la becarrera a que consuma leche y sustituto, este último en cantidades libres.

El pastoreo debe ser en potreros de buen pasto y para uso exclusivo de los terneros. Dada la alta selectividad que tienen los terneros en pastoreo, la rotación debe ser cada dos días. El período de descanso depende de la carga, del pasto y de la época del año. En pasto Estrella, bajo condiciones de Turrialba, el período de descanso ha sido de 18 días. Para Pangola o Transvala, se ha usado 21 días, aunque no han habido diferencias notables entre 21 y 42 días de descanso en el caso de Pangola. La carga para terneros de cuatro semanas hasta 12 semanas de edad ha sido de 60 animales/ha.

Obviamente, la sanidad es crítica en el período en que comienza el pastoreo. Además de buscar economía en la alimentación, mediante el pastoreo a edad precoz, también se desea desarrollar inmunidad en los animales en forma rápida y eficiente. La experiencia indica que mientras más joven sea el ternero en su iniciación al pastoreo, más adaptable y resistente es a las condiciones y enfermedades propias de este período.

El control de garrapatas y el control del gusano del pulmón son los dos objetivos principales en el manejo sanitario. El control de garrapatas no es estricto; se permite, a propósito, cierto grado de infestación para que el animal se exponga al anaplasma y al piroplasma. El control se realiza cada 15 a 28 días, dependiendo del estado del animal. Este control se hace mediante baños con Asuntol y Neguvon alternadamente: también habrá necesidad de aplicar los vermífugos Ripercol (Cyanamid) y Certuna (Bayer)* en forma alternada cada 21 a 30 días, para controlar parásitos gastrointestinales y pulmonares, respectivamente.

Un programa sanitario que está en vías de incorporación al Sistema CATIE se puede resumir así:

- a) Hacer la prueba "Sloss" al 20 por ciento de los animales una vez al mes, para establecer el número de huevos de helmintos y gastrointestinales por gramo de materia fecal (HPG).
- b) Hacer la prueba "Baerman" una vez al mes al 20 por ciento de las terneras, para establecer la presencia de larvas de dictyocaulus.
- c) Hacer la prueba de hematocrito una vez al mes al 20 por ciento de las terneras.
- d) Pesar los animales una vez al mes.
- e) Aceptando que las ganancias de peso están dentro de los límites normales y que los valores de hematocrito son normales, se harán evaluaciones de las infestaciones de parásitos encontrados según los resultados de la prueba de Sloss. Tentativamente, se podrían aceptar "cargas tolerables de parásitos" cuando los recuentos totales estén entre 200 y 400 huevos por gramo de materia fecal (HPG = 300 ± 100). Cuando el HPG sobrepase los 400 sería necesario ver si se necesita un tratamiento antiparasitario.
Es de anotar que cuando se trate de coccidios, los síntomas clínicos y los recuentos de ooquistes en la materia fecal (técnica de Sloss) podrían indicar la necesidad de tratamiento específico.
- f) Cuando uno de los animales del grupo resulte positivo a dictyocaulus según la técnica de Baerman, todos los animales en cría deben ser tratados con un producto que sea selectivo contra dictyocaulus, como el Certuna (Bayer).
- g) La vacuna contra Brucelosis se debe aplicar a los cuatro meses de edad, solamente a las hembras.
- h) La vacuna contra Carbón sintomático (vacuna triple) debe ser aplicada a los tres meses de edad, reptiéndola a los nueve meses.
- i) La vacuna contra carbón bacteridiano, causado por *Bacillus anthracis*, se debe aplicar a los seis meses y repetirla cada año.

* La indicación de productos comerciales no significa aval del autor o de la institución (nota del editor).

- j) Las medidas sanitarias para prevenir las enteritis y neumonía de los recién nacidos deben ser aplicadas cuidadosamente.

En esta etapa la ganancia de peso de los terneros debe ser de alrededor de 400 g/día, según han observado Ruiz *et al.*, (1973).

3. De los tres hasta los seis meses de edad.
Esta etapa comienza con un destete brusco, súbito, y se mantiene la ración de la etapa anterior por dos meses más. El pastoreo continúa con las indicaciones antes dadas, así como el programa sanitario. En esta etapa es necesario establecer un límite al consumo del concentrado, al dos por ciento del peso vivo, a fin de estimular el consumo de pasto, pero asegurando que el animal no pierda condición física por escaso consumo de concentrado. De acuerdo con experiencias en fincas de la Florida, Estados Unidos, se prefiere que existan dos unidades de cría de becerros, muy separadas una de otra, con el propósito de establecer una rotación semestral de los potreros y becerrerías y romper así los ciclos de los parásitos. Al cuarto mes de edad la ración se puede cambiar a una más barata; un ejemplo se presenta en el Cuadro 14.

Cuadro 14. Suplemento para terneras de 4 a 6 meses en pastoreo.

INGREDIENTES	% (al natural)
Harina de algodón	28
Maíz molido	10
Harina de pescado	11
Sebo	17
Melaza	30
Sal	22
Harina de hueso	2

Contiene 100% NDT y 20% P.C.

Ruiz *et al.*, (1973) con base en observaciones de tres años informan que en la etapa de 4 a 6 meses de edad los terneros ganan 80 g/día.

4. De los siete meses hasta el año de edad.
Nuevamente se realiza un cambio en la ración a fin de abaratar la alimentación total. Una ración adecuada es la que se describe en el Cuadro 15.

En este período las terneras se han adaptado totalmente al pastoreo y, aunque permanecen susceptibles al gusano de pulmón, ya se manifiesta cierto crecimiento compensatorio. Esto se observa en el Cuadro 16 que se deriva del Cuadro 12.

Recientemente se ha venido empleando una ración más barata que incluye urea. Los componentes son: melaza (65%), maíz (22%), carnarina (9%), sal (1%), harina de hueso (1%) y urea (2%). Sin embargo, las ganancias de peso son de 550 a 600 g/día, ligeramente menor que las logradas con la ración del Cuadro 15. Otra ración, mucho más sencilla, consiste de melaza con tres por ciento de urea, limitándose a 2 kg/animal/día.

Cuadro 15. Suplemento para hembras de reemplazo entre 100 y 200 kg de peso (7 a 12 meses de edad).

Ingredientes	% (al natural)
Melaza	56,0
Torta de algodón	21,5
Maíz	18,5
Harina de hueso	2,0
Sal	2,0

Cuadro 16. Comportamiento de terneras lecheras en pastoreo desde los 100 a los 200 kg de peso vivo (7 a 12 meses de edad).

Horas de pastoreo/día	12
Ganancia de peso/día (en gramos)	700
Días para ir de 100 a 200 kg	150
Materia seca consumida por cada 100 kg de peso vivo/día	
a) Pasto	1,3
b) Suplemento	1,9

Fuente: Ruiz *et al.*, 1973.

Obviamente, con la velocidad de desarrollo en estos seis meses, las novillas llegarán a un peso de 220 kg al año de edad. Para razas como la Jersey, el Criollo y los cruces de Ayrshire y Rojo Danés, este peso es adecuado para comenzar la inseminación. En pruebas realizadas en los tres años anteriores a 1982, novillas levantadas con esta secuencia de alimentación necesitaron 1,85 servicios por preñez, lo cual no es significativamente diferente del promedio para el hato lechero (200 vacas) de la Estación Experimental del CATIE.

Hasta este punto se ha descrito la alimentación, el cuidado sanitario y el manejo de la ternera hasta el año de edad. En resumen, el programa alimentario y de manejo se presenta en la Figura 4.

5. Un año hasta edad para primera gestación.

En este período la suplementación continúa, dado que el animal aún se está desarrollando y, además, hay formación de feto. Sin embargo, la suplementación es simple y limitada a 2 kg/cabeza/día. Una posibilidad es usar el suplemento indicado en la Figura 4 (melaza y urea) o una mezcla de melaza (72%), urea (4%), maíz (22%), sal y hueso; este último suplemento es indudablemente superior al de melaza/urea.

El sistema INCAP en Guatemala

El sistema que se describe a continuación fue desarrollado por el instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) en Guatemala, con el propósito

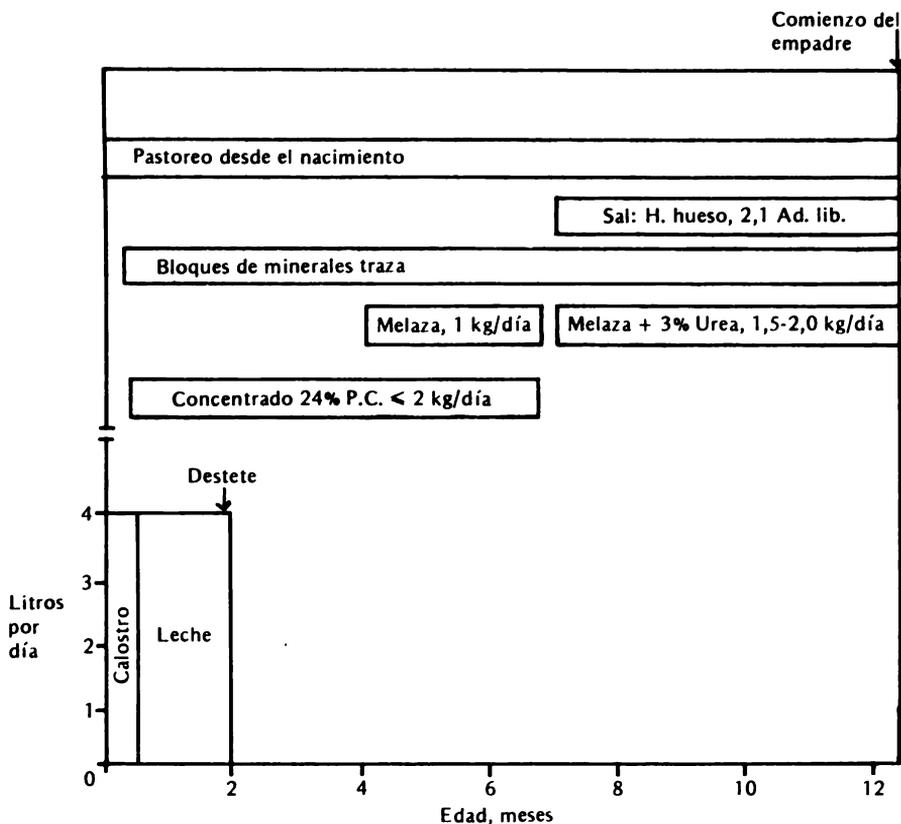


Figura 4. Esquema del sistema de alimentación de terneras usado en el CATIE (Ruiz *et al.*, 1980).

de criar terneros machos de lechería, los que usualmente se sacrifican o venden debido a que el costo de cría generalmente no es rentable. Sin embargo, los resultados han sido tan satisfactorios que bien se puede aplicar a la cría de terneras. La descripción siguiente se basa en el trabajo de Cabezas y Sahlí (1976).

1. Generalidades de manejo.

Los terneros se separan de sus madres y se alojan en corrales individuales e higiénicos, portátiles o instalados dentro de un establo techado y provisto de suficiente ventilación. En este último caso los terneros son trasladados diariamente a un corral abierto para que reciban sol y hagan ejercicio.

Después de destetar los terneros a los dos meses de edad, se les traslada a corrales abiertos provistos de un área techada, con piso de cemento y comederos comunes, con capacidad para un máximo de 15 animales, donde cada animal dispone de un área mínima de cuatro metros cuadrados. Es esencial que los animales se agrupen de acuerdo a su edad, para constituir así lotes homogéneos con el fin de que los animales más agresivos no consuman todo el concentrado, dado que éste se suministra para raciones individuales. Durante esta etapa se mantiene vigente una higiene estricta y un programa completo de control de parásitos y enfermedades, especialmente durante las

primeras semanas de vida del ternero, cuando éste es tan susceptible a las infecciones digestivas y respiratorias. Los animales tienen acceso libre todo el tiempo a una mezcla de sal mineralizada y reciben cantidades suficientes de agua. Además, cada mes se les administran dosis intramusculares de 1 000 000, 150 000 y 100 Unidades Internacionales de las vitaminas A, D, y E, respectivamente.

2. Del nacimiento hasta los cuatro meses de edad.

El programa de alimentación de INCAP se presenta en el Cuadro 17.

Cuadro 17. Alimentación diaria de los terneros hasta los cuatro meses de edad. (Programa de INCAP).

Edad en semanas	Leche entera (l) (2 porciones)*	Iniciador 1 (g) (2 porciones)**	Iniciador 2 16% Prot.	Heno
1	2		A voluntad	
2	3			
3	3	144		
4	3	144		
5	2	144		
6	2	144		
7	2	144		
8	1	144		
Destete	↓		Hasta un máximo de 3 kg	A voluntad

* Después de los primeros cinco días de edad.

** Diluido en la proporción de 144 g/litro de agua. Se administra mezclado con la leche.

Fuente: Cabezas y Sahli, 1976.

Con el fin de reducir al máximo el consumo de leche, se suministran a los animales pequeñas cantidades de este alimento, independientemente de su peso individual. Además, a partir de la tercera semana, parte de la leche es sustituida por el concentrado llamado iniciador 1, cuya fórmula se describe en el Cuadro 18.

El iniciador 1 contiene alrededor de 27 por ciento de proteína cruda y siete por ciento de fibra cruda y se administra mezclado con la leche. Para esto, antes se muele finamente tamizándolo a un grueso de 60 mallas y después se diluye en agua a razón de 144 g por litro de leche. Si no se desea o no se puede utilizar este concentrado, se puede sustituir con una cantidad equivalente de leche. El alimento líquido se suministra en dos porciones iguales al día, una por la mañana (8:00 a.m.) y la otra por la tarde (4:00 p.m.).

Desde la primera semana se ofrece en comederos individuales el iniciador 2, que es un concentrado de menor calidad y de una textura más tosca que la del

iniciador 1, cuya composición se muestra en el Cuadro 18. Este concentrado se proporciona *ad libitum* hasta el destete. Posteriormente y hasta los cuatro meses, su consumo se limita a un máximo de 3,0 kg/día. Al mismo tiempo, a partir del destete, se suministra *ad libitum* heno de gramíneas o cualquier otro forraje seco de buena calidad, que contenga por lo menos 5 por ciento de proteína cruda y 50 por ciento de nutrientes digestibles totales (NTD).

En el Cuadro 19 se muestran los resultados obtenidos con terneros machos Holstein. Con los datos de este Cuadro se hicieron análisis económicos que indicaron que el costo por kg de aumento de peso del ternero fue de US\$0,64.

El sistema no va más allá de los cuatro meses de edad del ternero, pudiendo adoptarse las etapas correspondientes del sistema CATIE.

Cuadro 18. Composición de los concentrados iniciadores para terneros según el programa del INCAP. (Expresada en g/100 g).

	Iniciador 1	Iniciador 2
Harina de algodón*	50,0	26,0
Granillo de trigo	35,2	—
Afrecho de trigo		25,2
Melaza de caña		16,0
Heno molido		28,0
Hueso molido	2,1	2,1
Carbonato de calcio	1,5	1,5
Sal	0,5	0,5
Elementos menores + vitaminas	0,2	0,2
Aurofac 10	0,5	0,5
Total	100,0	100,0

* Obtenida mediante el proceso de pre-prensa solvente.

Fuente: Cabezas y Sahli, 1976.

El sistema ~~CEDA~~^{CDG} en El Salvador

El sistema desarrollado por el Centro de Desarrollo Agropecuario (ahora Centro de Desarrollo Ganadero, CDG) de El Salvador, comparte con el sistema del INCAP las mismas generalidades de manejo. El destete se hace a las ocho semanas y en el lapso predestete se usa leche entera al comienzo y leche descremada en las postrimerías del período predestete. El programa de alimentación se describe en el Cuadro 20.

Como se esquematiza en el Cuadro antes indicado, la leche entera se suministra hasta la cuarta semana y luego se reemplaza por leche descremada hasta que se completan los dos meses de edad. Simultáneamente se ofrece un concentrado *ad libitum* con un contenido del 18 por ciento de proteína. La bondad del sistema se aprecia al comparar las ganancias de peso de terneras Jersey y Holstein con los patrones del NRC (1971), indicado en la Figura 5.

Como se aprecia en la Figura 5, no se detectan diferencias con los estándares del NRC y se puede asegurar un desarrollo vigoroso de los animales. En el Cuadro 21 se muestran las cantidades de alimentos consumidos por terneras Holstein desde el quinto día de edad hasta los cuatro meses.

El costo de la alimentación, en el período en que consumen leche, es de US\$1,60/kg de aumento de peso. Este índice se reduce a US\$0,90 cuando dejan de tomar leche.

El sistema IDIAP en Panamá

Este procedimiento guarda semejanza con el del CATIE. Sin embargo, existen diferencias importantes como el uso de un sustituto de leche basado en productos de origen lácteo (básicamente leche en polvo). El sistema se ha usado con éxito en la cría de terneras hijas de vacas Holstein x Cebú; esto explica por qué se busca una separación de la ternera a las 24 horas de haber nacido. No se tienen datos de comportamiento de los animales, por lo que sólo se muestra en forma escueta la secuencia del manejo alimentario (Cuadro 22) sin mayores comentarios.

Cuadro 19. Comportamiento de terneros Holstein (machos) hasta los cuatro meses de edad. (Programa del INCAP).

	Edad de los terneros (meses)*		
	0-2**	2-4	0-4
Peso inicial, kg	34,9	63,5	
Peso final, kg	63,5	98,2	
Aumento de peso, kg			
Total	28,6	34,7	63,4
Por día	0,5	0,6	0,54
Consumo de alimento, kg			
Total			
Leche entera	126,0		126,0
Iniciador 1	6,0		6,0
Iniciador 2	81,6	150,0	231,5
Heno		68,0	68,0
Por día			
Leche entera			1,0
Iniciador 1	0,1		0,05
Iniciador 2	1,1	2,5	2,0
Heno		1,1	0,6
Conversión alimenticia***	3,6	5,9	5,1

* Después de los primeros 5 días de edad.

** Destete fue a los 2 meses.

*** Conversión alimenticia = $\frac{\text{kg de alimento seco}}{\text{kg de aumento de peso}}$

Fuente: Cabezas y Sahli, 1976.

Cuadro 20. Alimentación diaria de los terneros hasta los cuatro meses de edad (Programa del CEDA).

Edad en semanas*	Leche entera (2 porciones)	Leche descremada (2 porciones)	Iniciador comercial 18% Prot.	Heno
1	10% del peso		A voluntad	A voluntad
2				
3				
4				
5		10% del peso		
6				
7				
8			Hasta un máximo de 2,3 kg	
Destete				
17				
Cantidad total, kg	136	159	191	93

* Después de los primeros cinco días de edad.

Fuente: Cabezas y Sahli, 1976

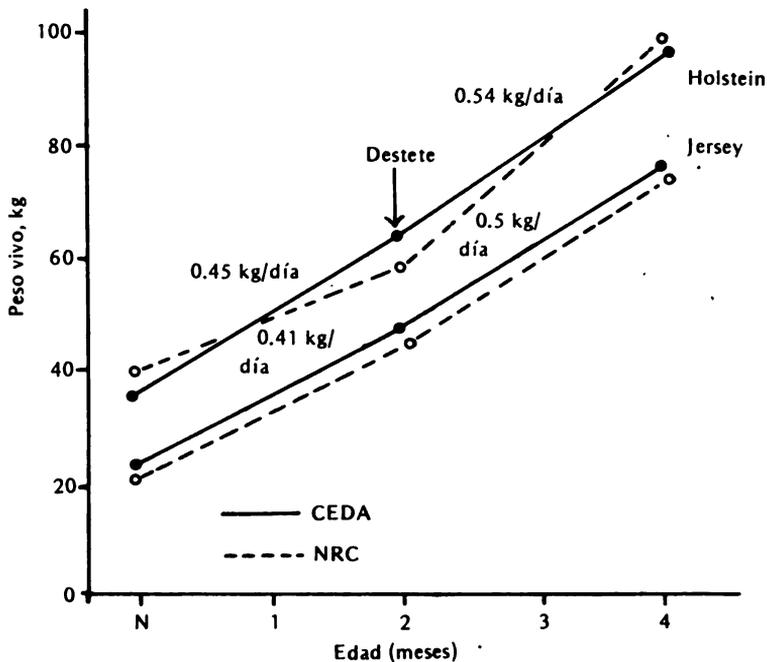


Figura 5. Crecimiento de terneras Holstein y Jersey, según el sistema CEDA (Cabezas y Sahli, 1976).

Cuadro 21. Comportamiento de terneras Holstein hasta los cuatro meses de edad (Programa del CEDA).*

	Edad de los terneros en meses		
	0-2**	2-4	0-4
Peso inicial, kg	36,0	63,0	36,0
Peso final, kg	63,0	96,0	96,0
Aumento de peso, kg			
Total	27,0	33,0	60,0
Por día	0,4	0,5	0,5
Consumo de alimento, kg			
Leche entera	136,0	—	136,0
Leche descremada	159,0	—	159,0
Iniciador comercial	54,0	136,0	190,0
Heno	11,0	82,0	93,0
Por día			
Leche entera	4,5	—	1,1
Leche descremada	5,3	—	1,3
Iniciador comercial	0,9	2,3	1,6
Heno	0,2	1,4	0,8
Conversión alimenticia***	3,6	6,6	5,3

* Después de los primeros 5 días de edad.

** Destete

*** Conversión alimenticia = $\frac{\text{kg de alimento seco}}{\text{kg de aumento de peso}}$

Fuente: Cabezas y Sahlí (1976).

Cuadro 22. Sistema IDIAP para la cría de terneras de reemplazo de lechería.

1. Separación de la madre: 24 horas de edad.
2. 0-5 días; calostro *ad libitum* hasta un máximo de 5,6 litros sin que cause disturbios digestivos.
3. 6-20 días: leche entera: 4,0 l/día en dos tomas.
4. 8° día: inicio de alimentación con concentrado sin que este exceda 1,4 kg/día. También se inicia el pastoreo en potreros de buena calidad.
5. 21-28 días: adaptación al sustituto de leche a base de productos lácteos de la siguiente forma:
2/3 leche + 1/3 sustituto (3 días)
1/3 leche + 2/3 sustituto (4 días)

NOTA: Nunca se han presentado problemas con la adaptación en una sola semana.

6. 29-70 días: sustituto de leche: 2,0 l/toma; se suspende bruscamente en el 70avo día.
Concentrado y pastoreo todo el tiempo.
 7. 71-150 días: alimentación con concentrado y pastoreo.
 8. 151-158 días: adaptación a la mel-urea – secuencia: 50% conc. + 50% mel-urea (+ 10% de harina de pescado); por 6 días luego, 0% conc. + 100% mel-urea.
Consumo de suplemento a esa edad: 1,4 kg animal/día.
 9. 159 días → empadre: pastoreo + mel-urea reforzada con 10% de harina de pescado sin exceder 2 kg/animal/día.
-

Fuente: Jorge Gómez, 1979 (Comunicación personal).

HACIA UN SISTEMA MAS APROPIADO PARA EL TROPICO LATINO-AMERICANO

Al comienzo de este documento se hizo notar que existen dos sistemas generales de crianza de terneros. Hasta este punto, se ha presentado suficiente información que deja en claro que dentro del sistema artificial se encuentra una variedad de procedimientos. De igual forma se ilustrarán más adelante las variaciones que existen dentro del sistema de crianza natural.

Muchos han ensalzado las virtudes de la crianza natural en relación con la artificial. Una de las ventajas que se le asignan es la alta ganancia de peso del ternero. Por otro lado, se afirma que la crianza natural no permite alcanzar niveles comparables de producción de leche vendible a los de las vacas cuyos terneros se crían artificialmente. Otros aspectos de relevancia es que el productor no necesita mucha tecnología cuando el ternero se cría en forma natural. En contraste, la cría artificial usualmente enfrenta tasas importantes de mortalidad. ¿Cómo combinar las ventajas de uno con las del otro sistema? Este es un interrogante que debe conducir a hallazgos que permitan al productor la seguridad de la cría natural y la eficiencia de la cría artificial.

Ha sido precisamente con el planteamiento anterior que Vargas (1980) efectuó un trabajo novedoso que permite ver que, en realidad, el sistema de doble propósito y el de lechería especializada no son sino extremos de un abanico de sistemas de producción de leche. Es decir, entre estos dos extremos se pueden entrever otros sistemas que por períodos de duración variable funcionan

como doble propósito y, por diferencia, como lecherías especializadas. Específicamente, Vargas "creó" los siguientes sistemas con el objetivo de estudiar sus efectos sobre el desarrollo del ternero y el desempeño de la vaca (Cuadro 23).

Cuadro 23. Descripción de cinco estratos de sistemas de producción lechera con referencia a la crianza del ternero.

Sistema	Días de calostro	Edad de destete (separación) (días)	Amamantamiento (consumo de leche) (días)
1. Lechería Esp.	5	5	0
2.	5	12	7
3.	5	26	21
4.	5	75	70
5. Doble propósito	5	145	140

Fuente: Vargas, 1980.

El amamantamiento se hizo dejando un cuarto de la ubre sin ordeñar en la mañana, permitiéndose el amamantamiento sólo en la mañana y por una hora; en la tarde las vacas se ordeñaron completamente.

Cuando los terneros se destetaban, éstos pasaban a un sistema de cría artificial. En el caso de terneros que no habían consumido un mínimo de 180 litros se les seguía dando leche en chupón hasta completar esa cantidad. Esta medida se aplicó entonces a los de los grupos 1, 2 y 3 (ver Cuadro 23). Los terneros pastorearon. El sistema se describe esquemáticamente en el Cuadro 24.

Cuadro 24. Alimentación láctea de terneras en diversos sistemas de crianza.

Sistema	Consumo de leche
1. Lechería especializada	Cero días de amamantamiento. La leche se da en balde, dos tomas/día, a razón de 4 kg/día, hasta completar 180 kg de leche/ternero.
2. Lechería especializada	Siete días de amamantamiento, después de lo cual se dan 4 kg leche/día, en balde, hasta completar un consumo de 180 kg de leche en total (amamantamiento + balde).
3. Lechería especializada	Ventiún días de amamantamiento después del cual se da leche en balde, a razón de 4 kg/día, hasta completar un consumo de 180 kg en total.
4. Lechería especializada	Setenta días de amamantamiento. No se da leche en balde.
5. Doble propósito	Ciento Cuarenta días de amamantamiento. No se da leche en balde.

Los datos obtenidos comprenden un período de 145 días que equivale a la edad de los terneros que se destetaron en el sistema de doble propósito. En este lapso ocurrieron los siguientes eventos (Cuadro 25).

Cuadro 25. Comportamiento del ternero y su madre en diversos sistemas de producción lechera (ver Cuadro 23 para explicación).

Sistema	Incidencia de mastitis,%		Leche vendible	Cambios de peso	
	Período amamantamiento	Después amamantamiento	kg/vaca	vaca kg	ternero kg/día
1. Leche esp.	—	6,3	1 068	25,4	0,737
2.	5,0	20,0	1 048	8,0	0,677
3.	0,0	8,2	1 030	— 0,8	0,715
4.	5,0	23,5	1 096	— 9,9	0,744
5. Doble prop.	3,3	—	815	— 15,6	0,788

Fuente: Vargas, 1980.

Los datos del Cuadro 25 involucran 25 vacas. Los resultados indican que aparentemente la producción de leche vendible no se ve afectada por el amamantamiento de hasta 70 días; sin embargo, la razón es la incidencia de mastitis. Sería preferible un período de amamantamiento de 21 días, más los cinco de calostro. Es evidente que cuando el ternero está con la madre la incidencia de mastitis es sumamente baja. El tercer punto sobresaliente es la ganancia de peso del ternero, la que fue extraordinariamente alta para cada uno de los sistemas. Debe anotarse que para este trabajo se usaron instalaciones nuevas y se sospecha que la ausencia de focos de infección (presentes en becerrerías en uso continuo), más la aplicación de un plan sanitario estricto, fueron causas adicionales a la alimentación que permitieron alcanzar tales ganancias de peso.

Con base en lo anterior se abre la posibilidad de llegar a desarrollar un sistema de crianza de terneros que combine el amamantamiento restringido con prácticas derivadas de la crianza artificial.

ALIMENTACION DE TERNERAS EN CRIA NATURAL

Generalidades

Separar el ternero de su madre a los pocos días de nacido y proceder a criarlo en forma artificial, es una práctica muy difundida en las fincas que se especializan en producción de leche. Esto resulta de una tendencia generalizada de querer imitar las tecnologías que se aplican en países desarrollados, con base en la creencia de que las prácticas desarrolladas para esos países son adaptables a las condiciones tropicales.

El uso de la crianza artificial de terneros en países desarrollados ha sido estimulada por el afán de utilizar excedentes de granos y cereales y por la amplia disponibilidad de subproductos y derivados lácteos obtenidos de los excedentes de leche en ciertas épocas del año. Todo esto ha permitido la fabricación de

sustitutos de la leche con los cuales es factible criar artificialmente terneros en forma muy eficiente, no sólo desde el punto de vista biológico, sino también económico.

La situación de los países en vías de desarrollo es muy diferente a la anteriormente señalada, encontrándose que prácticamente no se cuenta con materia prima adecuada para la fabricación de estos sustitutos. Así por ejemplo, la producción de leche de esos países está lejos de cubrir la demanda de su población, y destinar granos y cereales a la alimentación de terneros equivaldría a competir con lo necesario para la alimentación humana.

Por otro lado, el uso de razas europeas puras en la producción intensiva de leche se ha visto seriamente limitado, no sólo por la poca habilidad de adaptación de estos animales a las condiciones de clima y enfermedades típicas del trópico, sino también por el tipo o nivel de alimentación que requieren para comportarse en forma adecuada. Lo anterior supone entonces la necesidad de utilizar animales que, aunque con menor potencial genético que el de las razas europeas especializadas, tengan una mayor capacidad de adaptación a las condiciones tropicales. Esto se logra fácilmente a través del uso de animales cruzados.

El uso de animales cruzados para la producción intensiva de leche no ha resultado muy atractivo cuando el ternero se cría en forma artificial. Ordeñar vacas criollas o cebuinas sin sus terneros ha ocasionado problemas tanto en la "bajada de la leche", como en la duración de la lactancia; lo cual ha redundado en producciones muy bajas de leche.

Si a todo lo anterior se le agrega el alto nivel tecnológico y de inversiones requeridas para llevar exitosamente a cabo la cría artificial, es clara la necesidad de buscar alternativas más viables para la crianza de terneros en condiciones tropicales. Entre estas alternativas destaca la crianza natural.

Crianza natural: definición

Considerando como crianza natural aquellas situaciones en que se permite al ternero obtener su leche directamente de la ubre de la vaca, la crianza de terneros realizada en los sistemas de doble propósito, el amamantamiento restringido y el uso de vacas nodrizas serían alternativas típicas de la crianza natural. La crianza de terneros en sistemas de doble propósito se podría definir como aquella en que el ternero tiene acceso a su madre durante varias horas al día (generalmente entre 4 y 6), encontrándose ambos en el potrero. Como amamantamiento restringido se entiende aquella situación en que el ternero tiene acceso a su madre una o dos veces al día, durante un período corto de tiempo (30 a 60 minutos después del ordeño), encontrándose ambos en el corral. Finalmente, al hablar de crianza con nodrizas se hace referencia al uso de vacas que crían dos o más terneros, amamantándolos directamente bajo condiciones de pastoreo.

Sobre las dos primeras formas de crianza natural se centra la discusión del presente escrito.

Doble propósito como sistema de producción

El uso del sistema de doble propósito no es desconocido por el productor; mediante el estudio de 550 fincas en Centroamérica se logró determinar que aproximadamente un 75 por ciento de ellas se dedican al doble propósito. Cabe hacer notar que en ese mismo estudio se encontró que el doble propósito en estas fincas no está definido por la raza del animal, sino por el manejo que se da al mismo, encontrándose casos en que vacas de raza lechera están siendo ordeñadas una vez al día y crían su propio ternero. ej

Con base en lo anterior se puede considerar como doble propósito aquel sistema de producción en que se produce leche (por medio de un ordeño diario)

y carne (mediante la cría hasta el destete de todos los animales nacidos) con el mismo animal e independientemente de la raza.

Ventajas y desventajas del doble propósito. A continuación se discutirán brevemente algunas de las ventajas y desventajas del sistema de doble propósito en relación con la lechería especializada. Entre las ventajas de este sistema de producción se pueden mencionar las siguientes:

- a) Una de las posibles explicaciones a la popularidad del doble propósito entre los productores, especialmente aquellos de limitados recursos, es el hecho de que este sistema les permite minimizar riesgos. Esto como consecuencia de una mayor flexibilidad en la orientación de la finca ante precios cambiantes en el mercado.
- b) El tipo de animal usado es fácil de conseguir. Un animal con potencial genético adecuado para el doble propósito puede ser obtenido mediante el cruzamiento del ganado de la zona con razas lecheras.
- c) El hecho de utilizar animales cruzados supone una ventaja económica, pues el precio de este tipo de animal es usualmente menor que el precio de los animales puros.
- d) Asociado también con el uso de animales cruzados, el doble propósito presenta la ventaja de poder tolerar manejos más rústicos, como sería el uso exclusivo del pasto, menor control de parásitos e inclusive el uso de pastos naturales bajo pastoreo continuo.
- e) La cría de reemplazos no presenta ningún problema para el productor, puesto que el ternero recibe leche de calidad y en cantidades adecuadas, y dado que el ternero se cría en pastoreo desde que nace, no tiene que enfrentar los problemas asociados con la salida a potreros por primera vez.
- f) Finalmente, se puede mencionar que la incidencia de mastitis es muy baja en estos sistemas, como consecuencia de la excelente evacuación de la ubre que realiza el ternero.

Como desventajas de este sistema de producción se pueden citar las siguientes:

- a) La cantidad de leche destinada a la crianza del ternero es mayor que la utilizada en la crianza natural, lo que incide en un menor ingreso para el ganadero.
- b) La cría del ternero macho no siempre es económicamente rentable; sin embargo, es difícil que el ganadero se desligue de esta práctica pues muchas veces el tipo de animal utilizado requiere de la presencia del ternero para "bajar la leche".
- c) La muerte de una cría puede significar la pérdida total o parcial de la lactancia, como consecuencia de que las vacas tienden a secar precozmente, o por problemas de mastitis.
- d) Los requisitos de mano de obra a la hora de hacer el ordeño tienden a ser mayores, como resultado de un mayor manejo de los terneros. Esto podría ser una seria limitante en zonas donde la mano de obra es escasa.
- e) Una desventaja muy seria es la menor eficiencia reproductiva del ganado de doble propósito, indicada por el largo intervalo entre partos. La razón de este comportamiento no está claramente dilucidada, argumentándose dos razones para ello: la primera relacionada con la composición genética de los animales, que incluye raza cebuinas y criollas, las cuales no se caracterizan por una alta tasa reproductiva; y la segunda, asociada con el efecto negativo que puede tener la presencia del ternero con la vaca durante períodos largos, evitando así la presentación del celo. ?

Comportamiento del animal en los sistemas de doble propósito. Dado que durante mucho tiempo los organismos de investigación y extensión han estado

enfaticando la especialización en las explotaciones ganaderas, son pocos los trabajos que se han realizado tendientes a mejorar la productividad de este tipo de sistemas de doble propósito. A pesar de ello, existen algunos hatos experimentales, con los cuales ha sido posible generar una serie de índices biológicos que dan una idea del potencial productivo de estos sistemas (Cuadro 26).

Cuadro 26. Indicadores zootécnicos de algunos hatos de doble propósito.

	CR*	Rep. Dom.**	México***
Producción de leche, kg			
Total		2 197	—
Ordeñada	1 470	1 742	1 220
Ternero		455,0	
Diaria	5,0	7,4	4,2
Días en lactancia	295,0	295,0	280,0
Peso ternero al nacer, kg	30,0	37,0	—
Ganancia al destete, g/día	465,0	579,0	—
Peso ternero al destete, kg	162,0	156,0	162,0
Edad al destete, meses	9,4	8,0	10,5
Intervalo entre partos, meses	14,0	12,5	14,5

* Ruiz, *et al.*, 1981.

** Fernández, *et al.*, 1977.

*** T.R. Preston, 1979 (comunicación personal).

Según los datos del Cuadro anterior, es posible esperar producciones de leche por lactancia en un rango de 1 200 a 1 700 kg. Estos valores, sin embargo, están lejos de representar el potencial productivo de los animales pues no consideran la leche que el ternero está obteniendo de la vaca. Si a la leche obtenida mediante ordeño se le adiciona la obtenida por el ternero, es posible esperar producciones totales cercanas a los 2 000 kg por lactancia. La duración de la lactancia (280 a 295 días) es adecuada y de manera general se podría esperar una producción de aproximadamente 5 kg diarios de leche vendible. Una ganancia de peso al destete cercana a los 500 g diarios se considera buena, y muy competitiva con lo que podría esperarse de una crianza artificial bajo condiciones comerciales. Como resultado de esta ganancia, el peso al destete de los terneros está entre 150 y 160 kg, valores muy similares a los obtenidos como promedio de destete en fincas especializadas en carne. De hecho, considerando que no es mucha la diferencia entre los pesos al destete obtenidos en doble propósito y aquellos obtenidos en fincas de carne, la leche adicional obtenida en las fincas de doble propósito hace que este tipo de explotación sea más rentable que la cría pura, pues los costos adicionales del ordeño son más que compensados por el ingreso adicional producto de la venta de leche.

La edad al destete de los terneros tiende a ser un poco tardía (más de ocho meses) y posiblemente sea resultado de un comportamiento reproductivo poco

eficiente. En teoría, el intervalo entre partos ideal debería estar alrededor de los 12 meses, lo cual significaría que las vacas paren todos los años. El intervalo entre partos de 14 o más meses obtenido en Costa Rica y México está lejos de ese intervalo ideal de 12 meses y como ya se ha mencionado, podría ser resultado de la composición genética de los animales o consecuencia de un efecto negativo del ternero en la presentación de celos. Aunque los argumentos anteriores no han podido ser claramente confirmados, el intervalo entre partos obtenido en República Dominicana (12,5) indicaría que existen posibilidades de mejorarlo.

De acuerdo con experiencias en Costa Rica (Cuadro 27), el bajo comportamiento reproductivo podría ser resultado de problemas en el manejo del ganado.

Cuadro 27. Efecto de la presencia del toro con las vacas sobre el comportamiento reproductivo de un hato de doble propósito en Costa Rica.

	Antes	Después
Intervalo parto-1er. celo, días	104	62
Intervalo parto-concepción, días	145	75
Intervalo entre partos, meses	16,2	12,7
Celos por concepción	1,1	1,3

Fuente: CATIE, Proyecto CATIE/CIID. (Datos sin publicar).

Los datos presentados en el Cuadro 27 corresponden a un período de observación de tres años (1977-1980). Al comienzo de este período se estuvo utilizando la inseminación artificial como medio para cargar las vacas (nov. 77-junio 79); sin embargo, dado que la observación de los celos en las novillas de reemplazo se hacía difícil, se decidió traer un toro para que estuviese permanentemente en la unidad (junio 79-dic. 80). Como se puede observar en los datos del cuadro citado, la presencia del toro en la unidad vino a mejorar todos los índices reproductivos y aunque en los datos se encuentran confundidos los efectos de año y posiblemente de selección, todo pareciera indicar que el toro vino a solucionar un problema de detección de celos. Estos resultados han sido parcialmente confirmados en México, donde la reproducción de un hato de doble propósito ha sido mejorada mediante el acoplamiento de la inseminación artificial y la monta natural.

Amamantamiento restringido como alternativa para mejorar la crianza tradicional de terneros.

La falta de recursos alimenticios que aseguren un comportamiento adecuado de las razas lecheras especializadas y la ausencia de una raza lechera tropical adaptada a las condiciones de este medio hacen imperativo recurrir al uso de animales cruzados para la producción de leche. Esta realidad no es desconocida por el productor, según se puede derivar de los datos presentados en el Cuadro 28.

Se puede observar claramente cómo la ganadería mixta, sinónimo de doble propósito, no sólo presenta la mayor proporción de los animales en Centroamérica (78%), sino también produce la mayor proporción de la carne y leche producida en el área (66 y 72%, respectivamente). Es bien conocido que el

animal normalmente utilizado en este tipo de explotaciones mixtas es el animal cruzado y con base en ello se puede decir que la mayor proporción de los animales utilizados para la producción de leche son también animales cruzados. Esta afirmación se sustenta con los datos del Cuadro 29.

Cuadro 28. Existencia y producción de leche y carne por tipo de hato en Centroamérica en 1970.

	ANIMALES		CARNE		LECHE	
	Miles	%	Miles	%	Miles	%
Mixtos	6 089	78	139	66	766	72
Leche	317	4	12	6	295	28
Carne	1 415	18	60	28		
Total	7 821		221		1 061	

Fuente: SIECA-GAFICA, 1974.

Cuadro 29. Comportamiento de vacas Cebú x Europeo ordeñadas sin ternero (datos de 3 años).

	Largo de lactancia	
	Mayor a 150 días	Menor a 150 días
No. vacas	185	124
Días en ordeño	305	34
Leche ordeñada, kg	1 571	103
Tomada por ternero, kg	360	369
Leche vendible, kg	1 211	-257
Intervalo entre partos, meses	15,8	15,2

Fuente: Alvarez, *et al.*, 1980.

Ordeñar vacas cruzadas en ausencia de su ternero ha resultado no sólo en problemas para lograr que la vaca baje la leche; sino también en el hecho de que una alta proporción tienden a secar en forma precoz, todo lo cual redundará en producciones muy bajas de leche.

En este caso un 40 por ciento de las vacas tuvieron lactancias menores a los 150 días, siendo el promedio de duración de 34 días. Como consecuencia de ello, estos animales ni siquiera llegaron a producir leche suficiente como para alimentar su propio ternero, presentando un déficit promedio de 257 kg.

Una conclusión a la que rápidamente se podría llegar, según los datos del Cuadro 29, estaría relacionada con la posibilidad de utilizar animales seleccionados con base en su capacidad de producir en ausencia del ternero. Sin embargo, el hecho de que un animal sea capaz de producir cantidades adecuadas de leche en ausencia del ternero durante una lactancia, no es garantía de que este comportamiento se vuelva a presentar en la lactancia subsiguiente. En el Cuadro 30 se presentan datos sobre el comportamiento de vacas, que una vez bajaron su leche en ausencia del ternero, y lo que sucedió en la lactancia subsiguiente. Claramente se nota la baja repetibilidad en el comportamiento de los animales. A pesar de que las vacas habían sido escogidas por haber dejado la leche en ausencia del ternero durante su lactancia anterior, solamente la mitad de ellas volvieron a manifestar este comportamiento en la lactancia siguiente, indicando así el poco valor práctico de realizar este tipo de selección.

Cuadro 30. Comportamiento de vacas que bajan la leche sin el ternero, ordeñadas con y sin apoyo en la lactancia siguiente.

	Previa	Siguiente	
	sin	sin	con
No. vacas	26	14	12
Secas antes 150 d, %	0	50	0
Días de lactancia	320	149	259
Leche ordeñada, kg	1 693	643	1 075
Tomada por ternero, kg	360	360*	518**
Vendible, kg	1 333	299	1 075 ^a
Diaria, kg	4,17	4,32	6,15

* Ternero criado artificialmente

** Ternero criado con amamantamiento restringido

Fuente: Alvarez, *et al.*, 1980.

La necesidad de que las vacas cruzadas sean ordeñadas con apoyo del ternero se hace evidente al considerar el comportamiento durante la lactancia siguiente, de vacas que en la lactancia anterior se secan prematuramente (Cuadro 31).

Con base en los datos del Cuadro 31 se puede concluir que la única razón por la cual estas vacas tienden a secar rápidamente es la falta del ternero, ya que cuando se les ordeña en presencia del mismo, todas ellas tienden a presentar lactancias mucho mejores. Toda esta información indica la conveniencia de utilizar el amamantamiento y apoyo del ternero como un medio de asegurar la cosecha de leche de este tipo de animales.

Efecto del amamantamiento restringido sobre el comportamiento de la vaca. Si bien es cierto que el amamantamiento constituye una forma de asegurar la producción de leche en vacas cruzadas, también lo es que produce una serie de beneficios adicionales, que a continuación se discutirán. En el Cuadro 32 se presentan los efectos del amamantamiento restringido sobre la producción de leche de las vacas.

Como era de esperarse, el hecho de que las vacas sean amamantadas resulta en una menor cantidad de leche obtenida en el ordeño; sin embargo, si a esta

Cuadro 31. Comportamiento de vacas que no bajan la leche sin el ternero, ordeñadas con y sin apoyo en la lactancia siguiente.

	Previa		Siguiete	
	sin	sin	sin	con
No. vacas	124	18	18	18
Días de lactancia	34	29	29	268
Producción de leche, kg				
Ordeñada	103	77	77	968
Ternero	360	360*	360*	536**
Vendible	257	283	283	968
Diaria	3.03	2.66	2.66	5.61

* Ternero criado artificialmente

** Ternero criado con amamantamiento restringido

Fuente: Alvarez, *et al.*, 1980.

leche se le adiciona la cantidad que el ternero está tomando, la producción total de leche es mayor en los animales que amamantan. En este sentido, se puede decir que el amamantamiento tiene un efecto positivo sobre la producción de leche pues estimula una mayor producción. Esta mayor cantidad de leche producida se logra gracias a una mejor evacuación de la ubre por el amamantamiento, ya que con ello se reduce a un mínimo la presión intramamaria, permitiendo así una mayor síntesis de leche.

Cuadro 32. Producción de leche en vacas Holstein amamantadas en diferentes formas.

Trat.	LITROS/ANIMAL/DIA				
	1-28 días		29-70 días		71-112 días
	Ordeño	Total	Ordeño	Total	Ordeño
A*	9,8	15,6	9,0	15,8	11,78
B	9,4	14,9	13,5	16,0	12,90
T	12,6	12,6	11,5	11,5	9,98

* A = 2 veces diarias hasta 70 días; B = 2 veces hasta 28 días; 1 vez hasta 70 días.

T = testigo

Fuente: Ugarte y Preston, 1973.

Un aspecto interesante de resaltar en el Cuadro 32 es el hecho de que este estímulo hacia una mayor producción de leche se mantiene aún después de haber realizado el destete (comparar grupos A y B vs. T en su producción después de

los 70 días). Esto indica que el estímulo no es solamente de tipo físico, sino que posiblemente también se esté manteniendo un balance hormonal más adecuado para la producción.

Es bien conocido el efecto negativo de la mastitis sobre la producción de leche. Por tanto, otra de las vías por la cual el amamantamiento podría estar mejorando la producción de leche, es a través de su efecto sobre la incidencia de mastitis (Cuadro 33).

Cuadro 33. Efecto del amamantamiento restringido sobre la incidencia de mastitis.

	Número Vacas	CLINICA			SUBCLINICA		
		F ₁	H	Total	F ₁	H	Total
Amamantadas	36	2*	3	5	8	6	14
Testigo	36	6	12	18	21	31	52

* Cuartos afectados; F₁ = Vacas cruzadas; H = Vacas Holstein.

Fuente: Ugarte, 1972.

Evidentemente, la mejor evacuación de la ubre realizada por el ternero al amamantar la vaca, está obviando los problemas de ordeño ineficiente, los cuales generalmente resultan en problemas de mastitis. Al disminuir este tipo de problemas y mantenerse las ubres más sanas, se logra una mayor producción.

Una de las razones por las que el ganadero tiene cierta reticencia a utilizar el amamantamiento restringido en su finca es el posible efecto negativo que puede tener sobre el comportamiento reproductivo de las vacas. En este sentido, se ha argumentado que la presencia del ternero puede estar evitando la presentación de celos y por tanto afectando la reproducción. En el Cuadro 34 se presentan datos sobre el comportamiento reproductivo de vacas cruzadas (F₁) y vacas Holstein (H) amamantadas en diferentes formas.

Cuadro 34. Efecto del amamantamiento restringido sobre la fertilidad de la vaca (n = 32 vacas).

	A*	B**
Tratamiento		
Amamantamiento	77,8	59,4
Testigo	72,7	68,7
Composición genética		
Holstein	81,7	62,5
F ₁	68,9	68,7

* Intervalo entre parto y 1er. servicio, días

** Por ciento de vacas gestantes con una inseminación

Fuente: Ugarte, 1972.

Como se puede notar en los datos del Cuadro 34, no existen diferencias en cuanto al comportamiento reproductivo de vacas que son amamantadas en comparación con aquellas que no lo son, pudiéndose señalar, inclusive, que es más importante el efecto de la raza. La tendencia del ganado cruzado a entrar más rápidamente en celo es otro argumento en favor de la utilización de animales cruzados en zonas tropicales.

Efecto del amamantamiento restringido sobre el comportamiento del ternero. Aún cuando ha sido posible demostrar en forma experimental la factibilidad de criar terneros en forma artificial, bajo condiciones tropicales, la realidad es que estos resultados experimentales no se han repetido bajo condiciones comerciales, en las cuales la crianza artificial generalmente resulta en graves problemas sanitarios, bajas tasas de crecimiento y altas mortalidades. La razón de estos resultados radica posiblemente en el hecho de que, bajo condiciones comerciales, no se toman las medidas sanitarias y demás cuidados que sí se toman bajo condiciones experimentales, indicando así que la técnica de criar artificialmente los terneros involucra mucho más cosas que la simple receta de alimentación. Además, el amamantamiento restringido supone un mayor requisito de mano de obra, principalmente al momento del ordeño, y su utilización a nivel comercial es más simple, pues no requiere el control de tantos factores.

En el Cuadro 35 se presenta una comparación entre la crianza artificial y el amamantamiento restringido. En estos datos se observa el efecto positivo del ternero sobre la producción de leche, tanto para el caso de animales criollos como en animales europeos. Se debe señalar también el efecto económico de la leche ordeñada, pues ésta en su totalidad se puede destinar a la venta, en el caso del amamantamiento, mientras que con cría artificial, la leche del ternero debe ser tomada de la leche ordeñada. Por otro lado, el amamantamiento está permitiendo cosechar leche residual que ningún ordeño, por eficiente que sea, logra sacar de la ubre, con lo cual también se economiza leche ordeñada.

Cuadro 35. Efecto de criar el ternero con amamantamiento o en cubos sobre el crecimiento del ternero y la producción de leche.

	Criollo (n = 20)		Host/Hereford (n = 16)	
	Am*	Ar**	Am	Ar
Leche ordeñada, kg	7,9	8,8	4,5	4,9
Tomada por ternero, kg	2,7	4,0	3,9	3,9
Total producida, kg	10,6	8,8	8,4	4,9
Vendible, kg	7,9	4,8	4,5	1,0
Ganancia del ternero, g/día	317,0	433,0	497,0	353,0
Conversión leche/carne	8,4	9,3	7,8	11,4

* Amamantamiento durante 30 minutos post-ordeño

** Cría artificial

Fuente: Gaya, *et al.*, 1977.

En relación con el comportamiento del ternero, los datos del Cuadro 35 indican que la ganancia de peso está prácticamente en función de la cantidad de leche que recibe el ternero (datos del ganado criollo); sin embargo, cuando el

ternero recibe cantidades comparables de leche, aquellos criados con amamantamiento restringido ganan más peso y son más eficientes en su conversión alimenticia (datos del ganado Holstein-Hereford). Son varios los argumentos que se dan tratando de explicar este comportamiento. Entre ellos se puede citar que la posición del ternero al momento de alimentarse permite un mejor pasaje de la leche a través de la gotera esofágica; que la temperatura de la leche es constante día a día y, finalmente, que la cantidad de leche recibida por el ternero es superior, no sólo por no estar contaminada, sino también por contener una mayor concentración de nutrientes. Al respecto, los datos del Cuadro 36 refuerzan la última explicación.

Cuadro 36. Cantidad y calidad de leche obtenida a diferentes momentos del ordeño (vacas Holstein).

	Cantidad	%		
		Grasa	SNG**	Proteína
Mecánico	11,30	3,0	8,8	3,2
Escurreido	0,42	8,3	7,5	3,0
20 minutos*	2,07	12,0	7,0	2,9
40 minutos*	0,59	7,4	6,2	2,4
60 minutos*	0,35	4,4	6,8	2,5

* Leche obtenida mediante aplicación de oxitocina post-ordeño

** SNG = Sólidos no grasos

Fuente: Lane, *et al.*, 1970.

Es sorprendente la cantidad de leche que queda en la ubre después del ordeño, aún en animales que supuestamente han sido seleccionados por esta característica. Para el caso anterior, la cantidad de leche residual es cercana a los tres litros. Es de destacar también la mejor calidad nutritiva de la leche residual en comparación con la leche obtenida mediante el ordeño. La diferencia radica principalmente en el contenido de grasa de la leche, ya que los otros principios nutritivos tienden a encontrarse en concentraciones muy similares. Desde el punto de vista de la nutrición del ternero, este mayor tenor de grasa de la leche residual implica que por cada litro de leche ingerido la cantidad de energía consumida es superior, lo que explicaría el mejor comportamiento de los terneros amamantados.

Las primeras incógnitas que tiene un ganadero al querer utilizar el amamantamiento restringido en su explotación es *cómo hacerlo*, en términos de frecuencia de amamantamiento (una o dos veces al día): ¿cuánto tiempo después del ordeño se debe juntar la vaca con el ternero? ¿por cuánto tiempo? En los párrafos subsiguientes se tratará de dar respuesta a algunas de estas preguntas.

En el Cuadro 37 se compara la práctica de amamantar terneros una o dos veces al día, en relación con la ganancia de peso del ternero, la producción de leche y el cambio de peso de las vacas.

Claramente se nota en este cuadro que al reducir la frecuencia de amamantamiento de dos a una vez por día se reduce la cantidad de leche consumida por el ternero, en aproximadamente un 50 por ciento. Como resultado de ello, las ganancias de peso del animal se reducen en una magnitud

Cuadro 37. Efecto de dos sistemas de amamantamiento sobre la producción de leche y comportamiento del ternero.

	2 x*	1x*
Peso del ternero		
Nacimiento, kg	29,20	28,10
Ganancia, g/día	438,00	213,00
Leche consumida, kg/día	3,98	2,09
Leche vendible, kg/día	5,44	6,97
Total producida, kg/día	9,42	9,06
Cambio de peso de la vaca, g/día	52,00	67,00

* Cada período (x) consistió de 30 minutos

Fuente: Gaya, *et. al.*, 1978.

similar, confirmando así la premisa de que la ganancia de peso del ternero es función de la cantidad de leche consumida. Esto a su vez implica que no es posible llegar a recomendar el uso de uno o dos amamantamientos, pues esto deberá ser función de la cantidad de leche que le quede a las vacas después del ordeño, lo que a su vez supone el uso de la experiencia práctica al tratar de definir la frecuencia de amamantamiento. Un factor que sí puede ser claramente definido es el intervalo entre la finalización del ordeño y el comienzo del amamantamiento. En el Cuadro 38 se presenta información al respecto.

Cuadro 38. Producción de leche, consumo de leche y ganancia de peso de terneras amamantadas dos veces al día*.

Intervalo ordeño amamantamiento	Leche, total	kg/día ternero	Ganancia g/día	Conversión kg/kg
20 minutos	17,66	3,81	552	6,9
2 horas	17,62	5,21	623	8,0

* Cada período de 15-20 minutos

Fuente: Ugarte, y Preston, 1972.

Las vacas que amamantaron sus terneros 20 minutos después de finalizado el ordeño produjeron más leche, según se puede determinar al comparar la producción total y la cantidad consumida por el ternero. Esto es consecuencia de la reducción del intervalo entre ordeño y comienzo del amamantamiento, lo que reduce también la cantidad de leche que el ternero puede sacar de la vaca, pues la producción total es similar en ambos casos. El mayor consumo de leche en terneros amamantados dos horas después del ordeño es consecuencia de un mayor tiempo para la síntesis de leche, cosa que se considera inconveniente, pues

no cumpliría con el objetivo de rescatar la leche residual. Con base en estos datos se concluye que el amamantamiento debe realizarse unos 30 minutos después del ordeño y no debe prolongarse más de 30 minutos.

Amamantamiento múltiple (vacas nodrizas)

Características básicas. Aunque originalmente diseñado para el levante de terneros destinados a producción de carne, este método se ha utilizado en la producción de terneras lecheras de reemplazo. Originado en Nueva Zelandia, el método consiste en colocar más de un ternero por vaca, la cual se deja ordeñar por los animales hasta que éstos se desteten obligadamente a cierta edad. Comúnmente, esta edad puede oscilar alrededor de las 12 semanas (5 a 16 semanas). El número de terneros a colocar varía en función de la edad de destete y la producción de leche de la vaca (Roy, 1970). Es obvio que este sistema sólo es aprovechable con eficiencia si la producción de la leche de la nodriza es más o menos alta. El número de terneros por vaca se determina calculando primero una disponibilidad de leche de 4 a 6 kg/ternero/día, para razas grandes. Hay tres variaciones sobre como se puede ejecutar el sistema:

1. El primer grupo de terneros se mantienen juntos en un corral al cual se lleva la vaca cuando les toca alimentación (tres veces/día por la primera semana y dos veces después). Al cabo de una o dos semanas se añade el siguiente grupo de terneras, las que deben tener entre 10 y 14 días de edad. Este grupo comienza con amamantamiento dos veces por día. Hasta que cumplan el mes de edad los terneros deben mantenerse aislados individualmente para prevenir que se mamen entre ellos.
2. La vaca puede mantenerse confinada en corraletas, especialmente durante el invierno en países con estaciones, y los terneros se traen de sus corrales a la hora de la alimentación. El procedimiento es el mismo que el indicado anteriormente.
3. El método comunitario se aplica especialmente si el sistema se desarrolla en pastoreo. Esto quiere decir que todas las vacas nodrizas y todos los terneros se mantienen juntos. Aquí cualquier ternero puede amamantar de cualquier vaca. El problema es que los terneros más grandes y más fuertes obtendrán la mayor parte de la leche y por lo tanto faltará uniformidad en el crecimiento de las hembras. La solución es el uso de "creepfeeders" (alimentación suplementaria exclusiva para terneros).

Cualquiera que sea el método que se adopte, el programa para este tipo de crianza sería como el que se muestra en el Cuadro 39. Como se observa, la edad de destete es a las 10-11 semanas y la vaca se mantiene en el sistema por toda la lactancia.

Variantes del amamantamiento múltiple:

Nueva Zelandia. El número de terneros por vaca se limita a tres y éstos se amamantan por 7 a 10 semanas. Al destetarlos, la vaca se retorna al hato de producción (Everitt y Phillips, 1971). Se considera que el amamantamiento estimula la producción de leche pues la producción total de leche ordeñada sólo se ve disminuida en un cinco por ciento.

Australia. La vaca se utiliza durante toda la lactancia para amamantamiento múltiple, con destete al final de la lactancia. En un experimento en este país se usaron cinco vacas nodrizas a las que se unieron 17 terneros incluyendo los cinco propios. A los 289 días las vacas habían criado nueve terneros y entre éstos se incluían cuatro propios, indicando esto una clara preferencia por los propios; es decir, la incidencia de rechazos de terneros fue mayor con terneros ajenos. La ganancia de peso de los terneros propios fue de 0,89 kg/ternero/día mientras que la de los adoptados varió entre 0,60 y 0,73 kg/cabeza/día.

Cuadro 39. Programa para el uso de vacas nodrizas (amamantamiento múltiple).

Semana de lactancia	PRODUCCION POTENCIAL DE LA VACA			
	2 800 kg		4 670 kg	
	Número de terneros			
	Entrada	Destete	Entrada	Destete
1a.	Tern. 1		Tern. 1 y 2	
2a.	Tern. 2		Tern. 3 y 4	
3a.	Tern. 3			
11a.	Tern. 4	Tern. 1		
12a.			Tern. 5 y 6	Tern. 1 y 2
13a.	Tern. 5	Tern. 2		
14a.			Tern. 7 y 8	Tern. 3 y 4
15a.		Tern. 3		
24a.	Tern. 6	Tern. 4	Tern. 9	Tern. 5 y 6
26a.		Tern. 5		
28a.			Tern. 10	Tern. 7 y 8
38a.		Tern. 6		Tern. 9
42a.				Tern. 10

Fuente: Adaptado de Roy, 1970.

Problemas del amamantamiento múltiple:

- Rechazo de terneros ajenos. Este rechazo es más evidente al comienzo del programa. Se puede minimizar o abolir el problema mediante:
 - la separación del ternero propio al nacer y luego su reunión con la madre junto con otros terneros;
 - amarrando la vaca y forzando su amamantamiento múltiple hasta que se adapte a ello; asegurando que la vaca tenga un grupo numeroso de terneros consigo para causarle confusión entre los propios y ajenos.
- Ausencia de celo. Esto es más evidente cuando las vacas están en presencia continua de los terneros, como sucede con el amamantamiento múltiple en pastoreo. Cuando el amamantamiento se restringe a dos veces/día no hay problemas con la presentación de calores. Además, se sabe que a los dos días del destete la vaca presenta celo (Everitt y Phillips, 1971).
- Necesidad de cría artificial. Puesto que puede suceder que ocurran rechazos de terneros, éstos deben criarse de algún otro modo, el que usualmente sería el sistema de crianza artificial.

Beneficios del amamantamiento múltiple:

- Permite la cría de terneros por tandas, lo que coincide con la incidencia de pariciones en explotaciones típicas.
- Permite la cría de terneros en números variables.
- Permite el uso de vacas con mala configuración en la ubre, mal temperamento en el ordeño o gran susceptibilidad a mastitis.

4. Se producen terneros de gran peso, especialmente con pastoreo, porque éstos hacen uso de pasto de buena calidad al pastorear delante de las vacas (Harte, 1971) y consumen leche de gran higiene y nivel nutritivo.
5. Exige menos mano de obra por ternero que los otros sistemas de crianza.
6. Hay menores disturbios digestivos e infecciones bacterianas que en el caso de la cría artificial. Esto conduce a una mejor tasa de sobrevivencia de los terneros (Cuadro 40).

Cuadro 40. Mortalidad de terneros en cría artificial vs. cría con vacas nodrizas (Nueva Zelandia).

Sistema de cría	Mortalidad, %
Artificial	7,8
Amamantamiento múltiple	0,9

Fuente: Citado por Ruiz, 1980.

LITERATURA CITADA

- ASAI, T. Developmental processes of reticulo-rumen motility in calves. *Japanese Journal of Veterinary Science* 35(3):239-252. 1973.
- ALVAREZ, F. J., SAUCEDO, G., ARRIAGA, A. y PRESTON, T. R. Efecto sobre la producción de leche y el comportamiento de los becerros al ordeñar las vacas cebú/europeo con o sin apoyo del becerro y amamantamiento restringido. *Producción Animal Tropical* 5(1):27-39. 1980.
- ARMSTRONG, D. G., PRESTON, T. R. y ARMSTRONG, R. H. Digestibility of a sample of pasture grass by calves. *Nature* 174(4443):1182-1183. 1954.
- BACCARI, F., Jr., CAMPOS NETO, O. y MORALES BARROS, H. Idade de bezerros mestiços ao início da ruminação e correlação entre peso ao nascer e idade ao início da ruminação. *Arquivos da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais* 30(1):71-74. 1978.
- CABEZAS, M. T. y SAHLI, E. Crianza y alimentación de la hembra de reemplazo en los hatos lecheros. *Revista Pecuaria de Centroamérica* No. 62:42-49. 1976.
- CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. Departamento de Producción Animal. Investigación aplicada en sistemas de producción de leche para campesinos de limitados recursos. Informe semestral de progreso enero-junio de 1980. Serie Institucional, Informe de Progreso No. 14. CATIE, Turrialba, Costa Rica, 1981. 38 p. (Anexos).
- _____. Departamento de Producción Animal. Investigación aplicada en sistemas de producción de leche para campesinos de limitados recursos. Informe Semestral de progreso julio-diciembre de 1980. CATIE, Turrialba, Costa Rica, 1981. 170 p.
- CHAMBERS, D. T. Grazing behaviour of calves reared at pasture. *J. Agr. Sci.* 53(4):417-424. 1959.
- EVERITT, G. C. y PHILLIPS, D. S. M. Multiple suckling of calves and milk yield of cows. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production* 31:22-40. 1971.
- FERNANDEZ, A., McLEOD, N. A. y PRESTON, T. R. Coeficientes de producción en un hato de doble propósito para la producción de leche y terneros destetados. *Producción Animal* 2(1):45-49. 1977.

- FRONK, T. J. y SHULTZ, L. H. Effect of dry period overconditioning on subsequent lactation performance of dairy cows. In 73rd Annual Meeting, American Dairy Science Association, East Lansing, Michigan, July 9-13, 1978. (Mimeografiado).
- GAYA, H., HULMAN, B. y PRESTON, T. R. Efecto de dos métodos de amamantamiento restringido sobre comportamiento de las vacas y tasa de crecimiento de los becerros. *Producción Animal Tropical* 3(2):120-126. 1978.
- _____. DELAITRE, J. D. y PRESTON, T. R. Efecto del amamantamiento restringido y la alimentación en cubo sobre la tasa de crecimiento de becerros y la producción lechera. *Producción Animal Tropical* 2(3):293-296. 1977.
- GORRIL, A. D. L. Rearing of dairy calves on pasture with or without whole oats. *Canadian J. Anim. Sci.* 47(3):211-216. 1967.
- HARTE, F. J. System of beef production using multiple suckling as the rearing system. An Foras Taluntais Animal Production Research Report. 1977. p. 7.
- KAISER, A. G. The effects of milk feeding on the pre-and post-weaning growth of calves, and on stomach development at weaning. *J. Agr. Sci.* 87:357-363. 1976.
- LANE, G. T., DILL, C. W., ARMSTRONG, B. C. y SWITZER, L. A. Influence of repeated oxytocin injections on composition of dairy cows' milk. *J. Dairy Sci.* 53(4):427-429. 1970.
- MOHAR, F., GONZALEZ-RUBIERA, E. y LESMES, R. Comportamiento de las proteínas séricas del ternero Holstein en los primeros 3 días de nacido. Influencia de la ingestión de calostro. In I Congreso Nacional de Ciencias Veterinarias, Memorias. La Habana, Cuba. 1974.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of domestic animals. 3. Nutrient requirements of dairy cattle, 4a. ed. National Academy of Sciences, National Research Council (NRC), Washington, D.C. 1971. 34 p.
- ROY, J. H. B. The calf, vols. 1 y 2. London, Iliffe. 1970.
- RUIZ, A., RUIZ, M. E., PEZO, D. y AVILA, M. Evaluación bio-económica de una unidad prototipo de doble propósito. In Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal, 8a., Santo Domingo, República Dominicana, 1981. Resúmenes. E-16. 1981.
- RUIZ, M. E. Crianza de terneras de lechería con sustitutos de leche y pastoreo intensivo. In Seminario Anual Agropecuario, Memorias. Banco Nacional de Panamá, agosto 1976. 9 p.
- _____. Crianza de terneras. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 1980. 51 p. (Mimeografiado).
- _____. MUÑOZ, H., VILLEGAS, L. A., TORRALBA, J. y OCHOA, C. Cría de terneros de lechería a base de pastoreo y subproducto. 7^o Día de Campo Ganadero. CATIE, Turrialba, Costa Rica, 1973. pp: 11-13.
- _____. CUBILLOS, G., DEATON, O. y MUÑOZ, H. A. A system of milk production for small farmers. In Animal Production Systems for the Tropics, Proceedings. International Foundation for Science, Provisional Report No. 8, IFS, Stockholm, Sweden, pp. 246-264. 1980.
- _____. MUÑOZ, H., VILLEGAS, L. A., TORRALBA, J. y OCHOA, C. Cría de terneras de lechería a base de pastoreo y subproductos. In Séptimo día de Campo Ganadero. CATIE, Turrialba, Costa Rica. pp. 11-13. 1973.
- _____. PEREZ, E. y MEDINA, R. Efecto del período de amamantamiento con calostro sobre el comportamiento de terneros de lechería. *Turrialba* 31(1):21-26. 1981.
- SECRETARIA PERMANENTE DEL TRATADO GENERAL DE INTEGRACION ECONOMICA CENTROAMERICANA (SIECA). Censos Agropecuarios 1970. SIECA-GAFICA, Guatemala, 1974.
- SWANSON, E. W. y SPANN, T. R. The effect of rapid growth with fattening upon lactation in cattle and rats. *J. of Anim. Sci.* 13(4):1032. 1954. (Compendio).

- TAMATE, H., MCGILLIARD, A. D., JACOBSON, N. L. and GETTY, R. Effect of various dietaries on the anatomical development of the stomach in the calf. *J. Dairy Sci.* 45(3):408-420. 1962.
- TORRALBA, J. Efecto de diferentes períodos de pastoreo diario y niveles de energía suplementaria sobre el crecimiento de terneras de lechería. Tesis Mag. Sci., Turrialba, Costa Rica, IICA-CTEI. 1972. 55 p.
- UGARTE, J. y PRESTON, T. R. Amamantamiento restringido. I. Efectos del amamantamiento una o dos veces al día sobre la producción de leche y el desarrollo de los terneros. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 6(2):185-194. 1972.
- _____. Amamantamiento restringido II. Efecto de intervalo de tiempo entre el ordeño y el amamantamiento sobre la producción de leche y comportamiento del ternero. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 6(3):351-356. 1972.
- _____. Amamantamiento restringido III. Efecto de disminuir a una vez diaria el amamantamiento, después de la cuarta semana, sobre la producción de leche y el desarrollo del ternero. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 7(2):151-158. 1973.
- VARGAS, H. E. Influencia del amamantamiento post-ordeño sobre el crecimiento de terneros y la producción de leche. Tesis Mag. Sci., Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE. 1980. 58 p.