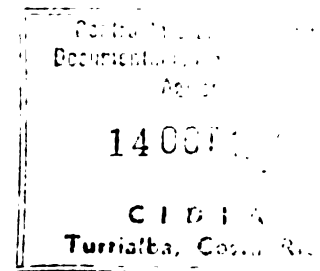


Serie Materiales
de Enseñanza N° 15



ASPECTOS NUTRICIONALES EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCION BOVINA

Publicación financiada con fondos de la
Fundación W. K. Kellogg como parte del Proyecto
de Capacitación Agropecuaria para el
Istmo Centroamericano y el Caribe

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA, CATIE
Programa de Formación de Recursos Humanos
Unidad de Capacitación
Turrialba, Costa Rica, 1982

CONTENIDO

PROLOGO	5
REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL GANADO. Danilo Pezo y Arnoldo Ruiz	7
Los nutrientes	7
Agua	7
Energía	8
Proteína	10
Minerales	11
Vitaminas	12
Formas de expresión de los requerimientos	13
Formas de expresión de energía	13
Tablas de requerimientos nutricionales	14
Uso de las tablas de requerimientos	16
BALANCEO DE RACIONES. Arnoldo Ruiz y Danilo Pezo	24
Generalidades	24
Requisitos nutricionales del animal	24
Alimentos disponibles y su contenido de nutrientes	25
Métodos para balancear raciones	26
Ejemplo 1	27
Ejemplo 2	29
Ejemplo 3	31
ALIMENTACION DE TERNERAS. Manuel E. Ruiz y Arnoldo Ruiz	35
Introducción	35
Sistemas de crianza	37
Principios y fundamentos de cualquier sistema de crianza	39
Alimentación de terneras en cría natural	40
Hacia un sistema apropiado para el trópico	83
EL PASTO COMO BASE DE LA PRODUCCION BOVINA. Danilo Pezo	87
Introducción	87
Potencial de los pastos tropicales para la producción de biomasa forrajera	88
Factores que influyen el rendimiento y el patrón de produc- ción estacional	88
Factores que modifican el rendimiento y patrón de crecimien- to de los pastos	91
Potencial de los pastos tropicales para la producción de leche y carne	95

SUPLEMENTACION DE VACAS LECHERAS EN PASTOREO. Manuel E. Ruiz ..	110
Sistemas de producción de leche en el trópico Latinoamericano.	110
Factores determinantes de la producción de leche	112
Limitaciones de pasto para la producción de leche	113
Suplementación: Justificación y definición	120
Nivel de suplemento	122
Suplementación según el estado de lactancia	124
Cálculo del tipo y nivel de suplemento requerido	135
Efectos a corto plazo	138
Efectos a largo plazo	140
Comentarios	142
SUPLEMENTACION DE GANADO DE CARNE EN PASTOREO. Manuel E. Ruiz	
y Danilo Pezo	144
Suplementación en época de abundancia	144
Suplementación en época de escasez	149
ALIMENTACION DE VACUNOS EN CONFINAMIENTO EN EL TROPICO. Héctor	
Hugo Li Pun	152
Introducción	152
Los nutrientes y su utilización en los ruminantes	152
Recursos para la alimentación en el trópico	166
LITERATURA CITADA	186

PROLOGO

En el presente documento, elaborado por los técnicos del Departamento de Producción Animal del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, se ofrece una integración de experiencias dirigidas a mejorar los métodos de alimentación animal y por lo tanto la producción animal en áreas tropicales.

La información presentada es el resultado de un esfuerzo para poner a disposición de profesionales y estudiantes ciertos conocimientos tecnológicos del campo de la nutrición, que pretenden resolver algunos de los problemas que se encuentran en la ganadería tropical. Su preparación se basó en las presentaciones realizadas en los diferentes cursos cortos realizados dentro del Proyecto de Capacitación Agropecuaria en el Istmo Centroamericano, financiado por la Fundación W. K. Kellogg.

Con el fin de uniformizar el texto, de algunos trabajos, fue necesario realizar ciertos cambios de forma sin alterar el contenido del mismo. Así mismo, es de mencionar que existe el interés de mejorar progresivamente, este texto, con el objeto de contar con material educativo actualizado para el estudio de la Producción Animal.

Carlos U. León-Velarde, M.Sc.
Coordinador de Capacitación
de Ciclos Cortos y Especialización.

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, contribuye 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 esta 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 importante 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 mediante la evaporación del agua. Esto permite al animal eliminar el calor producido durante las diferentes reacciones químicas que suceden a nivel celular.
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 las 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 ambiente, 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 $70 \text{ kcal} \times \text{peso}^{0.75}$. 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 éste estado la vaca necesita 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 distética 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 del animal, y es por ello que en la actualidad se habla de las necesidades de proteína sobrepasante.

Al igual que 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 requerimiento 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 requeridas 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 compuesto 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 a nivel 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 pueden llevarse a cabo a menos que se mantenga una concentración iónica apropiada. La habilidad disociativa 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 hidro-solubles

Son aquellas 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 terneros jóvenes cuyo rumen no es funcional, éstas deben ser suplidas.

Vitaminas liposolubles

Son aquellas 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 deficiencias en ganado que permanece estabulado 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 Kal) 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 definen algunos de los términos más comúnmente utilizados en la nutrición energética:

1. Energía bruta (EB): es la cantidad de calor, expresado en calorías, liberada 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 digestible (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 gastro-intestinal.

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).

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

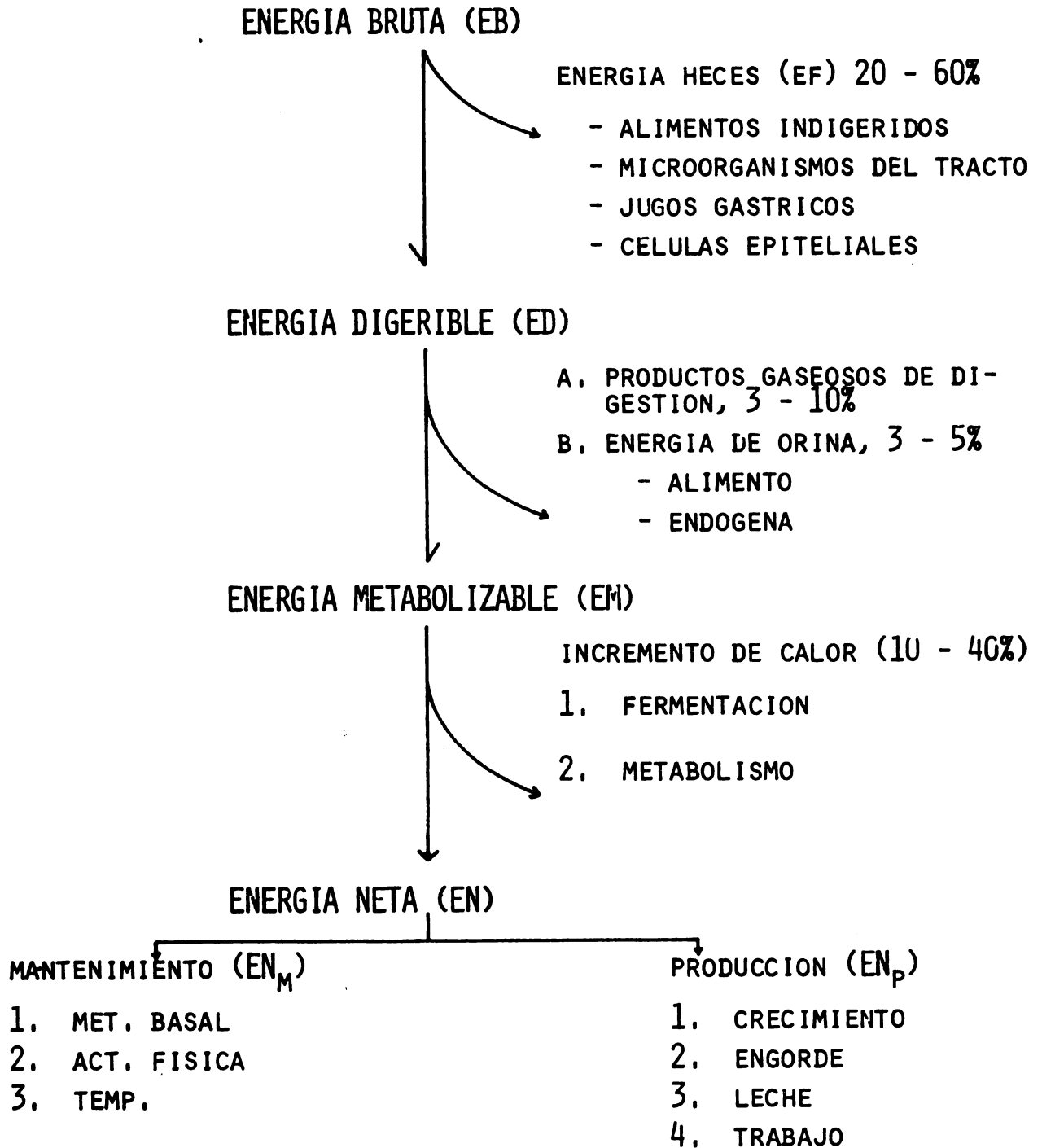
Cabe destacar que para el caso de la energía neta, ésta se fracciona en EN_m y EN_p únicamente para animales en crecimiento, mientras que en el caso de vacas lactantes la energía neta se considera como un todo que se denomina energía neta para vacas lactantes (EN_{vl}).

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 (1978) publicadas por el Consejo Nacional de Investigaciones de los E.E.U.U., y las tablas del ARC (1968) 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 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 (1974) 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

FIGURA 1. FORMA DE EXPRESION DE LA ENERGIA.



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. Las mismas han sido tomadas de las tablas de composición de alimentos (1974).

$$\text{NDT} = \text{PCD} + \text{ELND} + \text{FCD} + 2.25 \text{ EED} \approx \text{Digestibilidad}$$

$$\text{ED} = \frac{\% \text{NDT}}{100} \times 4.409$$

$$\text{EM} = \text{ED} \times 0.82$$

$$\text{Log F} = 2.2577 - 0.2213 \text{ EM}$$

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

$$\text{EN}_g = 2.54 - 0.03114\text{F}$$

$$\text{EN}_{v1} = 0.84 \text{ ED} - 0.77$$

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 ($\text{p}^{0.75}$) 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 dada de animal.

En el caso de las tablas de requerimientos del NRC (1978) para vacas lactantes se presenta 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 requisitos del NRC). Para una novilla de 400 kilos de peso, que gana 0.80 kg/día, sus requerimientos de proteína total son de 856 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:

- a) 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.
- b) Para cada uno de estos pesos se buscan los requerimientos correspondientes.

<u>PESO</u>	Requerimiento EM, Mcal/día
450	16,90
500	18,29

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

$$\underline{\text{Peso}} \quad 500 - 450 = 50$$

$$\underline{\text{EM}} \quad 18,29 - 16,9 = 1,39$$

- d) 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:

$$\frac{0,6 \times 25}{50} = 0,7 \text{ Mcal EM}$$

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

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

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.

Cuadro 1. Requisitos diarios de nutrientes para ganado lechero.

Peso vivo (kg)	Tamaño de la raza, edad (sem.)	Ganancia diaria (g)	MS Alimento (kg)	ENERGIA ALIMENTARIA					Proteína cruda total (g)	Minerales		Vitaminas	
				ENm (Mcal)	ENg (Mcal)	EM (Mcal)	ED (Mcal)	NDT (kg)		Ca (g)	P (g)	A (1000 UI)	D (UI)
TERNERAS Y TERNEROS EN CRECIMIENTO ALIMENTADOS SOLO CON LECHE													
25	P ₁ ^{a-b}	300	0.45 ✓	0.85	0.53	2.14	2.38	0.54	111	6	4	1.1	165
30	D-3	350	0.52 ✓	0.95	0.63	2.49	2.77	0.63	128	7	4	1.3	200
42	G-1	400	0.63 ✓	1.25	0.70	2.98	3.31	0.75	148	8	5	1.8	280
50	G-3	500	0.76 ✓	1.40	0.90	3.61	4.01	0.91	180	9	6	2.1	330
TERNERAS Y TERNEROS EN CRECIMIENTO ALIMENTADOS CON RACIONES MIXTAS													
50		300	1.31	1.45	0.57	3.81	4.45	1.01	150	9	6	2.1	330
50	P-10	400	1.40	1.45	0.76	4.36	4.94	1.12	176	9	6	2.1	330
50	G-3	500	1.45	1.45	0.96	5.01	5.42	1.23	198	10	6	2.1	330
50		600	1.45	1.45	1.16	5.01	5.69	1.29	221	11	7	2.1	330
50		700	1.45	1.45	1.35	5.36	5.95	1.35	243	12	7	2.1	330
75		300	2.10	1.96	0.58	5.17	6.05	1.37	232	11	7	3.2	495
75		400	2.10	1.96	0.77	5.56	6.53	1.46	254	12	7	3.2	495
75	P-19	500	2.10	1.96	0.98	5.96	6.94	1.55	275	13	7	3.2	495
75		600	2.10	1.96	1.17	6.36	7.31	1.64	296	14	8	3.2	495
75	G-10	700	2.10	1.96	1.37	6.71	7.67	1.72	318	15	8	3.2	495
75		800	2.10	1.96	1.56	7.08	7.94	1.80	341	16	8	3.2	495
NOVILLAS EN CRECIMIENTO													
100		300	2.80	2.43	0.60	6.27	7.45	1.69	317	14	7	4.2	660
100		400	2.80	2.43	0.84	6.78	7.96	1.81	336	15	8	4.2	660
100	P-26	500 ✓	2.80 ✓	2.43	1.05	7.17	8.35	1.89	360	16	8	4.2	660
100		600	2.80	2.43	1.26	7.64	8.81	2.00	380	17	9	4.2	660
100	G-16	700	2.80	2.43	1.47	8.09	9.26	2.10	402	18	9	4.2	660
100		800	2.80	2.43	1.68	8.47	9.63	2.18	426	19	10	4.2	660
150		300	4.00	3.30	0.72	8.44	10.14	2.30	433	16	10	6.4	990
150		400	4.00	3.30	0.96	8.90	10.59	2.40	455	17	11	6.4	990
150	P-40	500	4.00	3.30	1.20	9.42	11.11	2.52	474	17	11	6.4	990
150		600	4.00	3.30	1.44	9.97	11.65	2.64	491	18	11	6.4	990
150	G-26	700	4.00	3.30	1.68	10.49	12.17	2.76	510	19	12	6.4	990
150		800	4.00	3.30	1.92	11.03	12.70	2.88	528	20	12	6.4	990
200		300	5.00	4.10	0.84	10.44	12.57	2.85	533	18	12	8.5	1320
200		400	5.20	4.10	1.12	11.20	13.41	3.04	571	19	13	8.5	1320
200	P-54	500	5.20	4.10	1.40	11.86	14.06	3.19	586	20	13	8.5	1320
200		600	5.20	4.10	1.68	12.39	14.59	3.31	604	21	14	8.5	1320
200	G-36	700	5.20	4.10	1.96	13.01	15.20	3.45	620	21	14	8.5	1320
200		800	5.20	4.10	2.24	13.52	15.70	3.56	640	22	15	8.5	1320
250		300	5.89	4.84	0.93	12.05	14.55	3.30	610	20	15	10.6	1650
250		400	6.30	4.84	1.24	13.15	15.83	3.59	665	21	15	10.6	1650
250	P-69	500	6.30	4.84	1.55	13.81	16.49	3.74	678	22	16	10.6	1650
250		600	6.30	4.84	1.86	14.57	17.24	3.91	689	22	16	10.6	1650
250	G-47	700	6.30	4.84	2.17	15.20	17.86	4.05	704	23	17	10.6	1650
250		800	6.30	4.84	2.48	15.82	18.47	4.19	719	23	17	10.6	1650
300		300	6.67	5.55	1.02	13.64	16.47	3.74	671	20	15	12.7	1980
300		400	7.00	5.55	1.36	14.80	17.77	4.03	713	22	17	12.7	1980
300	P-83	500	7.20	5.55	1.70	15.69	18.74	4.25	746	23	17	12.7	1980
300		600	7.20	5.55	2.04	16.49	19.53	4.43	755	23	17	12.7	1980
300	G-57	700	7.20	5.55	2.38	17.07	20.11	4.56	771	24	18	12.7	1980
300		800	7.20	5.55	2.72	17.83	20.86	4.73	782	24	18	12.7	1980
350		300	7.23	6.24	1.08	15.27	18.34	4.16	701	22	16	14.8	2310
350	P-97	400	7.42	6.24	1.44	15.99	19.14	4.34	738	23	17	14.8	2310
350		500	8.00	6.24	1.80	17.42	20.81	4.72	804	25	18	14.8	2310
350		600	8.00	6.24	2.16	18.21	21.60	4.90	812	25	19	14.8	2310
350	G-67	700	8.00	6.24	2.52	18.88	22.26	5.05	826	25	19	14.8	2310
350		800	8.00	6.24	2.88	19.56	22.93	5.20	841	26	19	14.8	2310

Cuadro 1. Requisitos diarios de nutrientes para ganado lechero—Continuación

Peso vivo (kg)	Tamaño de la raza, edad (sem.)	Ganancia diaria (g)	MS Alimento (kg)	ENERGIA ALIMENTARIA					Proteína cruda total (g)	Minerales		Vitaminas	
				ENm (Mcal)	ENg (Mcal)	EM (Mcal)	ED (Mcal)	NDT (kg)		Ca (g)	P (g)	A (1000 (UI))	D (UI)
400	P-115	200	7.26	6.89	0.76	14.85	17.94	4.07	692	21	16	17.0	2640
400		400	8.50	6.89	1.52	17.76	21.38	4.85	833	24	19	17.0	2640
400		600	8.60	6.89	2.28	19.61	23.24	5.27	856	25	20	17.0	2640
400	G-77	700	8.60	6.89	2.66	20.40	24.03	5.45	864	25	20	17.0	2640
400		800	8.60	6.89	3.04	21.11	24.73	5.61	876	26	21	17.0	2640
450		200	7.87	7.52	0.80	16.09	19.44	4.41	749	23	18	19.1	2970
450		400	9.00	7.52	1.60	19.02	22.84	5.18	867	26	20	19.1	2970
450		600	9.10	7.52	2.40	21.03	24.87	5.64	883	27	21	19.1	2970
450	G-87	700	9.10	7.52	2.80	21.82	25.66	5.82	892	27	21	19.1	2970
450		800	9.10	7.52	3.20	22.67	26.50	6.01	898	28	21	19.1	2970
500		200	8.46	8.14	0.84	17.30	20.90	4.74	788	24	19	21.2	3300
500		400	9.50	8.14	1.68	20.26	24.29	5.51	900	27	21	21.2	3300
500	G-98	600	9.50	8.14	2.52	22.26	26.28	5.96	903	27	21	21.2	3300
500		800	9.50	8.14	3.36	24.00	28.00	6.35	916	28	21	21.2	3300
550		200	9.05	8.75	0.88	18.50	22.34	5.07	835	25	19	23.3	3630
550	G-109	400	9.80	8.75	1.76	21.33	25.48	5.78	913	27	20	23.3	3630
550		600	9.80	8.75	2.64	23.38	27.51	6.24	914	27	20	23.3	3630
550		800	9.80	8.75	3.52	25.08	29.19	6.62	928	28	21	23.3	3630
600	G-127	200	9.58	9.33	0.90	19.60	23.68	5.37	879	25	18	25.4	3960
600		300	9.72	9.33	1.35	20.78	24.87	5.64	895	25	18	25.4	3960
600		400	10.00	9.33	1.80	22.22	26.45	6.00	918	26	19	25.4	3960
600		500	10.00	9.33	2.25	23.34	27.56	6.25	916	26	19	25.4	3960
TORETES EN CRECIMIENTO													
100		500	2.80	2.43	1.05	7.17	8.35	1.89	361	16	8	4.2	660
100	P-26	600	2.80	2.43	1.26	7.64	8.81	2.00	381	17	9	4.2	660
100		700	2.80	2.43	1.47	8.09	9.26	2.10	403	18	9	4.2	660
100	G-15	800	2.80	2.43	1.68	8.47	9.63	2.18	427	19	10	4.2	660
100		900	2.80	2.43	1.89	8.84	10.00	2.27	450	20	10	4.2	660
150		500	4.00	3.30	1.15	9.42	11.11	2.52	476	18	11	6.4	990
150		600	4.00	3.30	1.38	9.91	11.59	2.63	497	19	11	6.4	990
150	P-38	700	4.00	3.30	1.61	10.30	11.98	2.72	520	20	12	6.4	990
150		800	4.00	3.30	1.84	10.84	12.52	2.84	539	21	12	6.4	990
150		900	4.00	3.30	2.07	11.47	13.14	2.98	555	21	13	6.4	990
150	G-24	1000	4.00	3.30	2.30	11.73	13.40	3.04	583	22	13	6.4	990
200		500	5.20	4.10	1.25	11.46	13.66	3.10	602	20	13	8.5	1320
200		600	5.20	4.10	1.50	12.01	14.21	3.22	622	21	14	8.5	1320
200	P-48	700	5.20	4.10	1.75	12.59	14.78	3.35	640	21	14	8.5	1320
200		800	5.20	4.10	2.00	13.07	15.26	3.46	660	22	15	8.5	1320
200		900	5.20	4.10	2.25	13.52	15.70	3.56	688	23	16	8.5	1320
200	G-31	1000	5.20	4.10	2.50	14.05	16.23	3.68	702	23	16	8.5	1320
250		500	6.30	4.84	1.35	13.44	16.11	3.65	684	22	16	10.6	1650
250		600	6.30	4.84	1.62	14.00	16.67	3.78	702	23	16	10.6	1650
250	P-58	700	6.30	4.84	1.89	14.62	17.28	3.92	718	23	17	10.6	1650
250		800	6.30	4.84	2.16	15.20	17.86	4.05	736	24	17	10.6	1650
250		900	6.30	4.84	2.43	15.78	18.43	4.18	753	25	17	10.6	1650
250	G-38	1000	6.30	4.84	2.70	16.13	18.78	4.26	778	25	18	10.6	1650
300		500	7.33	5.69	1.48	15.45	18.56	4.21	777	24	18	12.7	1980
300		600	7.40	5.69	1.77	16.13	19.27	4.37	800	25	19	12.7	1980
300	P-68	700	7.40	5.69	2.07	16.89	20.02	4.54	811	26	19	12.7	1980
300		800	7.40	5.69	2.36	17.51	20.83	4.68	827	26	19	12.7	1980
300		900	7.40	5.69	2.66	18.09	21.21	4.81	845	27	19	12.7	1980
300	G-45	1000	7.40	5.69	2.95	18.67	21.78	4.94	862	27	20	12.7	1980
350		500	8.10	6.54	1.60	17.27	20.71	4.70	828	25	19	14.8	2310
350		600	8.30	6.54	1.92	18.13	21.65	4.91	863	26	20	14.8	2310
350	P-79	700	8.30	6.54	2.24	18.93	22.44	5.09	873	27	20	14.8	2310
350		800	8.20	6.54	2.56	19.60	23.10	5.24	887	27	20	14.8	2310

Cuadro 1. Requisitos diarios de nutrientes para ganado lechero -Continuación

Peso vivo (kg)	Tamaño de la raza, edad (sem.)	Ganancia MS diaria (g)	MS Alimento (kg)	ENERGIA ALIMENTARIA					Proteína cruda total (g)	Minerales		Vitaminas	
				ENm (Mcal)	ENg (Mcal)	EM (Mcal)	ED (Mcal)	NDT (kg)		Ca (g)	P (g)	A (1000 UI)	D (UI)
350		900	8.30	6.54	2.88	20.22	23.72	5.38	903	28	20	14.8	2310
350	G-52	1000	8.30	6.54	3.20	20.89	24.38	5.53	917	28	21	14.8	2310
400		500	9.00	7.41	1.75	19.24	23.06	5.23	891	27	21	17.0	2640
400		600	9.00	7.41	2.10	20.00	23.81	5.40	902	27	21	17.0	2640
400	P-89	700	9.00	7.41	2.45	20.84	24.64	5.59	910	28	22	17.0	2640
400		800	9.00	7.41	2.80	21.60	25.40	5.76	921	28	22	17.0	2640
400		900	9.00	7.41	3.15	22.36	26.15	5.93	932	28	22	17.0	2640
400	G-80	1000	9.00	7.41	3.50	22.93	26.72	6.06	947	29	23	17.0	2640
450		200	8.41	8.27	0.76	17.20	20.77	4.71	762	23	19	19.1	2970
450		400	9.33	8.27	1.52	19.90	23.86	5.41	868	27	21	19.1	2970
450	P-90	600	9.50	8.27	2.28	21.83	25.84	5.86	898	28	22	19.1	2970
450		800	9.50	8.27	3.04	23.52	27.52	6.24	914	28	22	19.1	2970
450	G-67	1000	9.50	8.27	3.80	25.08	29.07	6.59	934	29	23	19.1	2970
500		100	8.26	8.95	0.40	16.90	20.41	4.63	740	22	18	21.2	3300
500		300	9.30	8.95	1.20	19.83	23.77	5.39	855	25	21	21.2	3300
500	P-111	500	10.00	8.95	2.00	22.22	26.45	6.00	941	28	23	21.2	3900
500		700	10.00	8.95	2.80	23.60	27.82	6.31	967	29	23	21.2	3300
500	G-74	900	10.00	8.95	3.60	25.56	29.76	6.75	973	29	23	21.2	3300
550		100	8.86	9.62	0.42	18.11	21.87	4.96	789	24	18	23.3	3630
550	P-125	300	10.20	9.62	1.25	21.29	25.62	5.81	935	28	22	23.3	3630
550		500	10.50	9.62	2.08	23.56	28.00	6.35	967	29	22	23.3	3630
550	G-82	700	10.50	9.62	2.91	25.51	29.94	6.79	976	29	22	23.3	3630
550		900	10.50	9.62	3.74	27.16	31.57	7.16	994	30	23	23.3	3630
600	P-149	100	9.42	10.27	0.43	19.27	23.28	5.28	833	25	19	25.4	3960
600		300	10.52	10.27	1.29	22.44	26.90	6.10	947	28	22	25.4	3960
600		500	10.80	10.27	2.15	24.72	29.28	6.64	980	29	23	25.4	3960
600	G-92	700	10.80	10.27	3.01	26.58	31.13	7.06	988	29	23	25.4	3960
650		100	9.96	10.90	0.44	20.37	24.60	5.58	875	26	20	27.6	4290
650		300	10.69	10.90	1.32	23.29	27.82	6.31	947	28	22	27.6	4290
650	G-102	500	11.10	10.90	2.20	25.75	30.44	6.90	992	29	23	27.6	4290
650		700	11.10	10.90	3.08	27.78	32.45	7.36	995	29	23	27.6	4290
700		100	10.51	11.53	0.45	21.50	25.97	5.89	918	27	21	29.7	4620
700		300	11.40	11.53	1.35	24.61	29.45	6.68	1005	29	23	29.7	4620
700	G-117	500	11.40	11.53	2.25	26.94	31.75	7.20	998	30	23	29.7	4620
700		700	11.40	11.53	3.15	28.99	33.78	7.66	1001	30	23	29.7	4620
750		100	11.02	12.14	0.45	22.53	27.21	6.17	960	28	22	31.8	4950
750	G-131	300	11.70	12.14	1.35	25.48	30.44	6.90	1024	30	23	31.8	4950
750		500	11.70	12.14	2.25	27.86	32.80	7.44	1014	30	23	31.8	4950
800		100	11.52	12.74	0.45	23.55	28.44	6.45	999	29	23	33.9	5280
800		300	12.00	12.74	1.35	26.35	31.44	7.13	1040	30	23	33.9	5280
800		500	12.00	12.74	2.25	28.62	33.68	7.64	1035	30	23	33.9	5280

TERNEROS TIPO "VEAL" ALIMENTADOS CON SOLO LECHE

35	—	500	0.67	0.98	0.90	3.17	3.52	0.80	173	7	4	1.5	231
45	G-1.0	800	1.06	1.36	1.52	5.04	5.60	1.27	259	8	5	1.9	297
55	G-2.8	900	1.20	1.55	1.73	5.74	6.38	1.45	292	11	7	2.3	363
65	G-4.4	1000	1.36	1.76	1.95	6.48	7.20	1.63	324	13	8	2.8	429
75	G-5.8	1050	1.48	1.96	2.10	7.05	7.83	1.78	334	15	9	3.2	495
100	G-9.2	1100	1.69	2.43	2.31	8.05	8.94	2.03	357	17	10	4.2	660
125	G-12.4	1200	1.95	2.88	2.64	9.30	10.33	2.34	392	19	11	5.3	825
150	G-15.4	1300	2.22	3.30	2.99	10.58	11.75	2.66	428	20	12	6.4	990

MANTENIMIENTO DE TOROS ADULTOS EN SERVICIO

500	—	—	7.80	9.36	—	15.95	19.27	4.37	673	20	15	21	—
600	—	—	8.95	10.74	—	18.29	22.09	5.01	766	23	17	25	—
700	—	—	10.04	12.05	—	20.52	24.78	5.62	852	26	19	30	—
800	—	—	11.10	13.32	—	22.52	27.20	6.17	942	29	21	34	—
900	—	—	12.13	14.55	—	24.79	29.94	6.79	1017	31	23	38	—
1000	—	—	13.12	15.75	—	26.83	32.41	7.35	1093	34	25	42	—

Cuadro 1. Requisitos diarios de nutrientes para ganado lechero-Continuación

Peso vivo (kg)	Tamaño de la raza, edad (sem.)	Ganancia diaria (g)	MS Alimento (kg)	ENERGIA ALIMENTARIA					Proteína cruda total (g)	Minerales		Vitaminas	
				ENm (Mcal)	ENg (Mcal)	EM (Mcal)	ED (Mcal)	NDT (kg)		Ca (g)	P (g)	A (1000 UI)	D (UI)
1100	—	—	14.10	16.91	—	28.84	34.83	7.90	1169	36	27	47	—
1200	—	—	15.05	18.05	—	30.77	37.17	8.43	1244	39	29	51	—
1300	—	—	15.98	19.17	—	32.67	39.46	8.95	1316	41	31	55	—
1400	—	—	16.88	20.27	—	34.49	41.66	9.45	1386	43	33	59	—

^aTamaño de la raza: P es raza pequeña (ej. Jersey), G es raza grande (ej. Holstein)

^bLa edad en semanas indica la edad probable de animales P ó G cuando ellos alcanzan el peso indicado.

Cuadro 2. Requisitos diarios de nutrientes para vacas lactantes y gestantes.

Peso vivo (kg)	ENERGIA ALIMENTARIA				Proteína cruda total (k)	Calcio (g)	Fósforo (g)	Vitamina A (1.000 UI)
	EN _e (Mcal)	EM (Mcal)	ED (Mcal)	NDT (kg)				
MANTENIMIENTO DE VACAS ADULTAS LACTANTES^a								
350	6.47	10.76	12.54	2.85	341	14	11	27
400	7.16	11.90	13.86	3.15	373	15	13	30
450	7.82	12.99	15.14	3.44	403	17	14	34
500	8.46	14.06	16.39	3.72	432	18	15	38
550	9.09	15.11	17.60	4.00	461	20	16	42
600	9.70	16.12	18.79	4.27	489	21	17	46
650	10.30	17.12	19.95	4.53	515	22	18	50
700	10.89	18.10	21.09	4.79	542	24	19	53
750	11.47	19.06	22.21	5.04	567	25	20	57
800	12.03	20.01	23.32	5.29	592	27	21	61
MANTENIMIENTO MAS ULTIMOS DOS MESES DE GESTACION DE VACAS ADULTAS SECAS								
350	8.42	14.00	16.26	3.71	642	23	16	27
400	9.30	15.47	17.98	4.10	702	26	18	30
450	10.16	16.90	19.64	4.47	763	29	20	34
500	11.00	18.29	21.25	4.84	821	31	22	38
550	11.81	19.65	22.83	5.20	877	34	24	42
600	12.61	20.97	24.37	5.55	931	37	26	46
650	13.39	22.27	25.87	5.90	984	39	28	50
700	14.15	23.54	27.35	6.23	1035	42	30	53
750	14.90	24.79	28.81	6.56	1086	45	32	57
800	15.64	26.02	30.24	6.89	1136	47	34	61
PRODUCCION DE LECHE-NUTRIENTES POR kg DE LECHE CON DIFERENTES PORCENTAJES DE LECHE (% Fat)								
2.5	0.59	0.99	1.15	0.260	72	2.40	1.65	
3.0	0.64	1.07	1.24	0.282	77	2.50	1.70	
3.5	0.69	1.16	1.34	0.304	82	2.60	1.75	
4.0	0.74	1.24	1.44	0.326	87	2.70	1.80	
4.5	0.78	1.31	1.52	0.344	92	2.80	1.85	
5.0	0.83	1.39	1.61	0.365	98	2.90	1.90	
5.5	0.88	1.48	1.71	0.387	103	3.00	2.00	
6.0	0.93	1.56	1.81	0.410	108	3.10	2.05	
CAMBIO DE PESO VIVO DURANTE LA LACTANCIA-NUTRIENTES POR kg DE CAMBIO DE PESO								
Pérdida de peso	-4.92	-8.25	-9.55	-2.17	-320			
Ganancia de peso	5.12	8.55	9.96	2.26	500			

^aPara tomar en cuenta el crecimiento de vacas jóvenes lactantes, aumente en un 20 o/o los requisitos de mantenimiento para todos los nutrientes, excepto vitamina A, durante la primera lactancia. Para la segunda lactancia el ajuste es de 10 o/o.

Cuadro 3. Recomendaciones de contenidos de nutrientes en raciones para ganado lechero.

Nutrientes (concentración en la MS del alimento)	Raciones de vacas lactantes					RACIONES PARA GANADO NO LACTANTE					Concentra- ciones máximas (todas las clases)
	Peso de la vaca (kg)	Producciones diarias de leche (kg)				Vacas gestantes secas	Toros adultos	Novillas y toretas en creci- miento	Iniciador de terneros	Sustituto de leche	
		<400	< 8	8-13	13-18						
	500	<11	11-17	17-23	>23						
	600	<14	14-21	21-29	>29						
	≥700	<18	18-26	26-35	>35						
Ration No.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Max.	
Proteína cruda, o/o	13.0	14.0	15.0	16.0	11.0	8.5	12.0	16.0	22.0	—	
Energía											
ENb, Mcal/kg	1.42	1.52	1.62	1.72	1.35	—	—	—	—	—	
ENm, Mcal/kg	—	—	—	—	—	1.20	1.26	1.90	2.40	—	
ENg, Mcal/kg	—	—	—	—	—	—	0.60	1.20	1.55	—	
EM, Mcal/kg	2.36	2.53	2.71	2.89	2.23	2.04	2.23	3.12	3.78	—	
ED, Mcal/kg	2.78	2.95	3.13	3.31	2.65	2.47	2.65	3.53	4.19	—	
NDT, o/o	63	67	71	75	60	56	60	80	95	—	
Fibra cruda, o/o	17	17	17	17*	17	15	15	—	—	—	
Fibra detergente ácido, o/o	21	21	21	21	21	19	19	—	—	—	
Extracto etéreo, o/o	2	2	2	2	2	2	2	2	10	—	
Minerales ^b											
Calcio, o/o	0.43	0.48	0.54	0.60	0.37	0.24	0.40	0.60	0.70	—	
Fósforo, o/o	0.31	0.34	0.38	0.40	0.26	0.18	0.26	0.42	0.50	—	
Magnesio, o/o	0.20	0.20	0.20	0.20	0.16	0.16	0.16	0.07	0.07	—	
Potasio, o/o	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	—	
Sodio, o/o	0.18	0.18	0.18	0.18	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	—	
Cloruro de sodio, o/o ^d	0.46	0.46	0.46	0.46	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	5	
Azufre, o/o ^d	0.20	0.20	0.20	0.20	0.17	0.11	0.16	0.21	0.29	0.35	
Hierro, ppm ^{d,e}	50	50	50	50	50	50	50	100	100	1,000	
Cobalto, ppm	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	10	
Cobre, ppm ^{d,f}	10	10	10	10	10	10	10	10	10	80	
Manganeso, ppm ^d	40	40	40	40	40	40	40	40	40	1,000	
Zinc, ppm ^{d,g}	40	40	40	40	40	40	40	40	40	500	
Yodo, ppm ^h	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.25	0.25	0.25	0.25	50	
Molibdeno, ppm ^{i,j}	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	
Selenio, ppm	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	5	
Fluor, ppm ^f	—	—	—	—	—	—	—	—	—	30	
Vitaminas ^k											
Vitam. A, UI/kg	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200	2,200	2,200	3,800	—	
Vitam. D, UI/kg	300	300	300	300	300	300	300	300	600	—	
Vitam. E, ppm	—	—	—	—	—	—	—	—	300	—	

^a Es difícil formular raciones altamente energéticas, con un mínimo de 17 o/o de fibra cruda. Sin embargo, puede ocurrir una depresión en el porcentaje de grasa cuando se alimentan vacas con raciones con menos de 17 o/o de fibra cruda o 21 o/o de FDA.

^b Los valores de minerales que se presentan en este cuadro sólo deben tomarse como guías para la formulación profesional de raciones. Debido a que hay muchos factores que afectan estos valores, ellos no deben considerarse como bases legales o regulatorias.

^c En condiciones conducentes a la tetania del pasto (véase el texto), debería aumentarse a 0.27 o más.

^d Los niveles máximos de seguridad para muchos minerales no se han definido claramente; las estimaciones que se dan aquí, especialmente para el azufre, cloruro de sodio, hierro, cobre, zinc y manganeso, se basan en datos muy escasos; los niveles innocuos pueden verse afectados sustancialmente por condiciones específicas de alimentación.

^e El máximo nivel inocuo de hierro suplementario, en algunas formas, es menor que 1000 ppm. En el caso de sulfato ferroso, niveles de sólo 400 ppm han causado reducciones en ganancias de peso (Standish et al, 1969).

^f Un alto nivel de cobre puede aumentar la susceptibilidad de la leche a adquirir un sabor oxidado (véase el texto).

^g El nivel máximo inocuo de zinc para ganado lechero adulto es de 1000 ppm.

^h Si la ración llega a contener 25 o/o de un alimento fuertemente bociogénico, en base seca, se debe aumentar dos ó más veces el nivel de yodo.

ⁱ Si la ración contiene suficiente cobre, el ganado lechero puede tolerar mucho más que 6 ppm de molibdeno (véase el texto).

^j El máximo nivel inocuo de fluor para novillas y toretas en crecimiento es menor que para otros animales lecheros. Se pueden tolerar niveles relativamente más altos cuando el fluor proviene de fuentes de poca disponibilidad de este elemento tal como son los fosfatos (véase el texto). Los requisitos mínimos de molibdeno y fluor no se han establecido aún.

^k Se sugieren las siguientes cantidades mínimas de vitaminas del complejo B por unidad de sustituto de leche: Niacina, 2.6 ppm; ácido pantoténico, 13 ppm; riboflavin, 6.5 ppm; piridoxina, 6.5 ppm; tiamina, 6.5 ppm; ácido fólico, 0.5 ppm; 0.1 ppm; vitamina B₁₂, 0.07 ppm; colina, 0.26 por ciento. Aparentemente, el ternero con rimen funcional (unas 6 semanas de edad) ya adquieren cantidades adecuadas de estas vitaminas mediante una combinación de síntesis ruminal y los aportes de los alimentos naturales.

BALANCEO DE RACIONES

Arnoldo Ruiz, Mag. Sc.

Danilo Pezo, Mag. Sc.

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

En primer lugar es necesario 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 (NRC. 1978).

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 del costo de adquisición de dicho alimento, el costo por unidad de nutriente se calcula de la siguiente forma:

- 1) Precio de 100 unidades de alimento = a
- 2) Concentración de nutrientes en el alimento = b (%)
- 3) $100 \times b =$ unidades de nutriente en 100 unidades de alimento
- 4) $\frac{a}{100 \times b} +$ 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.

MÉTODOS PARA BALANKEAR 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.

Cuadro de Pearson

El método es 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 mezclados 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 deseada del nutriente. Para obtener las proporciones de ingredientes 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:

Harina de algodón	40	8		
	\	/		
	18			$\frac{8 \times 100}{30} = 26.7\%$
	/	\		
Maíz molido	10	22		$\frac{22 \times 100}{30} = 73.3\%$
	\	/		
	18	22		

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", y 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 presentan ejemplos prácticos de cómo utilizar el balanceo de raciones para la formulación de raciones completas o suplementos a ser utilizados en pastoreo.

Ejemplo 1. Formulación de una ración completa para ganado de carne

Como extensionista de una zona ganadera, uno de los productores le solicita el favor de balancear una ración completa para un grupo de toretes que quiere engordar. Al consultar con diferentes fuentes de información, usted

llega a la conclusión de que la ración completa debe contener 9.0% de proteína cruda (PC) y 58% de nutrientes digestibles totales (NDT).

Para elaborar dicha ración, en la zona se dispone de los siguientes ingredientes:

INGREDIENTES	COMPOSICION QUIMICA*		
	MS, %	PC, %	NDT, %
Paja de arroz	89.0	5.4	42.0
Leucaena	26.0	25.0	75.0
Melaza	73.0	3.4	82.0
Harina de carne	94.0	42.2	45.0

* en base seca

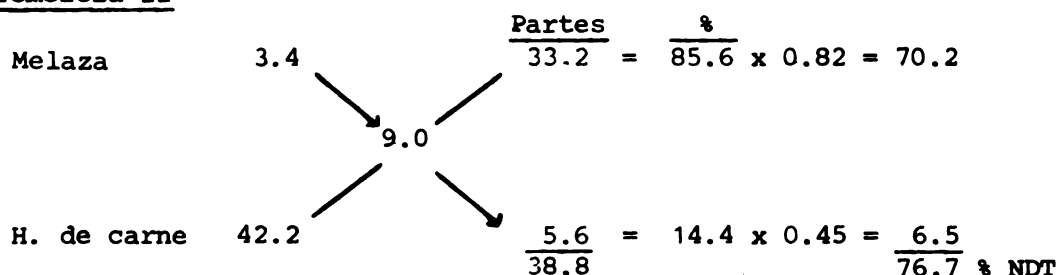
A. Balanceo por PC

Aplicando el Cuadrado de Pearson, se prepararán en el papel dos pre-mezclas, las cuales se balancean de tal manera que ambas posean la concentración requerida para cualquiera de los dos nutrientes de interés. En este caso se procederá a balancear por PC.

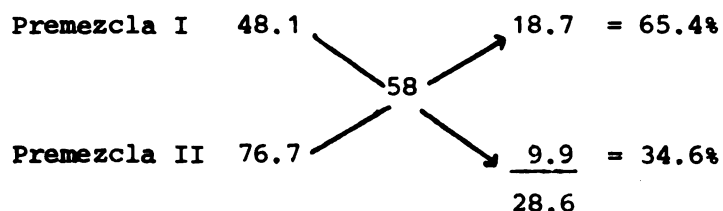
Cabe indicar que para la preparación de estas dos pre-mezclas teóricas, se debe tener cuidado en escoger los ingredientes de tal manera que uno tenga una concentración del nutriente de interés, superior a la concentración requerida en la ración final, mientras que el otro deberá tener una concentración inferior. Ello porque sería imposible llegar a una concentración dada cuando ambos ingredientes tienen mayor o menor concentración del nutriente de interés que la deseada. Así para el caso en cuestión, no es posible llegar a balancear una pre-mezcla con 9% PC a partir de leucaena y harina de carne.

Premezcla I

Paja de arroz	5.4	↙ ↘	$\frac{\text{Partes}}{16.0} = \frac{\%}{81.6} \times 0.42 = 34.3$
	9.0		
Leucaena	25.0	↙ ↘	$\frac{3.6}{19.6} = 18.4 \times 0.75 = \frac{13.8}{48.1\% \text{ NDT}}$

Premezcla IIB. Balanceo por NDT

Dado que ambas premezclas contienen la concentración de PC deseada, sólo quedaría establecer cómo mezclarlas a fin de obtener la cantidad de NDT deseada. Para ello, se aplica nuevamente el cuadrado de Pearson

C. Preparación de la mezcla final

Según los cálculos anteriores, se debe mezclar 65.4 partes de la premezcla I con 34.6 partes de la premezcla II. Conociendo la concentración de los ingredientes en cada una de las premezclas, los cálculos se realizan de la siguiente forma:

Ingrediente		%		
		Base seca	Base fresca	
			kg	%
p. arroz	$81.6 \times 0.654 =$	53.4	60.0	39.5
leucaena	$18.4 \times 0.654 =$	12.0	46.2	30.4
melaza	$85.6 \times 0.346 =$	29.6	40.5	26.6
h. carne	$14.4 \times 0.346 =$	<u>5.0</u>	<u>5.3</u>	<u>3.5</u>
	TOTAL	100.0	152.0	100.0

Ejemplo 2. Formulación de una ración completa para vacas lecheras durante el período seco

Conociendo que vacas lecheras deben consumir una ración conteniendo 14% PC y 67% de NDT, prepare una ración con los siguientes ingredientes

INGREDIENTES	COMPOSICION QUIMICA*		
	MS, %	PC, %	NDT, %
Napier	15.0	8.0	57.0
Leucaena	26.0	25.0	75.0
Melaza	73.0	3.4	82.0
T. Algodón	92.0	43.2	69.0

*
en base seca

Al igual que se hizo en el ejemplo anterior, se procede a balancear dos premezclas teóricas, a fin de que ambas contengan la concentración deseada de uno de los nutrientes de interés, para luego proceder a balancear por el otro nutriente.

A. Balanceo por PC

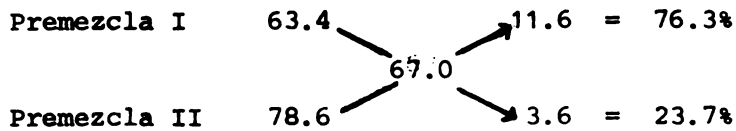
Premezcla I

		Partes	%		
Napier	8.0	11.0	64.7	x	0.57 = 36.9
		14.0			
Leucaena	25.0	6.0	35.3	x	0.75 = 26.5
		17.0			
					63.4% NDT

Premezcla II

		Partes	%		
Melaza	3.4	29.2	73.4	x	0.82 = 60.2
		14.0			
T. algodón	43.2	10.6	26.6	x	0.69 = 18.4
		39.8			
					78.6% NDT

B. Balanceo por NDT



* se debe mezclar 76.3 partes de la premezcla I con 23.7 partes de la premezcla II

C. Preparación de la mezcla final

<u>INGREDIENTE</u>		<u>% BASE SECA</u>	<u>BASE FRESCA</u>	
			<u>KG</u>	<u>%</u>
Napier	64.7 x 0.763	49.4	329.3	71.1
Leucaena	35.3 x 0.763	26.9	103.5	22.3
Melaza	73.4 x 0.237	17.4	23.8	5.1
T. algodón	26.6 x 0.237	<u>6.3</u>	<u>6.8</u>	<u>1.5</u>
		100	463.4	100.0

Ejemplo 3. 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

	<u>PC G</u>	<u>MDT KG</u>
Mantenimiento	373	3,15
Producción	<u>870</u>	<u>3,26</u>
Total	1243	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	1243	6.41
Pasto	<u>840</u>	<u>4.44</u>
Diferencia	403	1.97

5. Concentración de nutrientes en el suplemento

* Supongamos que se suplemente 2.75 kg/animal/día

* 2,75 kg deben contener 403 g de PC y 1,97 kg de NDT

* La concentración se calcula así:

$$\text{PC} = (0.403 \div 2.75) \cdot 100 = 14.65\%$$

$$\text{NDT} = (1.97 \div 2.75) \cdot 100 = 71.64\%$$

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	-

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

ALIMENTACION DE TERNERAS

Manuel E. Ruiz, Ph.D.
Arnoldo Ruiz, Mag. Sc.

INTRODUCCION

La cría de terneras de lechería 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 es el uso intensivo de leche entera, ya sea en un sistema de cría artificial o de una 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.

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

Cuadro 1. Problemática de la fase de cría de terneras

"FASE MAS CRITICA, MAS COSTOSA Y MAS DETERMINANTE DEL FUTURO DE UNA EMPRESA GANADERA"

- A. ALTAS EXIGENCIAS DE SANIDAD, ESPECIALMENTE EN DESTETE AL NACIMIENTO.
 - B. ALTAS INVERSIONES EN ALIMENTACION (USO EXTENSIVO DE LECHE ENTERA).
 - C. BAJA RESISTENCIA A ENFERMEDADES Y PARASITOS: PRINCIPAL TEMOR DE COLOCAR TERNERAS EN PASTOREO A EDAD TEMPRANA.
 - D. COMUNMENTE, DEBIDO A PRACTICAS NO MEJORADAS O NO ADECUADAS PARA EL MEDIO TROPICAL, EL ANIMAL ENTRA EN PRODUCCION A LOS 3-3 1/2 AÑOS DE EDAD.
-

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

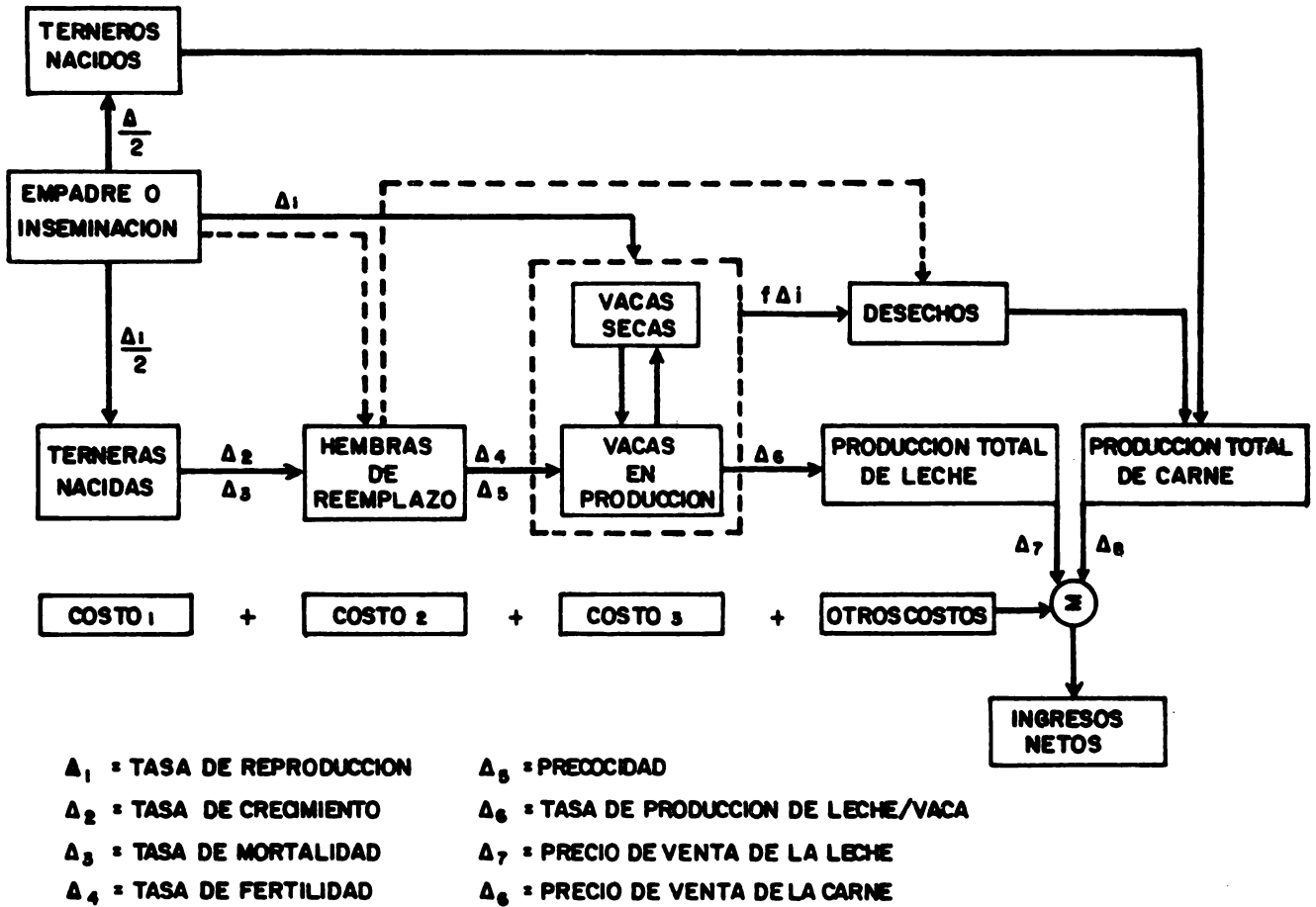


Fig. 1 Representación de un sistema de producción de bovinos donde resalta el papel angular de la cría de becerros (explicaciones en el texto).

En la Figura 1 se hace evidente que el crecimiento y/o 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.

En promedio, la mitad de la cría serán hembras que, en el caso del sistema de lechería especializada son las únicas que se crían, sacrificándose los machos o vendiéndolos tan pronto como sea posible, debido al costo de alimentación. En el caso del sistema de doble propósito tanto hembras como 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, se verá mermado por problemas de mortalidad y la tasa de crecimiento, ambos consecuencia del programa de sanidad y alimentación. Más adelante, las novillas también enfrentan dos obstáculos en su conversión a vaquillas y éstos son el grado de precocidad (valga decir, nutrición) y el grado de fertilidad que tengan. Consecuentemente, el cuidado que se asigne a 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 más aun, la importancia de esta fase, supóngase que el hato tiene una tasa de reproducción de 70%. Es decir, de 100 vacas se tendrán 35 terneras nacidas en el año. Ahora, supóngase que la tasa de mortalidad de las terneras es de 20% y el de las novillas 5%. 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 a 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 mortalidad pero un problema mayor 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 son identificados con los sistemas de producción de leche en forma especializada y doble propósito (Cuadro 2). Los sistemas de crianza serían entonces:

- a. Cría artificial - Llamado así porque el hombre, y no la vaca, cría al becerro.
- b. Cría natural - En que la vaca se encarga de la cría del ternero, con mínima asistencia del hombre.

Cuadro 2. Frecuencia y características de la crianza natural y artificial según el Sistema de Producción Bovina en Costa Rica^{a/}

PRACTICA	SISTEMA	
	DOBLE PROPOSITO	LECHERIA 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 ^{b/}
-Deja leche residual	33	NA
-Otros	8	NA
-Con leche o suero	NA	88
-Con sustitutos de leche	NA	12

a/ Datos no publicados. Proyecto CATIE/CIID, CATIE, Turrialba, Costa Rica

b/ NA: no aplicable.

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

b.1 La cría natural tradicional de doble propósito

- En esta el ternero sirve de "apoyo" a la vaca para estimularla a "bajar" la leche. Una vez logrado este objetivo, el ternero se separa de la madre y procede el ordeño. El ordeño usualmente es de tres cuartos, dejando uno sin ordeñar, cuando el ternero es menor de los tres meses de edad. Con terneros de mayor edad, el ordeño es de los cuatro cuartos pero no es completo y se deja una proporción en la ubre; es la llamada leche de "postrera" o leche residual. Una vez que la vaca es ordeñada, el ternero se vuelve a juntar a su madre y permanece con ella durante 6-8 horas antes de retornarlo a su becerra. La edad de destete varía entre 6 y 10 meses.

b.2 Amamantamiento restringido

- Es el mismo sistema indicado en el inciso b.1 pero con la particularidad que el tiempo de amamantamiento se reduce. Ahora bien esta reducción puede tener la forma de un destete precoz (2-4 meses) o una reducción del tiempo diario de amamantamiento (hasta sólo 30 minutos diarios) o una combinación de ambos. En realidad, este sistema es resultado de investigaciones profesionales y no tanto el resultado de las investigaciones del propio productor.

b.3 Amamantamiento múltiple

- Al igual que el sistema del inciso b.2 éste es muy poco practicado en América Tropical aunque tiene posibilidades para el futuro y se hará una explicación mayor hacia el final del documento. Brevemente, consiste en el uso de vacas nodrizas a las que se añade un número variable de terneros (depende de la producción de leche), siguiendo un proceso escalonado de tal manera que no todos se le añaden a ella simultáneamente.

PRINCIPIOS Y FUNDAMENTOS DE CUALQUIER SISTEMA DE CRIANZA

Sin importar el sistema de levante de terneras, las metas deben incluir:

- a. Que las hembras de reemplazo conserven intacto su potencial para lactancias plenas y completas. Esto significa que el cuidado alimentario y sanitario sea el mínimo necesario para no causar mermas en el comportamiento productivo una vez que el animal empiece a lactar. Un ejemplo es la sobre-alimentación de la ternera y novilla que llega a reducir su capacidad de síntesis de leche (Swanson y Spann, 1954).
- b. Que el uso de los alimentos sea eficiente tanto biológica como económicamente. La cría artificial generalmente implica el uso de 500 a 600 litros de leche por ternera; quizás estas cantidades no sean criticables en los países donde hay excedente de leche pero tal no es el caso en América Tropical.
- c. La tasa de desarrollo 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 un año por lo menos con un sistema de crianza cuidadoso y adaptado al medio (Ruiz, 1976).
- d. Que las dificultades en el parto sean mínimas. Otra vez, pueden ocurrir mayor incidencia de problemas, tales como retención de placentas y metritis, si el animal llega al parto sobre-condicionado (Fronk y Schultz, 1978).

- e. Que las hembras de reemplazo alcancen un tamaño y vigor adecuado 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 de ver es que las novillas de reemplazo pastoreen juntas con las vacas secas, animales mayores y de menores necesidades nutricionales, pero que pueden causar que las novillas no consuman suficiente calidad y cantidad de forraje especialmente si las novillas no están bien desarrolladas.
- f. Que se produzca un ternero viable y normal. Especialmente una subalimentación resulta en terneros débiles y propensos a enfermedades y muerte.

ALIMENTACION DE TERNERAS EN CRIA ARTIFICIAL

Resultados relevantes de la investigación

Desarrollo anatómico-funcional del rumen

Al nacer, el ternero posee ya bien definidos los 4 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 8% del estómago total; en cambio el rumen representa el 80% (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% de bicarbonato de sodio causa la formación del tubo. Pero también se puede lograr lo mismo con soluciones de glucosa. Algunos dicen 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 tiene 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:

- Edad
- Tipo de alimentación
- Nivel de leche

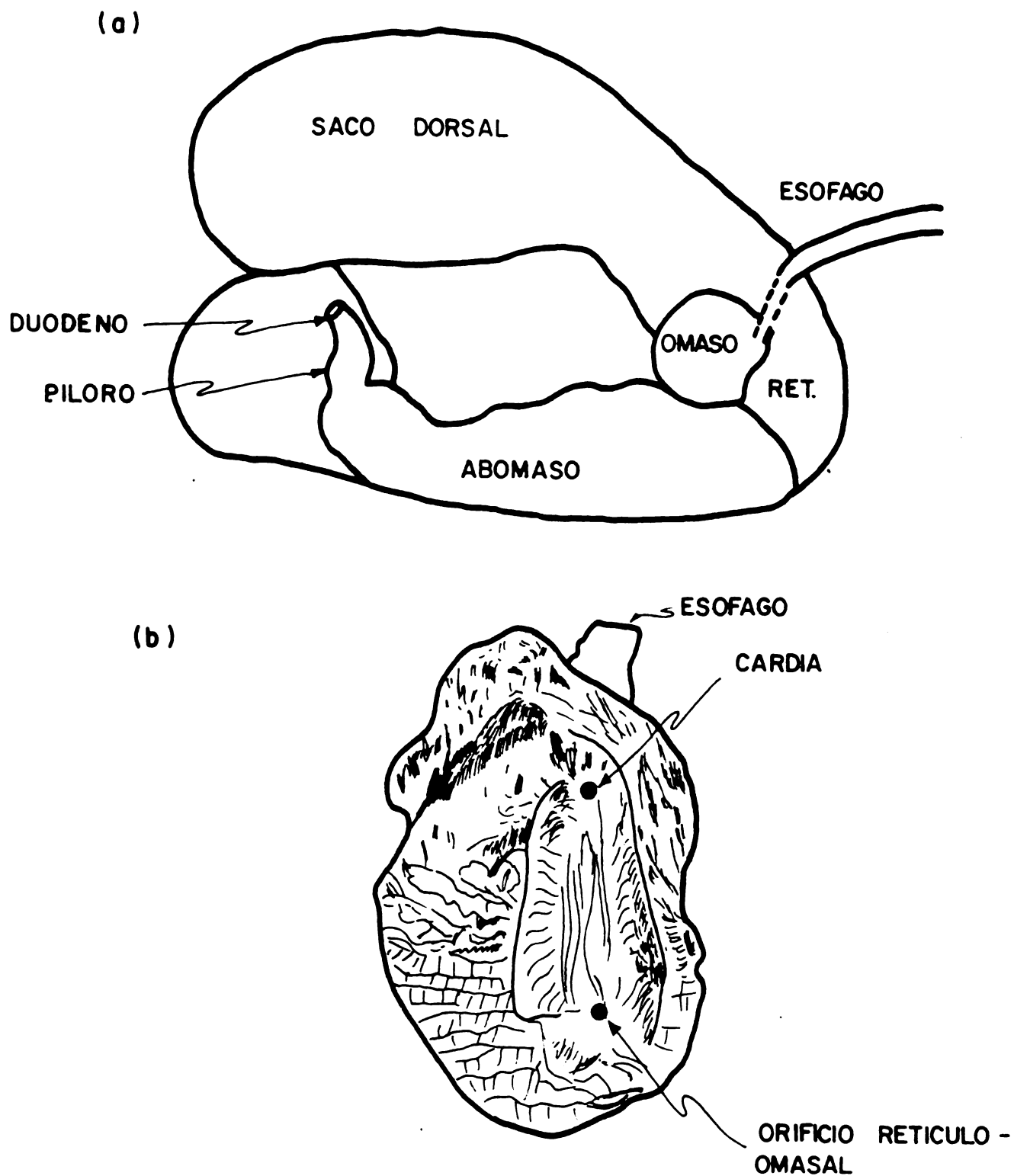


Fig. 2 DIAGRAMAS DEL ESTOMAGO DEL RUMIANTE Y DE LA GOTERA ESOFAGICA

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

Cuadro 3. Efecto de edad y ración sobre el aumento en peso de tejido retículo-ruminal (% del peso corporal)^{a/}.

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

^{a/} Tamate et al. (1962)

Con respecto al nivel de leche, es lógico que a mayor consumo de este alimento menor será 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^{a/}.

CONSUMO DE LECHE KG/100 KG PV/DIA	RETICULO-RUMEN % DEL ESTOMAGO	ABOMASO % DEL ESTOMAGO
8	64.1	18.9
10	62.8	19.8
12	60.6	24.0
14	56.9*	28.7

^{a/} Kaiser, A.G. (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), y un tercero que 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 referido como motilidad ruminal. Asai (1973) demostró muy claramente que el desarrollo de la motilidad ruminal es dependiente de tres factores:

- Edad
- Productos finales de digestión
- Naturaleza física del alimento

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

Cuadro 5. Desarrollo de la motilidad ruminal en terneros^{a/}

DIETA	MOTILIDAD 1-5 (MAXIMA)	EDAD SEMANAS
Leche entera (LE)	2	14-15
LE, heno, grano	5	3-10
LE oral (O) + Esponjas plásticas (EP) Intraruminalmente (I)	4	7-9
LEO+ácidos grasos volátiles (AGV) I	4-5	10
LEO+EPI+AGVI	5	3-5

^{a/} Adaptado de ASAI (1973).

En el Cuadro 5 se nota que si el ternero sólo 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 ésto 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 forraje 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 edad y ración sobre el desarrollo de las papilas del rumen^{a/}

RACION	EDAD	LARGO MM	NUMERO POR 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

^{a/}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).

La idea detrás de un rápido desarrollo del rumen en el ternero puede resumirse en el siguiente listado de ventajas:

- Se obtiene un menor uso de leche y, en consecuencia, mayor ingreso por concepto de venta de este producto.
- 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 a los alimentos sustitutivos (véase, por ejemplo, el artículo de Kaiser, 1976).

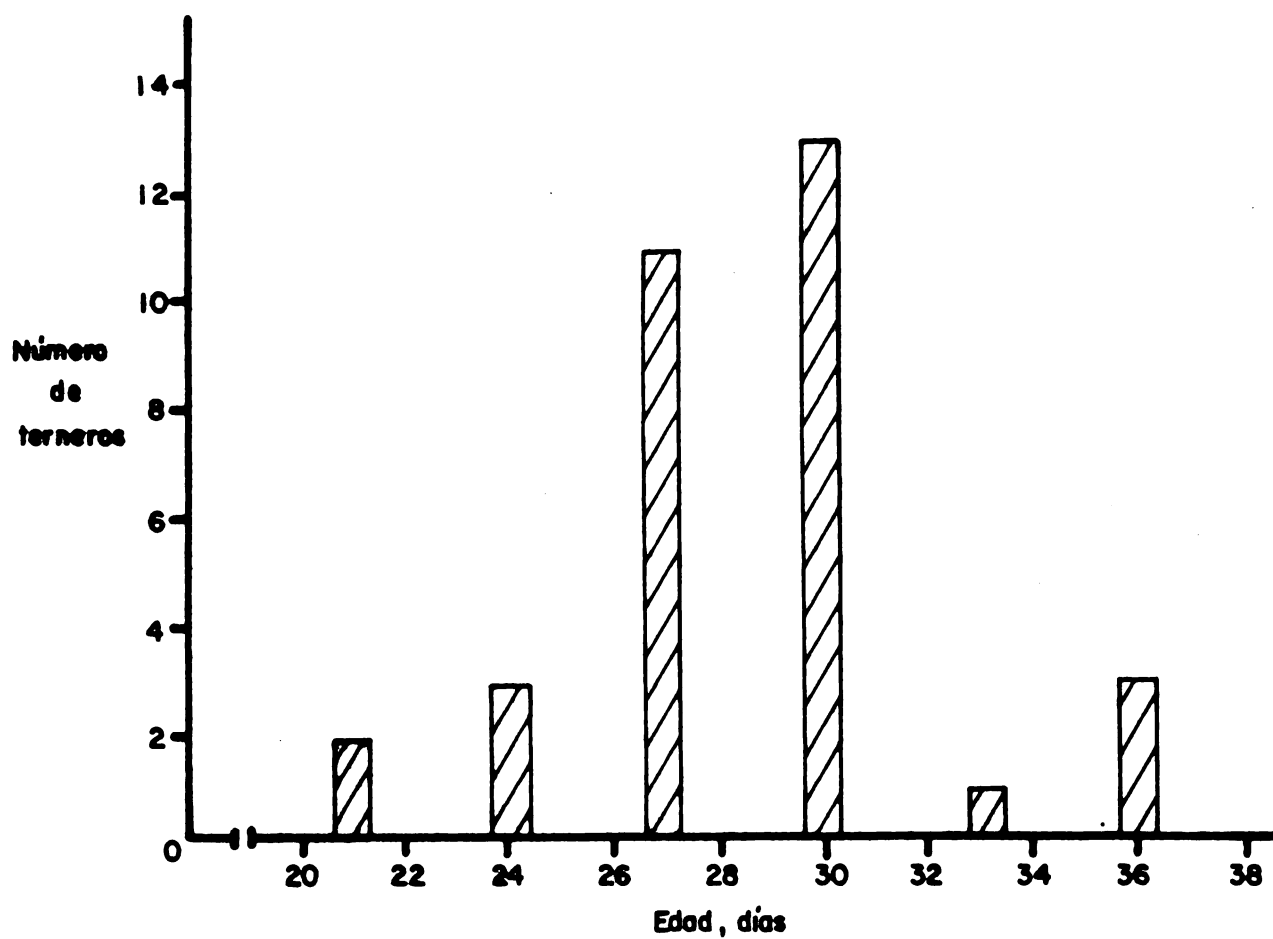


Fig. 3 Distribución de la frecuencia de terneros que inician la rumia, en régimen de semiestabulación (Baccari *et al.*, 1978)

- Aunque en 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 ruminante que el no-ruminante. Esto es debido al bajo costo relativo de los nutrientes en alimentos sólidos que los de la leche.

El uso del calostro

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

Cuadro 7. Comparación entre calostro de las primeras 24 horas post-parto y la leche de vacas Holstein^{a/}

	CALOSTRO	LECHE
Grasa %	3.6	3.5
Sólidos no grasos, %	18.5	8.6
Proteína, %	14.3	3.2
-Caseína, %	5.2	2.6
-Albumina, %	1.5	0.5
-Inmunoglobina, %	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	7
Vitamina A, mg/g grasa	45	8
Vitamina D, UI/g grasa	1.4	0.6
Vitamina E, mg/g grasa	125	20
Riboflavina, mg/100 g	450	150

a/Roy, J.H.B. (1970).

Lamentablemente, el calostro sufre cambios drásticos en su composición en los pocos días en que se produce. Como ilustración, si el calostro, al primer ordeño, contiene entre 14 y 20% de proteína ya al cuarto ordeño esta concentración ha bajado a sólo 4.2-4.4%. De modo que la idea de que el calostro es siempre muy superior a la leche es relativa y, más bien, el énfasis de su uso debe ser 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 imparte al ternero es el calostro el que contiene gama-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 su beneficio. Algunos estiman que la capacidad del ternero para absorber las gama-globulinas por pinocitosis se mantiene sólo en las primeras 24 horas. Otros establecen un límite de 36 horas. En todo caso, el ternero adquiere de inmediato un alto nivel de gama-globulina tan pronto ocurre el amamantamiento. (Cuadro 8).

Cuadro 8. Concentración de gama-globulinas en el suero sanguíneo de terneros que ingieren calostro, datos en g %^{a/}

EDAD	RAZA	
	HOLSTEIN	3/4 HOLSTEIN 1/4 CEBU
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

^{a/} Mohar, F. et al. (1974).

Si no hay ingestión calostrada, 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 calostrado para impartir las defensas apropiadas al animal y su crecimiento normal.

Cuadro 9. Incidencia de muertes en terneros en función de días de calostro ^{a/}

	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

^{a/}Ruiz, M.E., Medina, R. y Pérez, E. (1981).

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

El inicio 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 edad productiva a un plazo normal. Quizás por 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 que se desarrolló la práctica del pastoreo a edades de dos a tres semanas. Precisamente Armstrong *et al.* (1954) encontraron que al iniciar el pastoreo a edad precoz, terneros Ayrshire llegan a adquirir la misma habilidad, a las 10-12 semanas de edad, que ruminantes adultos en cuanto al uso del pasto. Por ejemplo, la digestibilidad in vivo de la M.S. del pasto fue de 75% y el de la celulosa 84%.

Con estos antecedentes, Torralba (1972) condujo un trabajo en que se reducía la edad de salida a la pradera a los 3.5 meses de edad, encontrando un mejor comportamiento de pastoreo que terneros que anteriormente salían a pastorear cuando cumplían los 5-7 meses de edad. Esta experiencia dió origen a que se estableciera en el CATIE (Ruiz et al., 1973) una modificación en el programa de cría de terneros que incluía su inicio 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 destetándose a las 8 semanas de edad.

Cuadro 10. Efecto de la edad de iniciación en pastoreo y período de descanso del pasto sobre la ganancia de peso en terneras de lechería, g/día^{a/}

PERIODO DE DESCANSO DIAS	EDAD DE INICIACION EN PASTOREO, SEM.				PROMEDIO
	2	6	10	14	
21	314	296	262	399	318
42	401	282	248	296	307
PROMEDIO	358	289	255	348	312

^{a/}Ruiz, M.E. et al. (1980).

Gorrill (1967) ha demostrado la conveniencia de la iniciación temprana del pastoreo y advierte que la iniciación del pastoreo 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 inicio precoz del pastoreo y una eliminación de la alimentación láctea a los dos meses de edad, en contraste con otras situaciones. Véase que el grupo C no tiene coincidencia de destete con iniciación del pastoreo pero este último se hace a una edad relativamente tardía y se nota la reacción del animal en una depresión del crecimiento.

Cuadro 11. Iniciación del pastoreo a diferentes edades del ternero^{a/}

EDAD	TRATAMIENTOS		
	GRUPO A	GRUPO B	GRUPO C
2 SEM.	INICIO PASTOREO		
	418 G DIA	422 G	444 G
8-9 SEM.	DESTETE A 55 KG	INICIO PASTOREO Y DESTETE	DESTETE A 55 KG
	432 G ^{a/}	223 G ^{b/}	559 G ^{c/}
15 SEM.			INICIO PASTOREO
	500 G ^{a/}	432 G ^{a/}	1776 G ^{b/}
21 SEM.			
	695 G	650 G	695 G
52 SEM.			
	251 KG	228 KG	242 KG

1 SEM. → DESTETE: 3.6 KG LECHE / DIA

ANTES DE INICIAR PASTOREO: 1.4 KG / DIA DE UN INICIADOR CON 24% P C

PASTO: TIMOTHY, KENTUCKY BLUE GRASS Y TEBOL BLANCO

^{a/} Gorrill, A.D.L. (1967).

El ternero que se inicia en el pastoreo a edad temprana muestra mayor habilidad de consumo, por más horas en el día, que el ternero que se inicia a una edad tardía. Además, aparentemente el ternero mientras más joven sea 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 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 12-14 meses de edad demostrándose que en el trópico húmedo es factible establecer un sistema de crianza de terneras sin grandes limitaciones bio-económicas.

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^{a/}

	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
A) Costo debido al conc. ^{b/}	29,6	27,2	27,0	18,0
COSTO DE ALIMENTACION B) Costo debido al pasto US\$	9,7	11,6	11,9	17,3
C) Costo total	39,2	38,8	38,9	36,0

^{a/} Ruiz, M.E. (1980).

^{b/} El concentrado fue consumido a razón de 2.28, 2.02, 1.89 y 1.21 kg M.S./100 kg PV/día para los tratamientos de 6, 8, 10 y 12 horas de pastoreo diario. La composición del concentrado fue : melaza 56%, torta de algodón 21.5%, maíz 18.5%, harina de hueso 2%, sal 2%.

El sistema CATIE, Costa Rica

Características generales

En resumen, el sistema involucra:

- 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 del animal.

Como consecuencia, se estima 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 está vendiendo 420 litros más de leche comparado con el plan anteriormente usado.

Finalmente, la adaptación precoz del animal al pastoreo y un control nutricional y sanitario adecuado ha permitido un desarrollo continuo del animal y ahorrado consecuentemente, 1 año de alimentación. Con este sistema, las vaquillas pueden parir a los 2 años en vez de 3 o más años de edad.

Etapas

- a) Nacimiento al 5 día de edad.

Si las vacas no presentan problemas en el ordeño por causa de la ausencia del ternero, es preferible dejar al recién nacido con la madre durante 3 ó 4 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 el ternero el mismo día del nacimiento. La crianza se hace en una becerra donde se ofrece el calostro durante los primeros 3 a 5 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% del peso del animal/día, dividido en dos alimentaciones, a temperatura de 36 a 38°C.

- b) 5^a día de edad hasta los 2 meses.

Durante este período, la alimentación consiste en leche entera, a razón de 3 1/2 l/ternero/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	-	-	-
Nuvimix	2	2	2	2

APC: 25

La decisión sobre cual de estos sustitutos a usar dependerá de la economía y facilidad de preparación de ellos. En el caso de los sustitutos A y B, el uso del sebo puede ser engorroso dado que éste requiere que sea 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 3 veces la cantidad de energía que contiene cualquier grano.

Si la decisión es emplear sebo, la proporción de sebo no debe exceder el 15% ni ser menor del 10% de la ración. Entro estos dos niveles se consigue una máxima eficiencia de 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% 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%, no hay necesidad de añadir harina de hueso.

Al inicio (primera semana de vida del ternero), el animal no consumirá el sustituto, si éste es dado seco. Sin embargo, gradualmente lo hará y para la tercera semana de edad ya estará consumiendo 0.5 kg/día.

A la primera o segunda semana de edad, se saca al ternero a pastorear 8-10 horas diarias (por ejemplo, de 8:00 a.m. a 4:00 p.m.). Se regresa el animal a la becerra a que consuma leche y sustituto, éste último en cantidades libres.

El pastoreo debe ser en potreros de buen pasto y para uso exclusivo de terneros. Dada la alta selectividad que exhiben los terneros en pastoreo, la rotación debe ser cada 2 días. El período de descanso depende de la carga, del pasto y 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 ha habido diferencias notables entre 21 y 42 días de descanso en el caso del Pangola. La carga para terneros de 4 semanas hasta 12 semanas de edad ha sido de 60 animales/ha.

Obviamente, el factor sanidad es crítico en el período de iniciación en pastoreo. Además de buscar economía de la alimentación mediante el uso de pastoreo a edad precoz, también se desea desarrollar inmunidad en los animales en forma rápida y eficiente. Según experiencias, mientras más joven sea el ternero en su iniciación al pastoreo, más adaptable y resistente es a las condiciones y enfermedades propias del pastoreo.

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 totalmente estricto. Se permite (a propósito) cierto grado de infestación para que el animal se exponga al anaplasma y 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 (Cynamid) 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:

- Hacer la prueba Sloss al 20% de los animales una vez al mes, para establecer el número de huevos de helmintos y gastrointestinales por gramo de materia fecal (HPG).
- Hacer la prueba Baerman una vez al mes al 20% de las terneras para establecer la presencia de larvas de dictyoculus.
- Hacer la prueba del hematocrito una vez al mes al 20% de las terneras.
- Pesar los animales una vez al mes.
- 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 cargas de parásitos encontrados según los resultados de la prueba de Sloss. Tentativamente, podrían aceptarse como "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.

- 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).
- La vacuna contra Brucelosis debe aplicarse a los 4 meses de edad en las hembras solamente.
- La vacuna contra Carbón sintomático (Vacuna triple) debe ser aplicada a los 3 meses de edad y repitiéndola a los 9 meses.
- La vacuna contra carbón bacteridiano (causado por Bacillus anthracis) se debe aplicar a los 6 meses y repetirla anualmente.
- 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 estar alrededor de 400 g/día según observaciones de Ruiz et al. (1973).

c) De los 3 hasta los 6 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 de consumo del concentrado al 2% del peso vivo a fin de estimular el consumo de pasto pero asegurando que el animal no pierda condición por escaso consumo de concentrado.

Según experiencias en fincas de la Florida, E.E.U.U.; se prefiere que existan dos unidades de cría de becerros, muy apartes una de otra, con el propósito de establecer una rotación semestral de potreros y becerrerías y romper así ciclos de parásitos.

Al cuarto mes de edad, la ración puede cambiarse a una más barata. Un ejemplo es el que se presenta en el Cuadro 14.

Cuadro 14. Suplemento para terneras de 4-6 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) informan que en la etapa de 4 a 6 meses de edad los terneros ganan 500 g/día, basados en observaciones de tres años.

d) De los 7 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.

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

INGREDIENTES	% (AL NATURAL)
Melaza	56
Torta de algodón	21.5
Maíz	18.5
Harina de hueso	2
Sal	2
Vitaminas inyectadas	-

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 es observable en el Cuadro 16 que se deriva del Cuadro 12.

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

Horas de pastoreo/día	12
Ganancia de peso/día	700 g
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

Recientemente se ha venido empleando una ración más barata y 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 550-600 g/día, ligeramente menor que las logradas con la ración del Cuadro 15. Otra ración, mucho más sencilla, consiste de melaza con 3% de urea, limitándose su consumo a 2 kg/animal/día.

Obviamente, con la velocidad de desarrollo en estos 6 meses, las novillas llegarán a un peso de 220 kg al año de edad. Para razas como Jersey, Criollo y cruza de Ayrshire y Rojo Danés, este peso es adecuado para iniciar la inseminación. En pruebas realizadas en los últimos 3 años, 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, cuidado sanitario y manejo de la ternera hasta el año de edad. En resumen, el programa alimentario y manejo se muestra en la Figura 4 (Ruiz et al., 1980).

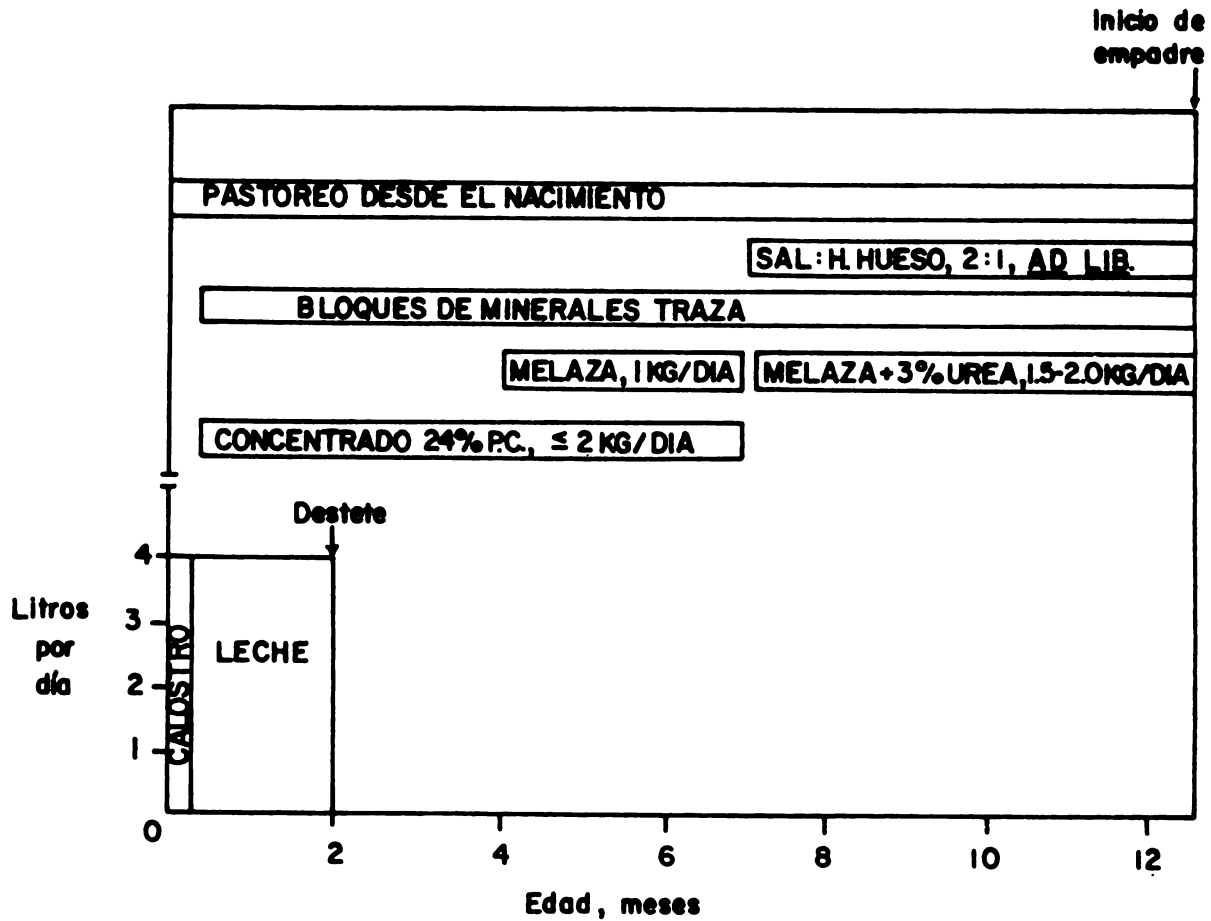


Fig. 4 Esquema del sistema de alimentación de terneras usado en el CATIE (Ruiz et al., 1980)

e) Un año de edad hasta la parición.

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 a la melaza/urea.

El sistema INCAP, Guatemala

En realidad el sistema que se describe a continuación lo desarrolló el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá en Guatemala, con el propósito de criar terneros machos de lechería que usualmente se sacrifican o venden debido a que el costo de cría generalmente es contraproducente. Sin embargo, los resultados han sido tan satisfactorios que bien puede aplicarse a la cría de terneras. Lo que sigue se basa en el trabajo de Cabezas y Sahlí (1976).

a) 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 ser destetados a los dos meses de edad, se les trasladada a corrales abiertos provistos de un área techada, con piso de cemento y comederos comunes, con capacidad para un máximo de 15 animales y donde cada animal dispone de un área mínima de 4 m². Es esencial que los animales sean agrupados de acuerdo a su edad y constituir así lotes homogéneos con el fin de que el concentrado que ha de estar racionado, no sea consumido por los animales más agresivos.

Durante esta etapa se mantiene vigente una higiene estricta y un programa completo de control de parásitos y enfermedades, sobre todo 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 administra dosis intramusculares de 1.000.000, 150.000 y 100 Unidades Internacionales de las vitaminas A, D, y E, respectivamente.

b) Del nacimiento hasta los 4 meses de edad.

El programa de alimentación del INCAP se expone 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) ^{a/}	INICIADOR 1 g (2 PORCIONES) ^{b/}	INICIADOR 2 16-o/o 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 3kg	A voluntad
			↓	↓

a/ Después de los primeros 5 días de edad.

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

Con el fin de reducir al máximo el consumo de leche, se ofrece 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 substituida por el concentrado llamado iniciador 1, cuya fórmula se describe en el Cuadro 18.

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

	INICIADOR 1	INICIADOR 2
Harina de algodón ^{a/}	50,0	26,0
Granillo de trigo	35,2	-
Afrecho de trigo	-	25,2
Melaza de caña	10,0	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

a/ Obtenida mediante el proceso de pre-prensa solvente.

El iniciador 1 contiene alrededor de 27% de proteína cruda y 7% de fibra cruda, se administra mezclado con la leche, para lo cual antes se muele finamente tamizándolo a un grueso de 60 mallas y después es diluido en agua a razón de 144 g por litro de leche. Si no se desea o no se puede utilizar este concentrado, puede substituirse 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 4 meses, su consumo es limitado 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% de proteína cruda y 50% de nutrientes digeribles totales (NTD).

En el Cuadro 19 se muestran los resultados obtenidos con terneros machos Holstein. Con los datos del Cuadro 19 se hicieron unos análisis económicos que indicaron que el costo por kg de aumento de peso del ternero fue de US\$0.64.

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

	EDAD DE LOS TERNEROS (MESES) ^{a/}		
	0 - 2 ^{b/}	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		126
Iniciador 1	6		6
Iniciador 2	81.7	150	231.5
Heno		68	68
Por día			
Leche entera	2.1	-	1.0
Iniciador 1	0.1	-	0.05
Iniciador 2	1.4	2.5	2.0
Heno	-	1.1	0.6
Conversión alimenticia ^{c/}	3.6	5.9	5.1

a/ Después de los primeros 5 días de edad.

b/ Destete fue a los 2 meses.

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

El sistema no va más allá de los 4 meses de edad del ternero pudiendo aquí adoptarse las etapas correspondientes del sistema CATIE.

El sistema CEDA, El Salvador

El sistema desarrollado por el Centro de Desarrollo Agropecuario (ahora Centro de Ganadería) 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 inicio y leche descremada en las pastrimerías del período predestete. El programa de alimentación se describe en el Cuadro 20.

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

EDAD EN SEMANAS ^{a/}	LECHE ENTERA (2 PORCIONES)	LECHE DESCREMADA (2 PORCIONES)	INICIADOR COMERCIAL 18 - o/o PROT.	HIENO
1	10-o/o del peso		A voluntad	A voluntad
2	↓		↓	↓
3				
4				
5		10-o/o del peso		
6		↓		
7				
8			Hasta un máximo de 2,3 kg	
Destete ↓			↓	↓
17				
Cantidad total, kg	136	159	191	93

^{a/}Después de los primeros 5 días de edad.

Como se esquematiza en el Cuadro 20, 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 conteniendo 18% de proteína. La bondad del sistema se aprecia al comparar las ganancias de peso de terneras Jersey y Holstein con los patrones del NRC (1978), indicado en la Figura 5.

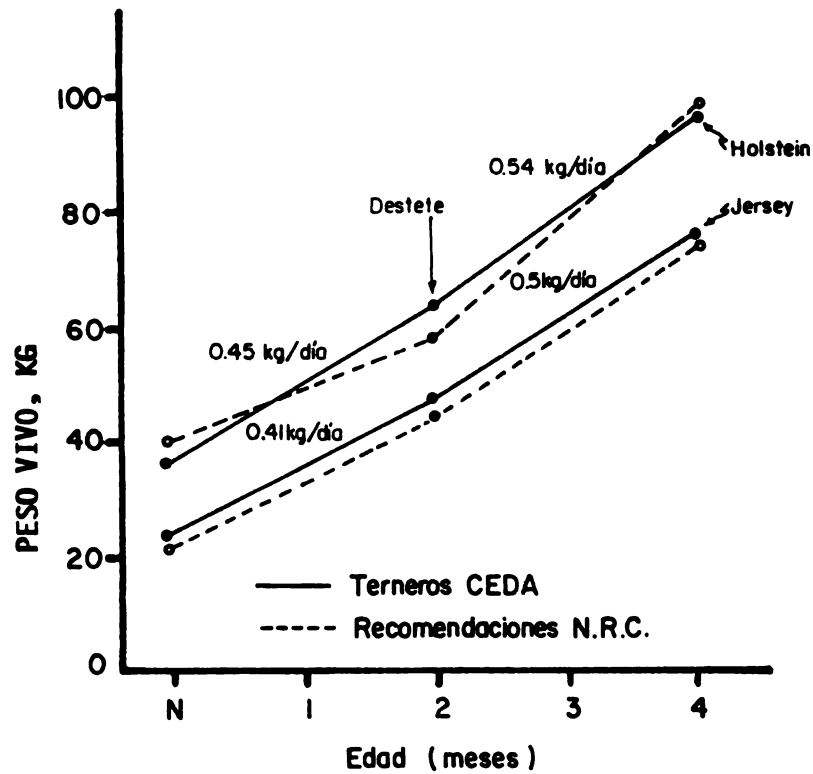


Fig. 5 Crecimiento de terneras Holstein y Jersey, según el sistema CEDA (Cabezas y Sahli, 1976)

Como es fácil apreciar, 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.

Cuadro 21. Comportamiento de terneras Holstein hasta los cuatro meses de edad (Programa del CEDA) ^{a/}

	EDAD DE LOS TERNEROS EN MESES ^{a/}		
	0 - 2 ^{b/}	2 - 4	0 - 4
Peso inicial, kg	36	63	36
Peso final, kg	63	96	96
Aumento de peso, kg			
Total	27	33	60
Por día	0.4	0.5	0.5
Consumo de alimento, kg			
Leche entera	136	-	136
Leche descremada	159	-	159
Iniciador comercial	54	136	190
Heno	11	82	93
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

a/ Después de los primeros 5 días de edad.

b/ Destete

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

a/ Cabezas, M.T. y Sahlí, E. (1976).

El costo de la alimentación, en el período en que consumen leche es de US\$1.6/kg de aumento de peso. Este índice se reduce a US\$0.90 cuando dejan de tomar leche.

El sistema IDIAP, Panamá

Este es un procedimiento que guarda semejanza con el del CATIE. Sin embargo, existen diferencias importantes como es el uso de un sustituto de leche basado en productos de origen lácteo (leche en polvo, básicamente). El siste-

ma se ha usado con éxito en la cría de terneras hijas de vacas Holstein x Cebú; ésto 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 22. Sistema IDIAP para la cría de terneras de reemplazo de lechería

-
- a. Separación de la madre: 24 h de edad
 - b. 0-5 días : Calostro ad libitum hasta un máximo de 5.6 l sin que cauce disturbios digestivos.
 - c. 6-20 días : Leche entera, 4 l/día en 2 tomas
 - d. 8ª día: Inicio de alimentación con concentrado sin que este exceda 1.4 kg/día. También se inicia pastoreo en potreros de buena calidad.
 - e. 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)
 - 1/2 leche + 2/3 sustituto (4 días)

NOTA: Nunca se han presentado problemas con la adaptación en una sola semana.
 - f. 29-70 días: Sustituto de leche: 2 l/toma se suspende bruscamente en el 70avo día.

Concentrado y pastoreo todo el tiempo
 - g. 71-150 días: Alimentación con concentrado y pastoreo
 - h. 151-158 días: Adaptación a la mel-urea.
 - Secuencia : 50% conc. + mel-urea (+10% h. pescado)
por 6 días
 - luego, 0% conc. + 100% mel-urea
 - Consumo de suplemento a esa edad: 1.4 kg animal/día
 - i. 159 días → empadre: Pastoreo + Mel - Urea reforzada con 10% harina de pescado sin exceder 2 kg/animal/día.
-

ALIMENTACION DE TERNERAS EN CRIA NATURAL .

Generalidades

El separar el ternero de su madre a los pocos días de nacido, y proceder a criarlo en forma artificial, es una práctica muy difundida entre las fincas que se especializan en producción de leche. Esta situación es resultado de una tendencia generalizada en nuestros países en el sentido de querer imitar las tecnologías que se aplican en países desarrollados, ello basado en la creencia de que prácticas desarrolladas para esos países son adaptables a condiciones tropicales.

El uso de la crianza artificial de terneros en países desarrollados ha sido estimulado en un afán por utilizar excedentes de granos y cereales normalmente producidos todos los años, y ante una amplia disponibilidad de subproductos y derivados lácteos obtenidos de los excedentes de leche producida durante ciertas épocas del año. Todo esto ha permitido la fabricación de sustitutos de 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 estos países está lejos de cubrir la demanda de su población, y el destinar granos y cereales a la alimentación de terneros equivaldría a competir con la alimentación del hombre.

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 estos animales 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. El 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 le agregamos el alto nivel tecnológico e inversiones requeridas para llevar exitosamente a cabo la cría artificial del

ternero, es clara la necesidad de buscar alternativas más viables para la crianza de terneros en condiciones tropicales. Entre estas alternativas destaca la crianza natural de estos animales.

La 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 hr), 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 post-ordeño), encontrándose ambos encorralados. 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.

El doble propósito como sistema de producción

El uso del doble propósito no es desconocido por el productor. Así, mediante el estudio de 550 fincas en Centroamérica se logró determinar que aproximadamente un 75% de ellas se dedican al doble propósito (CATIE, 1981) Cabe hacer notar que en este 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 criando su propio ternero.

Con base en lo anterior se puede considerar como doble propósito a aquel sistema de producción en que el productor produce leche (a través 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 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, cual 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 potrero por primera vez.
- f. Finalmente, se puede mencionar el hecho de que la incidencia de mastitis es muy baja en estos sistemas, 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 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 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 delucidada, argumentándose dos razones para ello: la primera relacionada con la composición genética de los animales, que incluye razas 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 de celos.

Comportamiento animal en los sistemas de doble propósito

Dado que durante mucho tiempo los organismos de investigación y extensión han estado enfatizando la especialización en las explotaciones ganaderas, son pocos los trabajos que se han realizado tendientes a mejorar la productividad de este tipo de sistemas. 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 23).

Cuadro 23. Indicadores zootécnicos de algunos hatos de doble propósito

	CR ^{a/}	REP. DOM. ^{b/}	MEX.
Producción de leche, kg			
Total		2197	
Ordeñada	1470	1742	1220
Ternero		455	
Diaria	5.0	7.4	4.2
Días en lactancia	295	295	280
Peso ternero al nacer, kg	30	37	
Ganancia al destete, g/día	465	579	
Peso ternero al destete, kg	162	156	162
Edad al destete, meses	9.4	8.0	10.5
Intervalo entre partos, meses	14.0	12.5	14.5

^{a/} Ruiz, A., et al. (1981)

^{b/} Fernández, A., et al. (1977)

Según los datos del Cuadro 23, es posible esperar producciones de leche por lactancia en un rango de 1200 a 1700 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 2000 kg por lactancia. La duración de la lactancia (280 a 290 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 consecuencia 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 sobre la presentación de celos. Aunque los argumentos anteriores no han podido ser claramente confirmados, el intervalo entre partos obtenido en Dominicana (12.5) indicaría que existen posibilidades de mejorarlo.

Según experiencias en Costa Rica (Cuadro 24), el bajo comportamiento reproductivo podría ser resultado de problemas en el manejo de ganado.

Cuadro 24. Efecto de la presencia del toro con las vacas sobre el comportamiento reproductivo de un hato de doble propósito en Costa Rica^{a/}

	ANTES	DESPUES
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

^{a/} CATIE, Proyecto CATIE/CIID. Datos sin publicar

Los datos presentados en el Cuadro 24, corresponden a un período de observación de tres años (1977-1980). Al inicio 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 celos en las novillas de reemplazo se hacía difícil, se decidió traer un toro para que estuviese permanentemente entre la unidad (Junio 79 - Dic. 80). Como se puede observar en los datos del cuadro, 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.

El amamantamiento restringido como alternativa para mejorar crianza de terneros tradicional

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 ambiente hacen imperativo el tener que 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 25.

Cuadro 25. Existencia y producción de leche y carne por tipo de hato en Centroamérica en 1970^{a/}

	ANIMALES		CARNE		LECHE	
	MILES	%	MILES	%	MILES	%
Mixtos	6089	78	139	66	766	72
Leche	317	4	12	6	295	28
Carne	1415	18	60	28		
Total	7821		221		1061	

SIECA-GAFICA. (1971).

Se puede observar claramente en el Cuadro 25, 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 la leche producida en el área (66 y 72%, respectivamente). Como es de todos bien conocido, el animal normalmente utilizado en este tipo de explotaciones 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 animales cruzados.

Tal y como se menciona al inicio del trabajo, la práctica de criar terneros en forma artificial no ha dado buenos resultados cuando se trata de animales cruzados. La razón de la anterior aseveración se presenta en el Cuadro 26.

El 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 de las vacas tienden a secar en forma precoz,

todo lo cual redundando en producciones muy bajas de leche.

Cuadro 26. Comportamiento de vacas Cebú x Europeo ordeñadas sin ternero (datos de 3 años)^{a/}

	LARGO DE LACTANCIA	
	MAYOR A 150 D	MEJOR A 150 D
No. vacas	185	124
Días en ordeño	305	34
Leche ordeñada, kg	1571	103
Tomada por ternero, kg	360	360
Leche vendible, kg	1211	-257
Intervalo entre partos, meses	15.8	15.2

^{a/} Alvarez, F., et al. (1980)

En el caso presentado en el Cuadro 26, 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 26, estaría relacionada con la posibilidad de utilizar animales seleccionados en base a 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 27 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 en el Cuadro 27 la baja repetibilidad en el comportamiento de los animales. A pesar de que las vacas habían sido escogidas por haber bajado 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.

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 28).

Cuadro 27. Comportamiento de vacas que si bajan la leche sin el ternero, ordeñadas con y sin apoyo en la lactancia siguiente^{a/}

	PREVIA	SIGUIENTE	
	SIN	SIN	CON
No. vacas	26	14	12
Secas antes 150 d, %	0	50	0
Días en lactancia	320	149	259
Leche ordeñada, kg	1693	643	1075
Tomada por ternero, kg	360 ^{b/}	360	518 ^{c/}
Vendible, kg	1333	299	1075
Diaria, kg	4.17	4.32	6.15

^{a/} Alvarez, F., et al. (1980)

^{b/} Ternero criado artificialmente

^{c/} Ternero criado con amamantamiento restringido

Cuadro 28. Comportamiento de vacas que no bajan la leche sin el ternero, ordeñadas con y sin apoyo en la lactancia siguiente^{a/}

	PREVIA	SIGUIENTE	
	SIN	SIN	CON
No. vacas	124	18	18
Días en lactancia	34	29	268
Producción de leche, kg			
Ordeñada	103	77	968
Ternero	360 ^{b/}	360 ^{b/}	536 ^{c/}
Vendible	-257	-283	968
Diaria	3.03	2.66	5.61

^{a/} Alvarez, F., et al. (1980)

^{b/} Ternero criado artificialmente

^{c/} Ternero criado con amamantamiento restringido

En base a los datos del Cuadro 28 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 el hecho de que produce una serie de beneficios adicionales, que a continuación se discutirán. En el Cuadro 29 se presentan los efectos del amamantamiento restringido sobre la producción de leche de las vacas.

Cuadro 29. Producción de leche en vacas Holstein amamantadas en diferentes formas ^{a/}

TRAT.	LITROS/ANIMAL/DIA					
	1-28 DIAS		29-70 DIAS		71-112 DIAS	
	ORDEÑO	TOTAL	ORDEÑO	TOTAL	ORDEÑO	TOTAL
A ^{b/}	9.8	15.6	9.0	15.8	11.78	15.78
B	9.4	14.9	13.5	16.0	12.90	15.90
C	12.6	12.6	11.5	11.5	9.98	11.98

^{a/} Ugarte, J. y Preston, T. R. (1973)

^{b/} A = 2 veces diarias hasta 70 días; B = 2 veces hasta 28 días 1 vez hasta 70 días; c = testigo.

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 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 consecuencia del amamantamiento, ya que con ello se reduce a un mínimo la presión intramamaria, permitiendo así una mayor síntesis de leche.

Un aspecto interesante de resaltar en el Cuadro 29 es el hecho en que este estímulo hacia una mayor producción de leche se mantiene aún después de haber realizado el destete (comparar grupos A y B vs. C en su producción

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

Es bien conocido de todos el efecto negativo de la mastitis sobre la producción de leche. Otras 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 30).

Cuadro 30. Efecto del amamantamiento restringido sobre la incidencia de mastitis^{a/}

	NUMERO VACAS	CLINICA ^{b/}			SUBCLINICA ^{b/}		
		F ₁	H	TOTAL	F ₁	H	TOTAL
Amamantadas	36	2	3	5	8	6	14
Testigo	36	6	12	18	21	31	52

^{a/} Ugarte, J. y Preston, T. R. (1972)

^{b/} Cuartos afectados

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 siente cierta reticencia a implementar 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 ende, afectando la reproducción. En el Cuadro 31 se presentan datos sobre el comportamiento reproductivo de vacas cruzadas (F₁) y vacas Holstein (H) amamantadas en diferentes formas.

Como se puede notar en los datos del cuadro 31, 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 más importante es 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.

Cuadro 31. Efecto del amamantamiento restringido sobre la fertilidad de la vaca (n = 32 vacas)

	<u>A</u> ^{b/}	<u>B</u> ^{c/}
Tratamiento		
Amamantamiento	77.8	59.4
Testigo	72.7	68.7
Composición genética		
Holstein	81.7	62.5
F ₁	68.9	68.7

a/ Ugarte, J. y Preston, T. R. (1972)

b/ Intervalo entre parto y 1er. servicio, días

c/ Por ciento de vacas gestantes con una inseminación, %

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. En el caso del amamantamiento restringido, a pesar de que su implementación supone un mayor requisito de mano de obra, principalmente al momento del ordeño, la implementación a nivel comercial es más simple, pues no requiere del control de tantos factores. En el Cuadro 32 se presenta una comparación entre la crianza artificial y el amamantamiento restringido.

Nuevamente se presenta en estos datos (Cuadro 32) el efecto positivo del ternero sobre la producción de leche, tanto para el caso de animales criollos como en animales europeos. Es de señalarse también el efecto economizante 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 32. Efecto de criar el ternero con amamantamiento o en cubos sobre el crecimiento del ternero y la producción de leche^{a/}

	CRIOLLO (n = 20)		HOLST/HEREFORD (n=16)	
	Am ^{b/}	Ar ^{c/}	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	433	497	353
Conversión leche/carne	8.4	9.3	7.8	11.4

a/

Gaya, H. et al. (1977)

b/

Amamantamiento durante 30 minutos post-ordeño

c/

Cria artificial

En relación con el comportamiento del ternero, los datos del Cuadro 32 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 pueden citar que la postura 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 calidad de la 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 33 refuerzan la última explicación.

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 graso 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.

Cuadro 33. Cantidad y calidad de leche obtenida a diferentes momentos del ordeño (Vacas Holstein).^{a/}

	CANTIDAD, KG	%		
		GRASA	SNG	PROTEINA
Mecánico	11.30	3.0	8.8	3.2
Escurrido	0.42	8.3	7.5	3.0
20 minutos ^{b/}	2.07	12.0	7.0	2.9
40 minutos ^{b/}	0.59	7.4	6.2	2.4
60 minutos ^{b/}	0.35	4.4	6.8	2.5

^{a/} Lane, G. T., et al. (1970)

^{b/} Leche obtenida mediante aplicación de oxitocina post-ordeño

Las primeras incógnitas que presenta un ganadero al querer implementar 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 vaca con el ternero? ¿por cuánto tiempo? En los párrafos subsiguientes se tratará de dar respuesta a algunas de estas preguntas.

En el Cuadro 34 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 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 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 el llegar a recomendar el uso de uno o dos amamantamientos pues esto deberá ser función de la cantidad de leche que le quede a la 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

inicio del amamantamiento. En el Cuadro 35 se presenta información al respecto.

Cuadro 34. Efecto de dos sistemas de amamantamiento sobre la producción de leche y comportamiento del ternero^{a/}

	<u>2x^{b/}</u>	<u>1x^{b/}</u>
Peso del ternero		
Nacimiento, kg	29.2	28.1
Ganancia, g/día	438	213
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	67

a/ Gaya, H. et al. (1978)

b/ Cada período (x) consistió de 30 minutos

Cuadro 35. Producción de leche, consumo de leche y ganancia de peso de terneros amamantados dos veces al día^{a,b/}

INTERVALO ORDEÑO AMAMANTAMIENTO	LECHE, KG/DIA		GANANCIA G/DIA	CONVERSION KG/KG
	TOTAL	TERNERO		
20 minutos	17.66	3.81	552	6.9
2 horas	17.62	5.21	623	8.0

a/ Ugarte, J. y Preston, T. R. (1972)

b/ Cada período de 15-20 minutos

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 que al reducir el intervalo entre ordeño e inicio del amamantamiento, se 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 se cumpliría con el objetivo de solamente 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 Zelanda, 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 (5-16 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 4-6 kg/ternero/día, para razas grandes. Hay 3 variaciones de 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 toca alimentación (3 veces/día por la primera semana y dos veces después). Al cabo de una o dos semanas se añade el siguiente grupo que deben tener como máximo 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 de países temperados) 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 cualquier vaca. El problema es que los terneros más grandes y más fuertes obtendrán la mayor parte de la leche y por lo tanto habrá mucha falta de uniformidad en el crecimiento de las hembras. La solución a esto es el uso de "creep-feeders" (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 36. 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.

Cuadro 36. Programa para el uso de vacas nodrizas (amamantamiento múltiple)^{a/}

SEMANA DE LACTANCIA	PRODUCCION POTENCIAL DE LA VACA			
	2800 KG		4670 KG	
	NUMERO DE TERNEROS			
	ENTRADA	DESTETE	ENTRADA	DESTETE
1 ^A	Tern. 1		Tern. 1 y 2	
2 ^A	Tern. 2		Tern. 3 y 4	
3 ^A	Tern. 3			
11 ^A	Tern. 4	Tern. 1		
12 ^A			Tern. 5 y 6	Tern. 1 y 2
13 ^A	Tern. 5	Tern. 2		
14 ^A			Tern. 7 y 8	Tern. 3 y 4
15 ^A		Tern. 3		
24 ^A	Tern. 6	Tern. 4	Tern. 9	Tern. 5 y 6
26 ^A		Tern. 5		
28 ^A			Tern. 10	Tern. 7 y 8
38 ^A		Tern. 6		Tern. 9
42 ^A				Tern. 10

^{a/} Adoptado de Roy, J.H.B. (1970).

Variantes del amamantamiento múltiple

Nueva Zelanda : El número de terneros por vaca se limita a tres y éstos se amamantan por 7-10 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 5%.

Australia : La vaca se utiliza durante toda la lactancia para amamantamiento múltiple, con destete al final de la lactancia. En un experimento, se usaron cinco vacas nodrizas a las que se juntaron 17 terneros incluyendo los cinco propios. A los 289 días se tenía que las vacas habían criado nueve terneros y entre éstos se incluían cuatro propios indicando una clara preferencia por éstos; 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.

Problemas del amamantamiento múltiple

-Rechazo de terneros ajenos. Este rechazo es más evidente al inicio del programa. Se puede minimizar o abolir el problema mediante: a) la separación del ternero propio al nacer y luego su reunión con la madre junto con otros terneros; b) amarrando la vaca y forzando su amamantamiento múltiple hasta que se adapte a ello; asegurando que la vaca tenga un grupo numeroso de terneros para causarle confusión.

-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 Phillips, 1971).

-Necesidad de cría artificial. Puesto que puede suceder que ocurran rechazos de terneros, éstos deben criarse de algún otro modo que usualmente vendría siendo 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.

-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.

-Exige menos mano de obra por ternero que los otros sistemas de crianza.

-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 37).

Cuadro 37. Mortalidad de terneros en cría artificial vs. cría con vacas nodrizas (Nueva Zelanda) ^{a/}

SISTEMA DE CRIA	MORTALIDAD, %
Artificial	7.8
Amamantamiento múltiple	0.9

a/Citado por Ruiz (1980).

HACIA UN SISTEMA MAS APROPIADO PARA EL TROPICO LATINOAMERICANO

Al principio 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 han discutido las bondades y limitantes que existen dentro del sistema de crianza natural.

Mucho han ensalzado las virtudes de la crianza natural en relación a la artificial. Una de las ventajas que se le atañen es la alta ganancia de peso del ternero, Por otro lado, se toma como un hecho 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 es una 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 y que permite ver que, en realidad, el sistema 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 puede 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 desempeño de la vaca (Cuadro 38).

Cuadro 38. Descripción de 5 estratos de sistemas de producción lechera con referencia a la crianza del ternero^{a/}.

SISTEMA	DIAS DE CALOSTRO	EDAD DE DESTETE (SEPARACION) (DIAS)	AMAMANTAMIENTO (CONSUMO DE LECHE) (DIAS)
1. Lechería Esp.	5	5	0
2.	5	12	7
3.	5	26	21
4.	5	75	70
5. Doble Propósito	5	145	140

a/ 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 l, se les seguía dando leche en chupón hasta completar los 180 l. Esta medida se aplicó entonces a los de los grupos 1, 2 y 3 (ver cuadro 38). Todos los terneros se iniciaron al pastoreo en una edad temprana y su alimentación lactea se esquematiza en el Cuadro 39.

Los datos que se produjeron cubrieron un período de 145 días, que equivale a la edad de los terneros que se destetaron en el sistema doble propósito. En ese lapdo, ocurrieron los siguientes eventos (Cuadro 40).

Los datos del Cuadro 40 involucran 25 vacas. Según los resultados, parecía entonces que la producción de leche vendible no se ve afectado por amamantamiento de hasta 70 días aunque son razones de incidencia de mastitis sería preferible un período de amamantamiento de 21 días (más los 5 de calostro). Lo que sí es muy evidente es 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 que fue extraordinariamente alta para cada uno de los sistemas. Valga la acotación que para este trabajo se usaron instalaciones nuevas y, se sospecha que la ausencia de focos de infección

Cuadro 39. Alimentación láctea de terneras en diversos sistemas de crianza

SISTEMA	CONSUMO DE LECHE
1. Lechería especializada	o 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.	7 días de amamantamiento, después de lo cual se da 4 kg leche/día, en balde, hasta completar un consumo de 180 kg de leche en total (amamantamiento + balde).
3.	21 día 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.	70 días de amamantamiento. No se da leche en balde.
5. Doble propósito	140 días de amamantamiento. No se da leche en balde.

Cuadro 40. Comportamiento del ternero y su madre en diversos sistemas de producción lechera (ver Cuadro 23 para explicación^{a/})

SISTEMA	INCIDENCIA DE MASTITIS, %		LECHE VENDIBLE kg/VACA	CAMBIOS DE PESO	
	PERIODO AMAMANTAMIENTO	DESPUES DE AMAMANTAMIENTO		VACA kg	TERNERO kg/DIA
1. Lecher. esp.	-	6.3	1068	25.4	0.737
2.	5.0	20.0	1048	8.0	0.677
3.	0.0	8.2	1030	-0.8	0.715
4.	5.0	23.5	1096	-9.9	0.744
5. Doble prop.	3.3	-	815*	-15.6	0.788

^{a/} Vargas (1980)

(presentes fueron causas adicionales a la alimentación que permitieron alcanzar tales ganancias de peso.

Con 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.

POTENCIAL DE LOS PASTOS TROPICALES PARA LA PRODUCCION DE BIOMASA FORRAJERA

Las gramíneas tropicales tienen un potencial extraordinario para la producción de biomasa forrajera, tal como se muestra en el Cuadro 1. Bajo condiciones de alta humedad y fertilización pueden producir seis veces más biomasa que las gramíneas de zona templada. A medida que la disponibilidad de agua se hace más crítica, las diferencias entre zonas en el potencial de producción de forraje se hacen menos evidentes, hasta el punto que en condiciones de aridez no existen diferencias en la producción anual de forrajes entre pastizales de zona templada, sub-tropical o tropical.

Cuadro 1. Estimados de producción anual de materia seca (TM/ha) en pastizales típicos de las principales zonas climáticas del mundo^{a/}.

TEMPERATURA	DISPONIBILIDAD DE AGUA			
	MUY HUMEDA	HUMEDA	SEMI-ARIDA	ARIDA
SUB-ARTICA	4	8	-	-
TEMPLADA	25	15	9	4
SUB-TROPICAL	120	40	10	4
TROPICAL	150	70	12	4

a/ Snaydon, (1981).

Si los potenciales de producción forrajera presentados en el Cuadro 1 se quieren utilizar para estimar el potencial de producción de leche, se cita como referencia que una vaca de 500 kg de peso y con una producción de 10 kg de leche, requiere para su mantenimiento y producción de leche de 2500 kg de materia seca/año, cuando el pasto contiene 3.0 Mcal EM/kg MS y de 5300 kg de materia seca/año, cuando el valor energético del pasto es de 1.8 Mcal EM/kg MS. En el primer caso se trataría de un forraje típico de la zona templada, mientras que en el segundo de uno de la zona tropical.

FACTORES QUE INFLUYEN EL RENDIMIENTO Y EL PATRON DE PRODUCCION ESTACIONAL

Radiación solar

De los factores climático-ambientales, la radiación solar es probablemente el menos limitante bajo condiciones sub-tropicales y tropicales. Bajo condiciones normales, la radiación solar en el trópico es del orden de los 300 a 600 cal/cm²/día. A este nivel, prácticamente no existen limitaciones lumínicas para el normal crecimiento de las especies forrajeras. En días nublados, durante épocas de alta precipitación, la radiación solar puede reducirse hasta 50 a 150 cal/cm²/día, lo cual puede tener un cierto efecto negativo sobre la tasa de crecimiento de especies tropicales; sin embargo, este efecto no llega a ser tan drástico como el ejercido por la precipitación o temperatura ambiental.

EL PASTO BASE DE LA PRODUCCION BOVINA

Danilo Pezo, Mag. Sc.

INTRODUCCION

De manera general se puede establecer que en América Tropical existen tantos sistemas de alimentación de ganado bovino como productores. Es decir, cada productor ha establecido en su finca un sistema de alimentación diferente. Pese a ello, puede generalizarse que existen factores comunes en los sistemas de producción bovina, independientemente de la zona ecológica en que se desarrollan.

Un factor común destacable es la dependencia del pasto como base de la alimentación del ganado, con la consecuente variabilidad en disponibilidad y calidad de pasto a lo largo del año, producto de las diferencias climáticas estacionales; lo cual se refleja en el comportamiento de los animales (Figura 1).

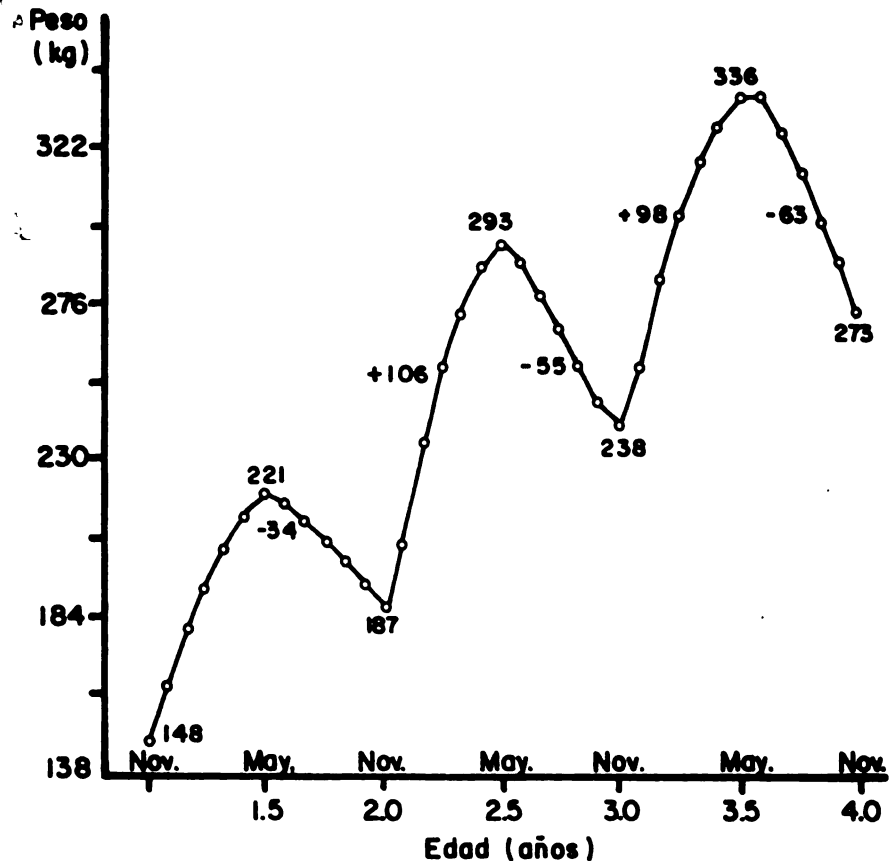


Fig. 1 Cambios estacionales en el peso de bovinos de 1 a 4 años de edad, pastoreando pastizales nativos en una zona tropical de Australia (Evans, 1976)

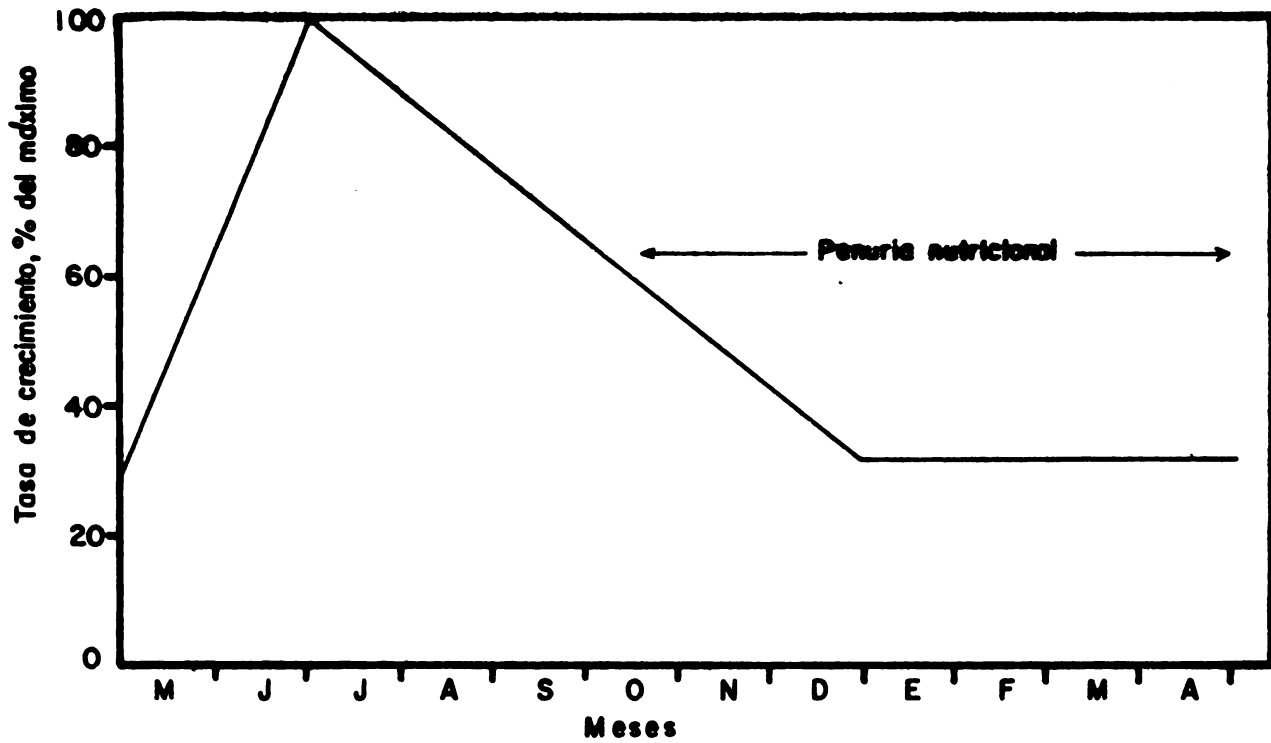


Fig. 2 Crecimiento estacional del pasto en el trópico húmedo de América Central (Cubillos et al, 1975)

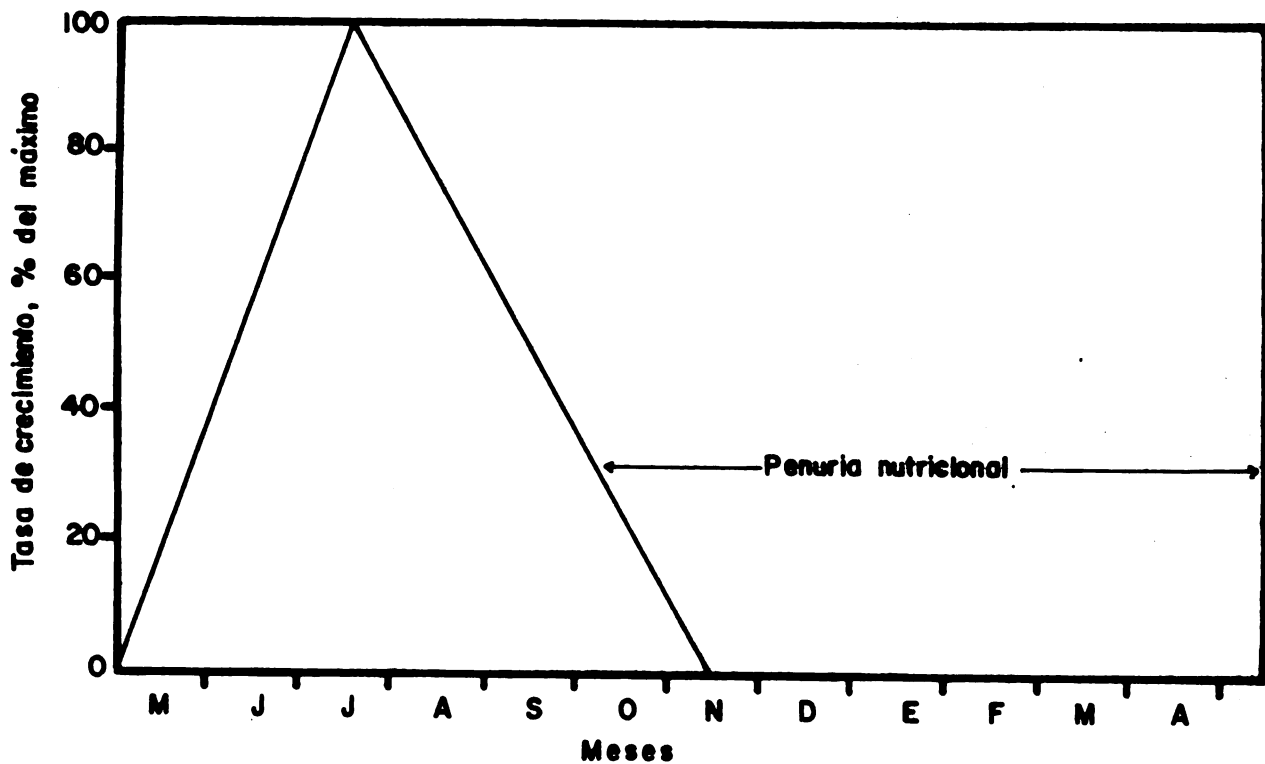


Fig. 3 Crecimiento estacional del pasto en el trópico monzónico de América Central (Cubillos et al, 1975)

Temperatura

Si la humedad en el suelo no es un factor limitante, el patrón de crecimiento de las especies tropicales es en gran medida controlado por la temperatura. Las leguminosas tropicales se desarrollan de manera óptima cuando la temperatura diurna es de 30°C y la nocturna de 25°C; en cambio, las gramíneas tropicales encuentran su óptimo a temperaturas más altas, normalmente en el rango de 30 a 35°C. Las gramíneas de zona templada crecen óptimamente entre los 20 y 25°C.

Algunas gramíneas de zona templada continúan creciendo incluso a temperaturas tan bajas como 5°C; mientras que las gramíneas tropicales prácticamente detienen su crecimiento a 15°C.

Este aspecto es de suma importancia en la distribución de las especies forrajeras bajo condiciones tropicales, pues las temperaturas diurnas y nocturnas no sólo están determinadas por la latitud (distancia del ecuador), sino también por la altitud. Esta es la explicación por la cual a una misma latitud se tienen diferentes especies forrajeras, dependiendo del piso altitudinal en que se encuentren. A manera de ejemplo, a 15° de latitud norte o sur, se pueden encontrar especies típicamente tropicales (estrella, jaragua, braquiaria) bajo condiciones de trópico bajo (0-600 m.s.n.m.); especies intermedias (kikuyo) a altitudes de 800 a 1200 m.s.n.m. y especies propias de la zona templada ("ryegrass", trébol, alfalfa) a altitudes mayores a los 2000 m.s.n.m.

Precipitación

La precipitación pluvial es otro factor climático-ambiental determinante de la producción de biomasa forrajera. En este sentido, no es sólo importante la cantidad de lluvia anual, sino también la distribución de ella a lo largo del año. En las Figuras 2 y 3 se generalizan las variaciones estacionales en la tasa relativa de crecimiento del pasto, para el trópico húmedo y el monzónico, respectivamente. Nótese que el factor precipitación es particularmente crítico bajo las condiciones del trópico monzónico (Figura 3), en el cual las lluvias se concentran en cuatro u ocho meses del año; de manera que durante el período seco la tasa de crecimiento del pasto es prácticamente nula.

En el caso del trópico húmedo no siempre existe una relación directa entre precipitación y producción de biomasa forrajera, tal como se ilustra con datos de Puerto Rico presentados en la Figura 4. Nótese que en los meses de octubre a marzo se obtienen los menores niveles de producción forrajera, lo cual coincide con el otoño e invierno para el hemisferio norte; de manera que en este caso aparentemente la temperatura está constituyéndose en limitante del crecimiento de los pastos.

FACTORES QUE MODIFICAN EL RENDIMIENTO Y PATRON DE CRECIMIENTO DE LOS PASTOS

Especie

Anteriormente se presentaron datos que ilustran las diferencias entre especies en cuanto a su potencial de producción de biomasa forrajera, sin embargo, en ellos no se aisló el efecto de especie y del ambiente. Con el fin de ilustrar diferencias inter-específicas en cuanto al potencial de crecimiento de las especies, en el Cuadro 2 se presentan datos de tasa de crecimiento en diferentes pasturas tropicales. Se observa que la variación en tasas de crecimiento es muy amplia, con valores que van de 2.6 a 154.7 kg MS/ha/día, para pastizales naturales y elefante fertilizado respectivamente.

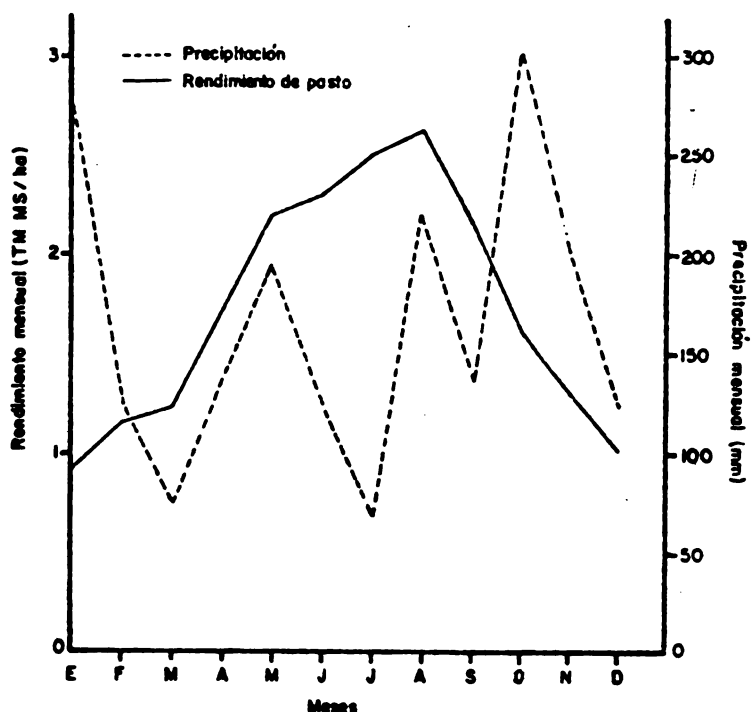


Fig. 4 Efecto de la época del año sobre el crecimiento de *Panicum maximum* en Puerto Rico (adaptado de Vicente Chandler et al., 1974)

Cabe hacer notar sin embargo, que estas comparaciones no son del todo justas, pues definitivamente están confundidas con características ecológicas, de manejo y con el factor fertilidad del suelo. En este último sentido, se puede generalizar que especies con mayores tasas de crecimiento como estrella, elefante o guinea requieren suelos de mejor fertilidad que aquellos con menor tasa de crecimiento, como son natural (*Paspalum*, *Axonopus*, etc.), jaragua y gordura (*Melinis minutiflora*).

Cuadro 2. Tasa de crecimiento en diferentes pasturas tropicales

PAIS	TIPO DE PASTURA	TASA DE CRECIMIENTO KG MS/HA/DIA	REFERENCIA
Costa Rica	Natural	2.6 - 32.4	Galaviz, 1981
	Brachiaria ruziziensis/ Pueraria phaseoloides	24.7 - 53.7	Cubillos, 1981
	Cynodon nlemfuensis, fer- tilizado	58.2 -103.6	
Perú	Hyparrhenia rufa, sin fer- tilizar	11.8	Toledo y Mora- les, 1978
	Brachiaria decumbens, sin fertilizar	21.4	
	Brachiaria decumbens, fer- tilizada	36.1	
	Panicum maximum, sin ferti- lizar	30.5	
	Panicum maximu, fertilizado	59.6	
	Pennisetum purpureum, fertili- zado	129.2 -154.7	Pezo, 1972
Panamá	Digitaria decumbens, fertili- zada	58.0	Ortega y Samu- dio, 1979
	Cynodon nlemfuensis, fertili- zado	73.0	
	Hemartria altissima, fertili- zada	68.0	
Puerto Rico	Pennisetum purpureum, ferti- lizado	63.2 -175.8	Vicente-Chandler et al, 1974
	Panicum maximum, fertilizado	74.1 -114.8	
	Cynodon nlemfuensis, fertilizado	52.6 - 99.6	
	Brachiaria ruziziensis, fertili- zado	58.2 -138.5	

En cuanto al patrón de crecimiento estacional, también hay posibilidad de modificación en función de la especie y del factor más crítico como determinante del crecimiento del pasto. Así, si el factor limitante del crecimiento en una época del año es disponibilidad de humedad en el suelo, especies con sistema radicular más profundo (como son las leguminosas) alargarán su período de crecimiento; en cambio, si el factor limitante del crecimiento es temperatura baja, entonces especies con óptimos de temperatura más bajas continuarán creciendo en épocas frías.

Fertilización

Normalmente el nitrógeno es el factor limitante para el crecimiento de las gramíneas tropicales, aún cuando factores como la humedad y temperatura sean adecuados para el crecimiento. La magnitud de la respuesta a la fertilización con nitrógeno es dependiente fundamentalmente del potencial de crecimiento de la especie forrajera y del contenido de nitrógeno del suelo.

Bajo condiciones de Puerto Rico se ha observado que especies con alto potencial de producción de biomasa, como es el caso del elefante, responden casi linealmente a la fertilización con nitrógeno hasta niveles tan altos como 800 kg N/ha/año; especies con mediano potencial como guinea, estrella, braquiaria y alemán responden casi linealmente hasta niveles entre 400 y 600 kg N/ha/año. En cambio, especies con bajo potencial de producción de biomasa forrajera, como es el caso del gordura responden casi linealmente sólo a niveles inferiores a los 200 kg N/ha/año (Figura 5).

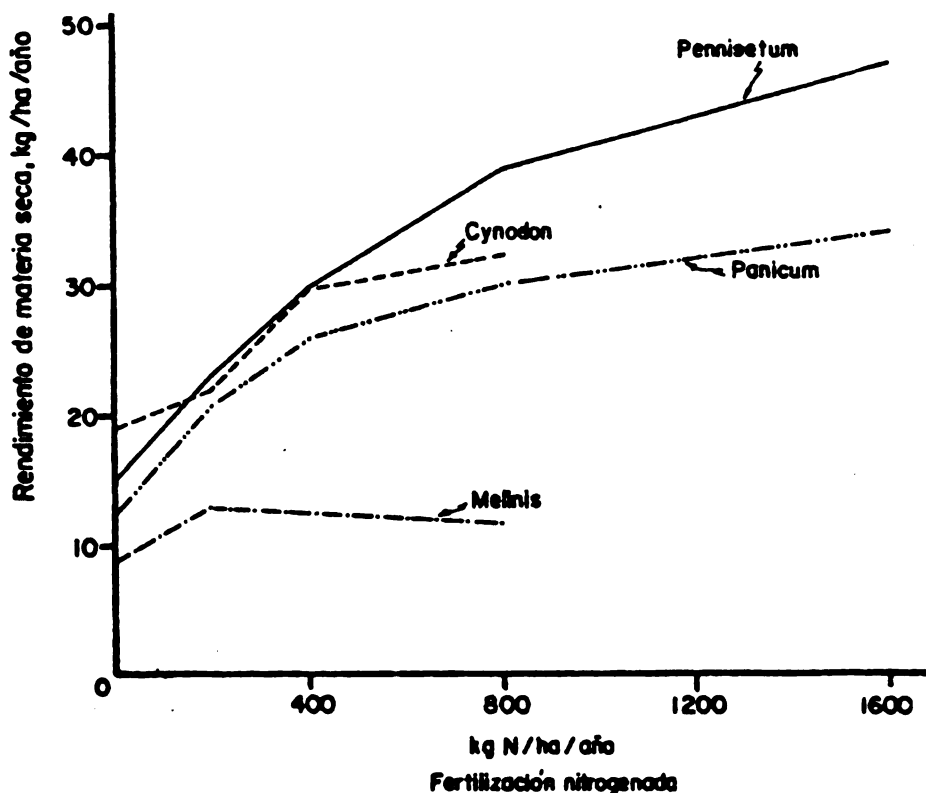


Fig. 5 Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la producción de forraje (Vicente Chandler et al, 1974).

Se ha tomado como ejemplo el caso del nitrógeno, sin que ello signifique que éste sea el único nutriente que requieren las gramíneas tropicales; pues éstas, al igual que las demás especies vegetales, tienen también requerimientos por otros elementos minerales (P, K, Mg, S, Ca, B, Zn, etc.).

La fertilización nitrogenada también puede modificar el patrón de crecimiento de las gramíneas tropicales. En este sentido, se ha utilizado como práctica para incrementar la disponibilidad de forraje durante el período seco, el uso de niveles altos de nitrógeno en las etapas finales del período de lluvias, tal como se ilustra en la Figura 6. Esta técnica es capaz de modificar la tasa de crecimiento del pasto durante dicha etapa, con el consiguiente incremento en la cantidad de forraje remanente en los potreros de uso diferido durante el período seco; sin embargo, ello no detiene la pérdida de calidad nutritiva del pasto, durante el período seco.

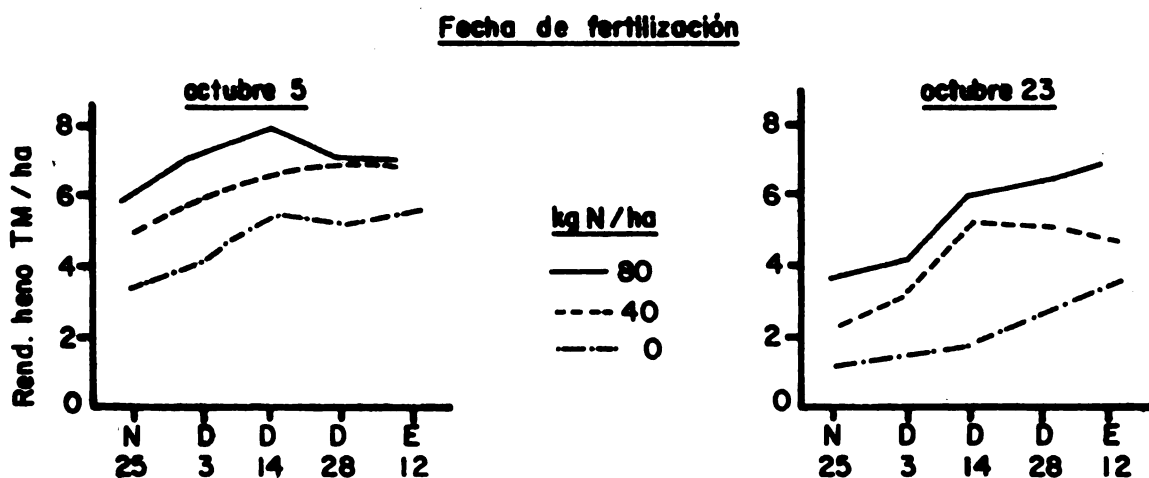


Fig. 6 Producción de heno de jaragua (15% de humedad) bajo diferentes niveles de nitrógeno como fertilización estratégica de verano (Andrade et al, 1964)

Riego

La irrigación de los pastizales es otro factor que puede modificar la producción y patrón de crecimiento de las especies forrajeras, especialmente donde el factor humedad en el suelo o precipitación constituye el factor más crítico. Sin embargo, la conveniencia de esta práctica estará determinada básicamente por criterios de tipo económico, particularmente si se compara el uso de agua en potreros frente a otras alternativas de tipo agrícola.

POTENCIAL DE LOS PASTOS TROPICALES PARA LA PRODUCCION DE LECHE Y CARNE

El potencial de un pasto para la producción de leche y carne está definido por su calidad nutritiva y por su capacidad de producción de biomasa forrajera. El factor calidad nutritiva del forraje se reflejará en la cantidad de leche producida por vaca o en la ganancia de peso por animal, mientras que su potencial de rendimiento se reflejará en la capacidad de soporte (carga) de la pastura, la cual se expresa como número de vacas por hectárea. Del producto de la cantidad de leche producida por vaca y el número de vacas sostenidas por hectárea se obtiene la cantidad de leche producida por hectárea. De una manera similar puede estimarse la producción de carne por hectárea.

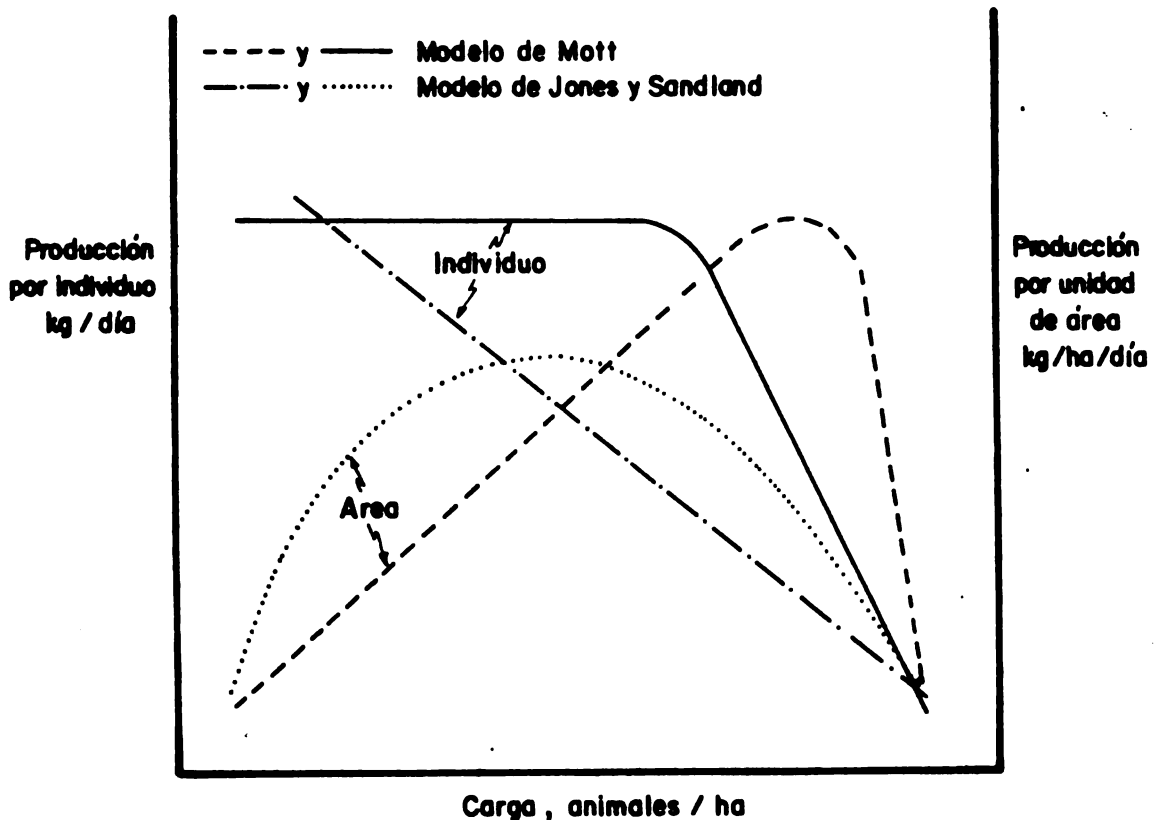


Fig. 7 Relaciones entre carga animal con producción por animal y por hectárea (Adaptado de Roberts, 1978)

Se reconoce que existe una relación bien definida entre la carga animal o la disponibilidad de forraje por animal, con la producción de leche o carne por animal y por hectárea. En la Figura 7 se muestran las relaciones teóricas entre estas variables, las mismas indican en términos generales que a cargas bajas se obtiene la máxima producción por animal, la cual está determinada por la capacidad genética de los animales. Luego, a medida se incrementa la carga animal, o lo que es lo mismo, se reduce la disponibilidad de forraje por animal, se provoca una disminución en la producción de leche o en la ganancia de peso por animal. En cambio, la producción por hectárea se incrementa con la carga animal hasta un punto (el cual coincide aproximadamente con el momento en que se alcanza el 85 a 90 de la máxima respuesta por animal), a partir del cual la producción por hectárea también declina. En el Cuadro 3 se presentan datos numéricos respecto a las relaciones entre carga animal y producción de leche por vaca y por hectárea en pasto Kikuyu fertilizado.

Cuadro 3. Efecto de la carga animal sobre la producción de leche en pasto Kikuyu fertilizado con 336 kg N/ha/año^{a/}.

AÑO	CARGA ANIMAL (VACAS/HA)	PROD. DE LECHE POR VACA KG/DIA	PROD. DE LECHE POR HECTAREA KG/AÑO
I	2.47	8.68	6093
1050 mm	3.29	8.23	7606
	4.94	7.44	10216
II	2.47	7.17	4851
747 mm	3.29	6.92	5757
	4.94	6.85	8561

a/ Colman y Kaiser (1974)

Calidad nutritiva de los forrajes tropicales

A un mismo estado fisiológico, los pastos tropicales tienen menores contenidos de proteína, mayores concentraciones de fracciones fibrosas, menor digestibilidad y menor índice de consumo que los pastos provenientes de las zonas templadas. Esto no sólo es debido a que a altas temperaturas, normalmente presentes en las áreas tropicales, se produce un aceleramiento en el proceso de maduración de los forrajes, sino que existen factores de tipo genético que determinan las diferencias en calidad nutritiva entre las especies tropicales y las de zona templada.

Son muchos los factores determinantes de la calidad nutritiva de los forrajes, entre ellos se citan factores propios de la planta (especie, edad, morfología, etc.), factores ambientales (temperatura, precipitación, fertilidad del suelo) y factores del manejo que el hombre ejerce sobre la pastura (intensidad y frecuencia de defoliación, fertilización, etc.).

El factor edad o estado de madurez de la planta es tal vez el más importante como determinante de la calidad nutritiva del forraje. En la Figura 8 se presentan las relaciones entre el estado de madurez y diferentes parámetros de calidad nutritiva. La tasa de disminución de digestibilidad en pastos tropicales es del orden de 0.1 unidades en por ciento por día, mientras que el valor correspondiente para gramíneas de zona templada es de 0.5 unidades en por ciento por día. Por otro lado, la tasa de disminución de digestibilidad es mayor en gramíneas tropicales que en leguminosas tropicales, esto hace que las últimas mantengan por mayor tiempo su calidad nutritiva.

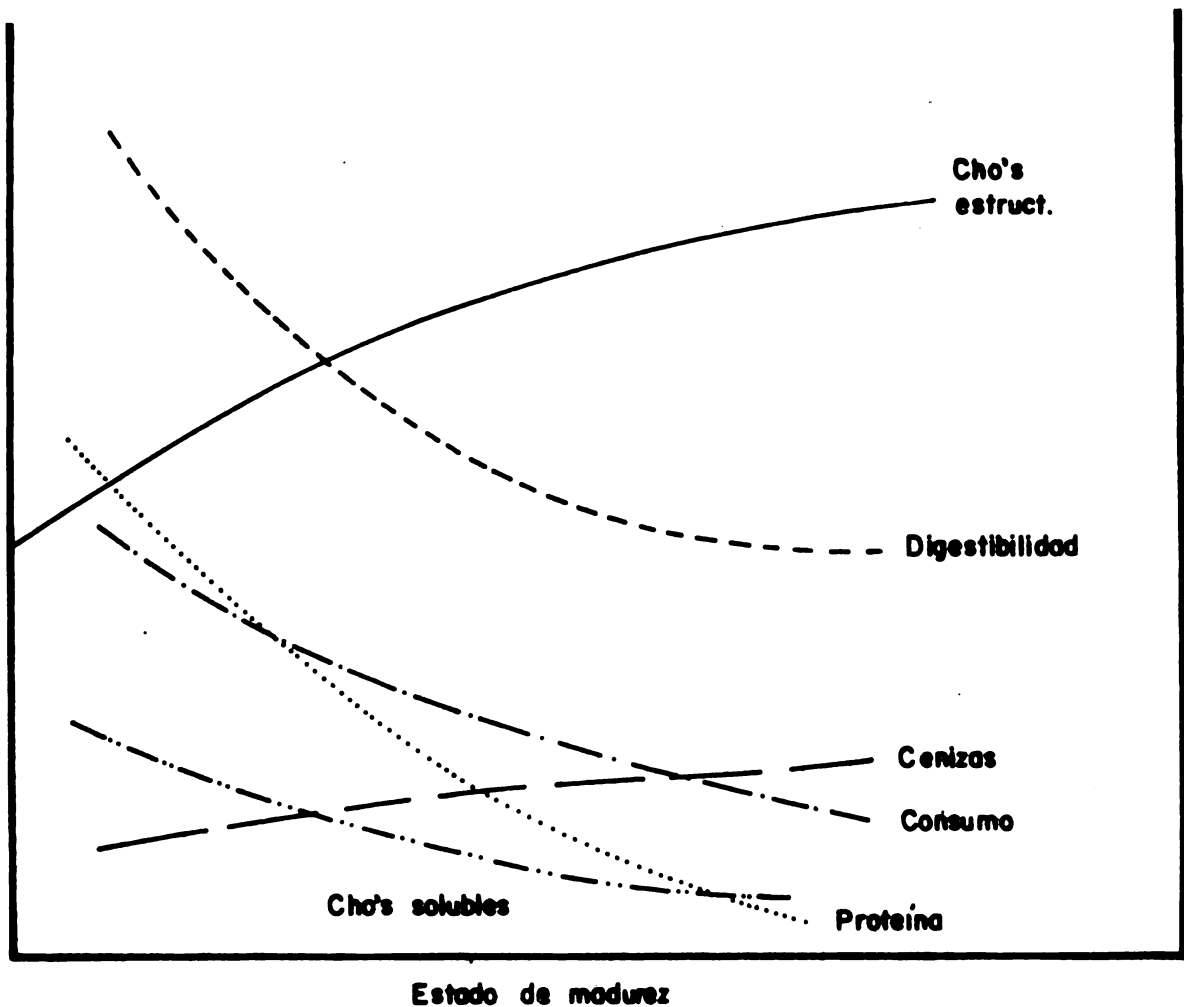


Fig. 8 Cambios en diferentes parámetros de calidad nutritiva, en función del estado de madurez (Pezo ,1981)

En cuanto al contenido proteico, las gramíneas tropicales presentan niveles relativamente altos en los estadios iniciales de crecimiento, para luego caer marcadamente hasta antes de la floración. Esta disminución en el contenido proteico continua hasta la madurez, momento en que el nitrógeno es traslocado de las hojas a los tejidos de reserva (bases de tallos y raíces). Al igual que la digestibilidad y el contenido proteico, el consumo voluntario también se ve afectado negativamente por la madurez del forraje. Por otro lado, el consumo de leguminosas tropicales es más alto que el de gramíneas tropicales, pero no tan alto como el observado en leguminosas de zona templada, como es el caso de la alfalfa.

Otro factor que es determinante de la calidad nutritiva del forraje que el animal ingiere es la selectividad. Esta puede ser ejercida tanto a favor de especies, como de porciones o de fracciones de la planta. En el Cuadro 4 se presentan el contenido de proteína cruda y la digestibilidad de una gramínea tropical (Setaria anceps var. Kazungula) en función de la porción de la planta (superior, media y basal) y de la fracción analizada (hojas y tallos).

Cuadro 4. Valor nutritivo de diferentes porciones de Setaria anceps var. Kazungula^{a/}.

PORCIÓN DE LA PLANTA	DIGESTIBILIDAD		PROTEÍNA CRUDA	
	%		%	
	<u>Hojas</u>	<u>Tallos</u>	<u>Hojas</u>	<u>Tallos</u>
Superior	59.1	58.5	10.0	4.0
Media	57.1	54.4	6.9	2.6
Basal	55.6	49.2	4.2	1.3

a/ Stobbs (1973)

Es obvio que factores del manejo de la pastura que tengan incidencia sobre la selectividad, ejercerán un efecto sobre la calidad del forraje consumido. Uno de los factores de manejo que afectan la calidad nutritiva del forraje ingerido es la carga animal o la presión de pastoreo, estableciéndose en términos generales que a mayor presión de pastoreo el animal tiene una menor capacidad de selección y consecuentemente, ingerirá un alimento de menor calidad. Sin embargo esta relación no es lineal, pues a presiones de pastoreo bajas la eficiencia de utilización de la pastura se reduce y ello redundará en una acumulación de material forrajero de menor calidad, problema que aparentemente no puede ser superado mediante la selectividad (Cuadro 5).

Otra manifestación del efecto de la selectividad sobre la calidad nutritiva del forraje ingerido, es ilustrado por la relación inversa que existe entre días de permanencia en el potrero con el contenido de proteína cruda, digestibilidad de materia orgánica en el forraje consumido y la producción de leche, tal como se muestra en el Cuadro 6.

Cuadro 5. Efecto de la presión de pastoreo sobre la producción de leche en "rye-grass"^{a/}.

PARAMETRO	PRESION DE PASTOREO (KG MS/VACA/DIA)		
	11.4	15.9	20.4
Utilización de la pastura, %	92	75	58
Consumo, kg MO/vaca/día	9.9	11.9	10.8
Digestibilidad MS, %	77.9	78.1	76.4

a/ Greenhalgh (1970)

Cuadro 6. Contenido de proteína cruda, digestibilidad de materia orgánica y producción de leche, en función del largo del período de permanencia en potreros de estrella africana^{a/}.

DIAS DE PERMANENCIA	PROTEINA CRUDA %	DIGESTIBILIDAD %	PROD. DE LECHE KG/VACA/DIA
1	14.9	68.0	5.4
2	12.7	63.2	5.8
3	12.4	61.4	6.0
4	11.1	56.8	5.9
5	11.0	58.3	5.8
6	10.4	56.9	5.4

a/ Gutiérrez (1974)

En resumen, las especies tropicales tienen menor digestibilidad y consumo que las especies de zona templada. El consumo de energía digerible parece ser el principal factor limitante de la producción lechera, cuando ésta se basa en pastos tropicales. Sin embargo, bajo ciertas condiciones, la proteína también puede constituirse en un factor limitante para la producción de leche.

Producción de leche basada en pasturas

Producción de leche por vaca

Previamente, se ha manifestado que la calidad nutritiva del pasto se refleja en la producción de leche obtenida por vaca. En el caso específico de los pastos tropicales pastoreados en estadios tempranos de crecimiento, los niveles de producción de leche obtenidos han variado de 1800 a 2400 kg/vaca/año; en cambio, con especies de zona templada, a estadios de crecimiento equivalente, se han alcanzado de 3300 a 3800 litros/vaca/año. Por otro lado, con pastos tropicales semi-maduros los niveles de producción de leche obtenidos se reducen hasta 1000 a 1400 kg/vaca/año (Cuadro 7).

Cuadro 7. Resumen de resultados de investigación con pasturas tropicales y de zona templada, en términos de digestibilidad y producción de leche por vaca^{a/}.

DIETA	DIGESTIBILIDAD	MAXIMA PRODUCCION POR ANIMAL
		KG LECHE/VACA/AÑO
<u>Pasturas tropicales</u>		
1. Estado vegetativo	60-65	1800-2400
2. Semi-maduras	50-55	1000-1400
<u>Pasturas Zona Templada</u>		
Estado vegetativo	70-80	3300-3800
Con concentrados	80-85	4400-4900

a/ Adaptado de Stobbs (1976)

Si la producción de leche se expresa en términos de producción diaria, se puede señalar que con gramíneas no fertilizadas rara vez se alcanzan niveles de producción superiores a los 6 a 7 kg de leche/vaca/día (Cuadro 8); mientras que las asociaciones gramínea/leguminosa o las gramíneas fertilizadas normalmente permiten producir de 8 a 9 kg de leche/vaca/día, (Cuadros 9 y 10), aunque hay datos en la literatura hasta de 13 kg de leche/vaca/día producidos con base en asociaciones de gramíneas y leguminosas tropicales (Cuadro 10).

Cuadro 8. Producción de leche por vaca y por hectárea utilizando gramíneas tropicales no fertilizadas ^{a/}.

PAIS	PASTURA	CARGA VACAS/HA	PRODUCCION DE LECHE	
			KG/VACA/DIA	KG/HA/AÑO
Australia	Kikuyu + Paspalum + Axonopus	1.5	6.9	2667
		1.0	7.2	2044
	Natural, 74%	0.8	6.0	1378
Costa Rica	Guinea	1.0	6.9	2667
Brazil	Pangola	1.5	6.9	3759

^{a/} Adaparado de Stobbs (1976)

Cuadro 9. Producción de leche por vaca y por hectárea utilizando gramíneas tropicales fertilizadas con nitrógeno sin suplementación ^{a/}.

PAIS	PASTURA	CARGA VACAS/HA	PRODUCCION DE LECHE	
			KG/VACA/DIA	KG/HA/AÑO
Australia	Pangola (irrigado)	6.9	10.9	17408
		8.9	6.5	22466
	Kikuyu	2.5	7.8	5351
		3.3	7.1	6227
		4.7	6.9	9000
Brazil	Pangola	2.2	8.7	7008
Costa Rica	Pangola	2.6	6.7	6014
Perú	Jaragua	1.9	10.7	4266
	Brachiaria	2.1	10.2	5002
	Brachiaria	3.3	8.6	10430
Puerto Rico	Guinea, Estrella, Pangola, Elefante	2.5	11.3	8488
	Estrella	2.5	10.4	7775

^{a/} Adaptado de Stobbs (1976)

Cuadro 10. Producción de leche por vaca y por hectárea utilizando asociaciones de gramíneas y leguminosas tropicales^{a/}.

PAIS	PASTURA	CARGA VACAS/HA	PRODUCCION DE LECHE	
			KG/VACA/DIA	KG/HA/AÑO
Australia	Natural + 20% Vicia	1.0	8.9	2777
	Natural + Glycine wightii, Trifolium subterraneum, Vicia Sativa	1.5	8.6	3200
	Kikuyu + Glycine wightii	1.8	9.3	4711
	Guinea + Glycine wightii	1.3	13.7	4954
		1.6	12.4	5351
		1.9	13.3	6437
2.5		12.7	8221	
Brazil	Pangola + Centro- sema pubescens	1.7	7.3	4526

a/ Adaptado de Stobbs (1976)

Producción de leche por hectárea

La producción de leche que se puede obtener por hectárea, tal como se manifestó anteriormente, es función de la producción que se puede obtener por vaca y de la capacidad de soporte de la pastura. En los Cuadros 8, 9 y 10 se presentan algunos datos de la literatura respecto a la producción de leche obtenida por hectárea cuando los animales pastorearon gramíneas tropicales no fertilizadas, fertilizadas y asociaciones gramíneas/leguminosas, respectivamente.

A manera de resumen, en el Cuadro 11 se muestran las gradientes en capacidad de soporte de las pasturas y en producción de leche por hectárea a medida se intensifica el manejo de las pasturas. Se observa que mientras con gramíneas no fertilizadas la carga animal es de 0.8 a 1.5 vacas/ha y la producción de leche es de 1000 a 2500 kg/ha/año; en cambio, en el grado máximo de intensificación, es decir gramínea tropical fertilizada e irrigada, la carga animal es de 6.9 a 8.9 vacas/ha y la producción de leche es de hasta 22000 kg/ha/año.

Cuadro 11. Resumen de resultados de investigación con pasturas tropicales en términos de carga animal y producción por hectárea^{a/}.

PASTURA	CARGA	PRODUCCION DE LECHE
	VACAS/HA	KG/HA/AÑO
Gramínea no fertilizada	0.8 - 1.5	1000 - 2500
Gramínea/leguminosa	1.3 - 2.5	3000 - 8000
Gramínea fertilizada	2.5 - 5.0	4500 - 9500
Gramínes fertilizada e irrigada	6.9 - 9.9	15000 - 22000

a/ Stobbs (1976)

Producción de carne basada en pasturas

Ganancia de peso por animal

Anteriormente se indicó que la ganancia de peso obtenida por animal es una manifestación de la calidad de la pastura, además de que está influenciada por el potencial genético de los animales. También se ha manifestado que la ganancia por animal es dependiente de la carga animal que soporta una pastura. Por estas razones y con el fin de dar una idea de la calidad de las pasturas tropicales, en el Cuadro 12 se resumen algunos datos de ganancia diaria de peso presentes en la literatura, todos ellos determinados bajo condiciones de baja carga animal. En términos generales, las ganancias de peso han oscilado entre 0.50 y 0.91 kg/animal/día y éstas son menores que las que pueden obtenerse con pasturas de zona templada (hasta 1.3 kg/animal/día). Esto último refuerza la afirmación de que las pasturas tropicales son de menor calidad que las de zona templada.

Producción de carne por hectárea

La producción por hectárea es una mejor expresión del potencial de las pasturas para producir carne, ya que combinan los aspectos cualitativos y de disponibilidad. En los Cuadros 13, 14 y 15 se presentan datos de capacidad de carga, ganancia de peso por animal y producción por hectárea en pastizales naturales y en aquellos con los que se han introducido leguminosas, para áreas con precipitaciones anuales de 600 a 950 mm, 950 a 1500 mm y más de 1500 mm, respectivamente.

En estos cuadros se hace evidente la mejora que ejerce la introducción de leguminosas, tanto en asociación con gramíneas como en áreas separadas, las que se han dado en llamar "bancos de proteína". Se observa además, cómo la ventaja de la introducción de leguminosas se hace más notoria durante

el período seco, como consecuencia de que ellas mantienen su calidad nutritiva por mayor tiempo, al tener un sistema radicular más profundo.

Cuadro 12. Máximas ganancias de peso obtenidas en pastoreo de praderas tropicales ^{a/}.

PAIS	ESPECIE DE PASTO	GANANCIA DIARIA KG/ANIMAL	AUTOR
Australia	Chloris gayana	0.79	Christian y Shaw, 1952
	Heteropogon contortus	0.91	Shaw, 1961
	Cenchrus ciliaris	0.90	Smith, 1970
	Panicum maximum	1.10	Smith, 1970
Brazil	Panicum maximum	0.82	Quinn <u>et al</u> , 1960
	Hyparrhenia rufa	0.81	Quinn <u>et al</u> , 1960
	Cynodon dactylon	0.66	Quinn <u>et al</u> , 1963
	Melinis minutiflora	0.88	Quinn <u>et al</u> , 1963
Rodesia	Pastizal natural	0.86	Barnes 1965
Uganda	Hyparrhenia rufa y Chloris gayana	0.50	Joblin, 1963
	Pennisetum purpureum	0.64	Motta, 1956

^{a/} Adaptado de Smith (1970)

Es interesante anotar también cómo las producciones de carne por hectárea obtenidas con asociaciones de gramínea/leguminosa, en áreas con más de 1500 mm (Cuadro 15), son iguales o menores que las alcanzadas en zonas con 950 a 1500 mm (Cuadro 16). Bajo estas condiciones en cambio, las producciones de carne por hectárea con gramíneas fertilizadas llegan hasta niveles de 1800 kg/ha/año. De estos resultados se hace evidente que bajo condiciones del trópico húmedo y muy húmedo hay un alto potencial para la producción bovina basada en gramíneas fertilizadas; sin embargo, el alto costo de fertilizantes exige el realizar mayor investigación tendiente al desarrollo de alternativas de producción bovina basadas en el uso de asociaciones gramínea/leguminosa, las cuales tengan presente fundamentalmente la persistencia de la leguminosa en el pastizal.

A manera de resumen, en el Cuadro 17 se presenta el potencial de producción de carne para diferentes tipos de pasturas, bajo diferentes ambientes.

Cuadro 13. Producción de carne basada en pasturas, en zonas de Australia con una precipitación anual de 600 a 950 mm^{a/}.

TIPO DE PASTURA	CARGA ANIMALES/HA	GANANCIA DE PESO		AUTOR
		KG/ANIM/DIA	KG/HA/AÑO	
Nativa	0.27	0.11	11	Shaw, 1961
Nativa + S. humilis	0.47	0.30	51	
	0.61	0.38	85	
Nativa	0.27	0.25	27	Shaw y t' Mannetje, 1970
Nativa + Fertilizante	0.62	0.14	32	
Nativa + S. guyanensis	0.62	0.30	68	
Nativa + S. guyanensis	0.74	0.37	103	
Nativa + S. guyanensis + Fertilizante	0.94	0.46	163	
<u>Estación seca</u>				
Nativa	0.17	-0.29	-5.5*	Norman, 1970
Nativa + S. guyanensis	3.0	0.44	150	
Nativa + 1000 kg/ha S. guyanensis	1.64	0.19	59**	Norman, 1970
Nativa + 4000 kg/ha S. guyanensis	1.64	0.29	92	
Nativa + 7000 kg/ha S. guyanensis	1.64	0.44	136	

* Ganancia en un período de 112 días

** Ganancia en un período de 190 días

a/ Whiteman (1976)

En él queda claro el limitado potencial de los pastizales naturales, cómo puede ser éste incrementado mediante la introducción de leguminosas y fertilización fosforada. Así mismo, es evidente el hecho que las asociaciones gramínea/leguminosa propias de la zona templada tienen un mayor potencial que las de la zona tropical y que en ésta última las gramíneas fertilizadas superan a las de la zona templada.

Cuadro 14. Producción de carne basada en pasturas en zonas con una precipitación anual de 950 a 1500 mm^{a/}.

PAIS	TIPO DE PASTURA	CARGA		GANANCIA DE PESO		AUTOR
		ANIMALES/ HA	KG/ANIM/DIA	KG/HA/AÑO		
Australia	Setaria anceps +	1.1	0.44	180	Jones, 1974	
	Macroptilium	1.7	0.37	235		
	atropurpureum	2.4	0.33	280		
		2.9	0.21	225		
Nigeria	Cynodon plectostachyus + Centrosema pubescens	3.2	0.19	228	Oyenuga y Olubajo, 1968	
		4.2	0.19	298		
	Hyparrhenia rufa + S. guyanensis	1.6	0.28	165	Stobbs, 1969	
		2.5	0.27	246		
		5.0	0.23	422		
	<u>Panicum maximum</u>					
	+ D. intortum	4.18	0.39	596*	Stobbs, 1969	
	+ S. guyanensis	4.24	0.35	542*		
	+ D. intortum	4.21	0.49	753**		
	+ S. guyanensis	4.28	0.53	829**		

* Novillas cebú

** Novillas cruzadas

^{a/} Whiteman (1976)

Cuadro 15. Producción de carne basada en pasturas en zonas con una precipitación anual de más de 1500 mm ^{a/}.

PAIS	TIPO DE PASTURA	CARGA ANIMALES/ HA	GANANCIA DE PESO		AUTOR
			KG/ANIM/DIA	KG/HA/AÑO	
Australia	Asociación gramínea/leguminosa (varias especies)	1.23	0.59	263	Evans y Bryan 1973
		1.65	0.49	295	
		2.47	0.36	326	
	Panicum maximum	4.2	0.22	337	Grof y Harding 1970
	P. maximum + C. pubescens	4.2	0.30	460	
I. Fiji	Dicanthium caricosum	1.5	0.22	110	Partridge y Ranacon, 1974
	D. caricosum + 10% área con Leucaena leucocephala	1.5	0.30	170	
	D. caricosum + 20% área con Leucaena leucocephala	1.5	0.50	270	
Perú	Hyparrhenia rufa	1.2	0.16	70	Toledo y Morales, 1978
		1.8	0.23	149	
		2.1	0.17	130	
	Hyparrhenia rufa + Stylosanthes guyanensis	2.1	0.40	309	Toledo y Morales, 1978
	2.4	0.40	351		
	2.7	0.34	335		
	3.0	0.34	378		

^{a/} Adaptado de Whiteman (1976)

Cuadro 16. Producción de carne basada en pasturas tropicales fertilizadas

ESPECIE	NIVEL DE	CARGA	GANANCIA DE PESO		AUTOR
	FERTILIZACION	ANIMALES/	KG/ANIM/DIA	KG/HA/AÑO	
	KG/HA/AÑO	HA*			
Pennisetum purpureum	273	5.4	0.54	1076	Vicente Chandler et al, 1974 Puerto Rico.
	478	7.2	0.56	1456	
	682	8.9	0.55	1799	
Digitaria decumbens	64	2.0	0.56	404	
	168	3.2	0.55	642	
	382	4.9	0.55	990	
	535	5.9	0.49	1070	
Cynodon nlemfuensis	273	5.4	0.51	1019	
	478	6.7	0.56	1358	
	682	7.9	0.54	1560	
Cynodon nlemfuensis	150	4.4	0.46	762	Ortega y Samudio, 1979 Panamá.
	300	4.4	0.46	768	
	450	4.3	0.50	802	
Hemarthria altissima	150	4.3	0.42	681	
	300	4.2	0.56	834	
	450	4.4	0.55	849	

* Animales de 300 kg de peso

Cuadro 17. Potencial para la producción de carne a partir de pastizales naturales y cultivados en ambientes tropicales y templados^{a/}.

TIPO DE PASTURA	ZONA TEMPLADA	TROPICO MONZONICO (5 - 6 MESES SECOS)	TROPICO HUMEDO
<u>Pastizal natural</u>			
No mejorado	100-400*	10-80	60-100
Asociado con leguminosas y fertilizado con superfosfato	200-500	120-170	250-450
<u>Pasturas cultivadas</u>			
Asociadas gramínea/leguminosa fertilizada con superfosfato	400-1200	200-300	300-800
Gramíneas fertilizadas con nitrógeno	700-1400	300-500	400-1800

* Ganancia de peso, en kilogramos por hectárea/año

^{a/} Adaptado de Simpson y Stobbs (1981)

SUPLEMENTACION DE VACAS LECHERAS EN PASTOREO

Manuel E. Ruiz, Ph.D.

SISTEMAS DE PRODUCCION DE LECHE EN EL TROPICO LATINOAMERICANO

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 documentales. 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 (lluviosa y seca) definidas y altas temperaturas. Es en este ambiente en que predomina el sistema llamado de doble propósito.

Como ilustración de lo anterior, se presenta en el Cuadro 1 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 Areas del Istmo Centroamericano, % del Total de Fincas^{a/}

SISTEMA	GUARUMAL (PANAMA)	MONTEVERDE (COSTA RICA)	MATAGALPA (NICARAGUA)
Lechería especializada	0	82	8
Doble propósito, con énfasis en:			
-Leche	0	18	92
-Carne	11	0	0
Ganadería de carne	89	0	0

^{a/}Fincas de Pequeños Productores, con áreas menores a 25 ha y con no más de 50 vacas adultas.

Guarumal, es una 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 a Guarumal, es una zona de altura entre 1000 y 1500 m sobre el nivel del mar, clasificado como bosque húmedo premontano. La precipitación es de 2500 mm (mayo a noviembre) y la fertilidad de sus suelos es intermedia. Monteverde cuenta con una planta de procesamiento de leche y que constituye la principal actividad industrial.

Matagalpa, de clima húmedo seco tropical, se encuentra a 325-760 m sobre el nivel del mar, es decir, intermedio entre Guarumal y Monteverde. La precipitación es de 1.454 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% 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 dictada por factores ecológicos y de infraestructura. Según SIECA-GAFICA (1971) en Centroamérica el sistema doble propósito constituye el 78% de las explotaciones ganaderas.

El sistema 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 doble propósito y lechería especializada

CRITERIO	DOBLE PROPOSITO	LECHERIA ESPECIALIZADA
Ordeños, veces/día	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% 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 al grado en 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^{a/}

	SISTEMA BOVINO	
	DOBLE PROPOSITO	LECHERIA ESPECIALIZADA
<u>Pastos</u>		
-Naturales, % del total	50	34
-Mejorados, % del total	50	66
<u>Control de malezas, % de los productores</u>		
-Con herbicida	43	41
-Con machete	63	88
<u>Uso de suplementos, % de productores</u>		
-Concentrados	4	31
-Subproductos y cultivos	33	10
<u>Carga, UA/ha</u>	2.2	2.5

a/ CATIE (1978)

Es claro que el desarrollo del sistema de doble propósito obedeció a criterios de mínimo riesgo (por fluctuaciones en precios de la leche y/o carne) aunque con sacrificio del nivel de producción. Así, mientras que la producción de leche en doble propósito varía entre 182 y 652 l/ha, la de lechería especializada es de 1567 l/ha (CATIE, datos no publicados). A pesar de la calidad de mínimo riesgo, el sistema doble propósito no es inmune a los efectos de 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 DE 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.

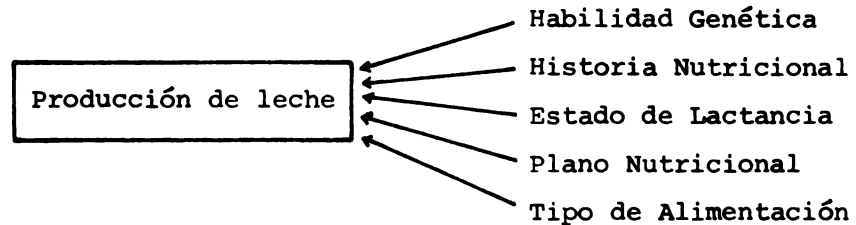


Fig. 1. Factores que influyen sobre la producción total de leche (Moe y Tyrrell, 1975).

De los factores indicados en la Figura 1, el estatus genético, la historia nutricional y el estado de lactancia son los que influyen sobre el estado fisiológico del animal y su habilidad para producir leche. Los otros dos factores determinan la cantidad y calidad de nutrientes disponibles para 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 nutrientes contenidos en él y la variación en la disponibilidad del forraje a través del año llegan a ser, en gran medida, los factores más 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 son más dependientes de la calidad y cantidad de forraje para expresar los niveles esperados de producción de leche.

LIMITACIONES DEL PASTO PARA 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)^{a/}, 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

^{a/}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^{a/}

VACAS	PASTOREO	ESTABULACION
	kg/vaca/lactancia	
Nativas	491	600
Cruzadas	1144	1727

^{a/} Patel et al. (1976)

Las limitadas producciones de leche en pastoreo obedecen al hecho que los pastos tropicales son fibrosos y que poseen una digestibilidad mediana o baja (Minson y McLeod, 1970). Por ende, 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 es contrastante con el caso de 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. Esquemáticamente, estas situaciones se plantean en la Figura 2.

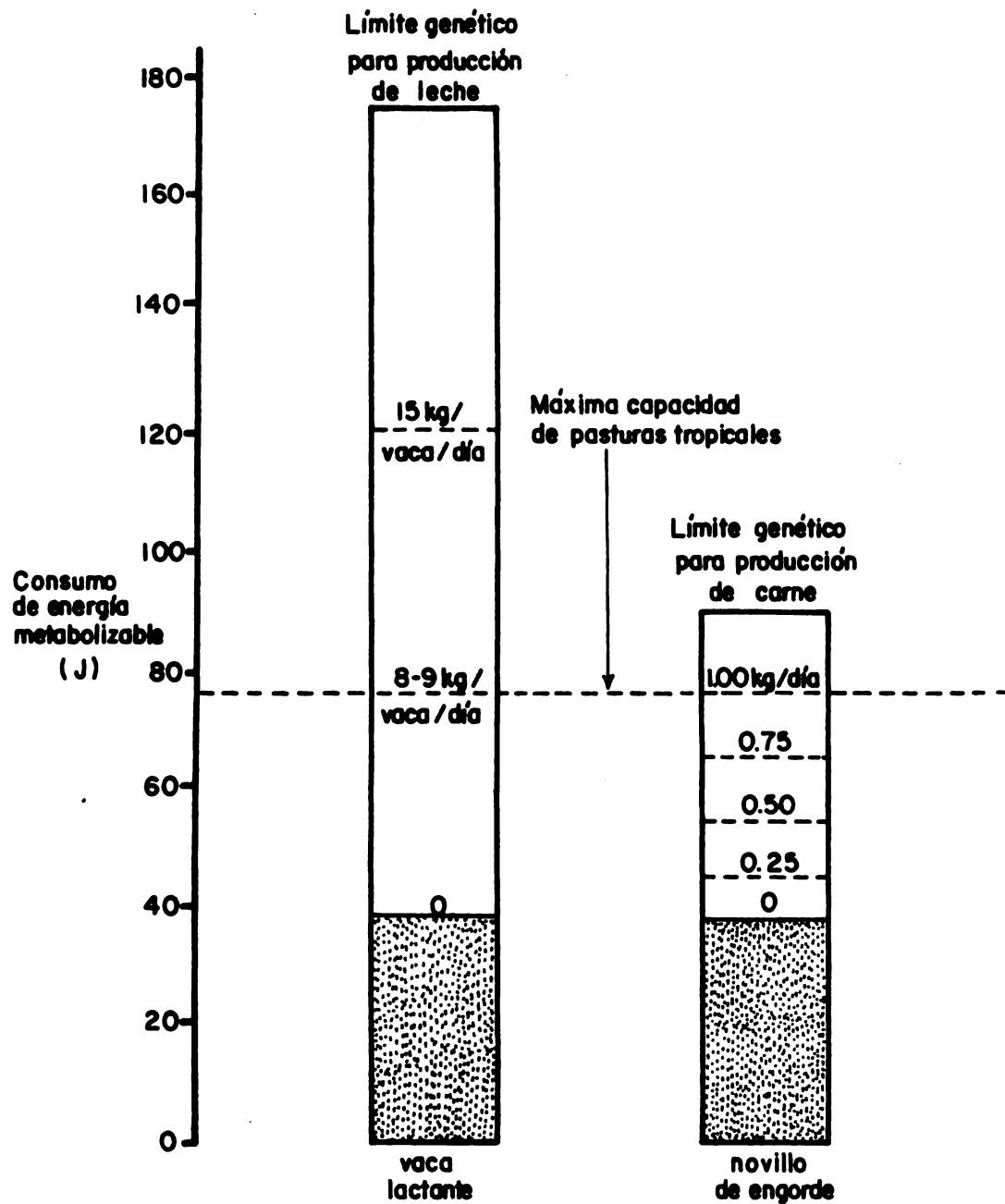


Fig. 2 Representación simple de los niveles de producción de leche o carne obtenibles de praderas tropicales con cargas bajas. Areas sombreadas representan la energía para mantenimiento; las no sombreadas a producción (basado en el ARC, 1968).

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.

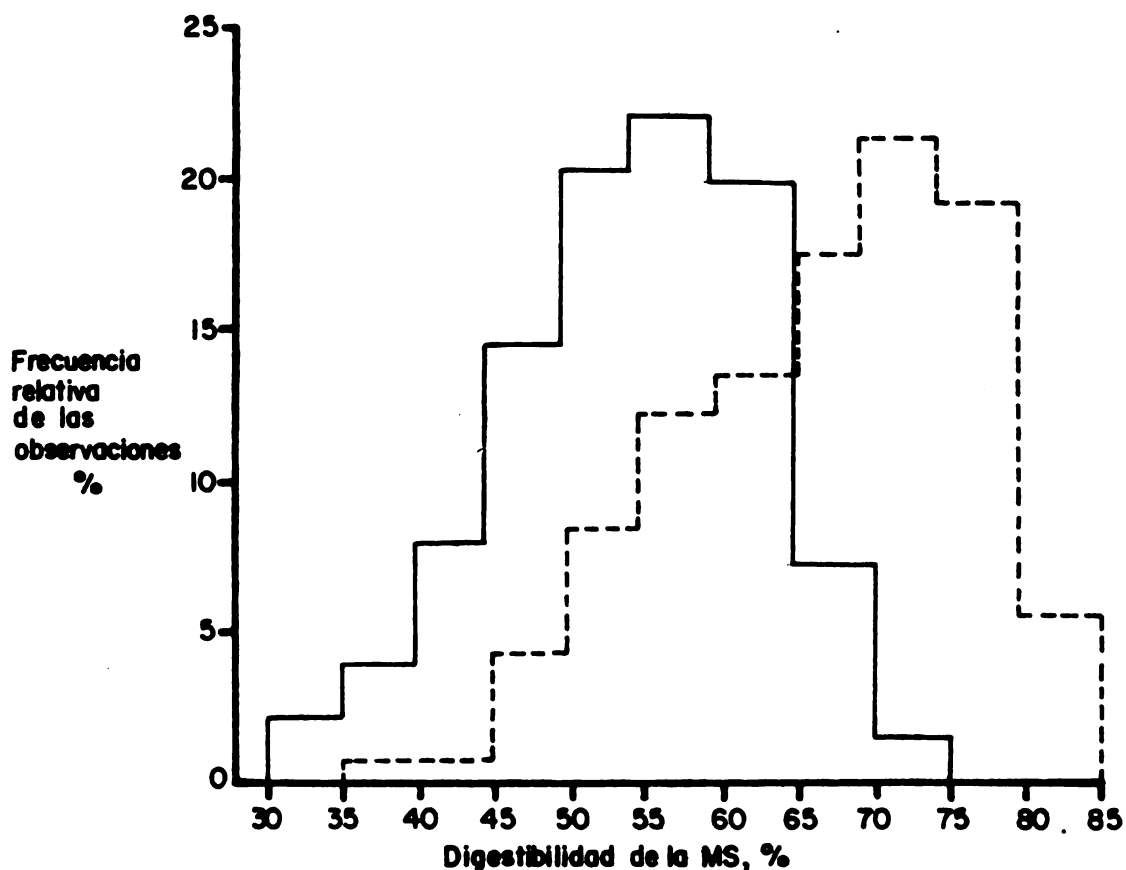


Fig. 3 Frecuencia de datos de digestibilidad de pastos tropicales (—) y de clima templado (---) cosechados a diferentes estados de crecimiento (adaptado de Minson y McLeod, 1970).

Con respecto al contenido de proteína, los pastos tropicales y de origen temperado 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.* (1971) en pasto Jaragua, en la vertiente del Pacífico en Costa Rica, establece claramente la rapidez y magnitud del empobrecimiento proteico y que éste no se evita con prácticas de fertilización (Figura 4).

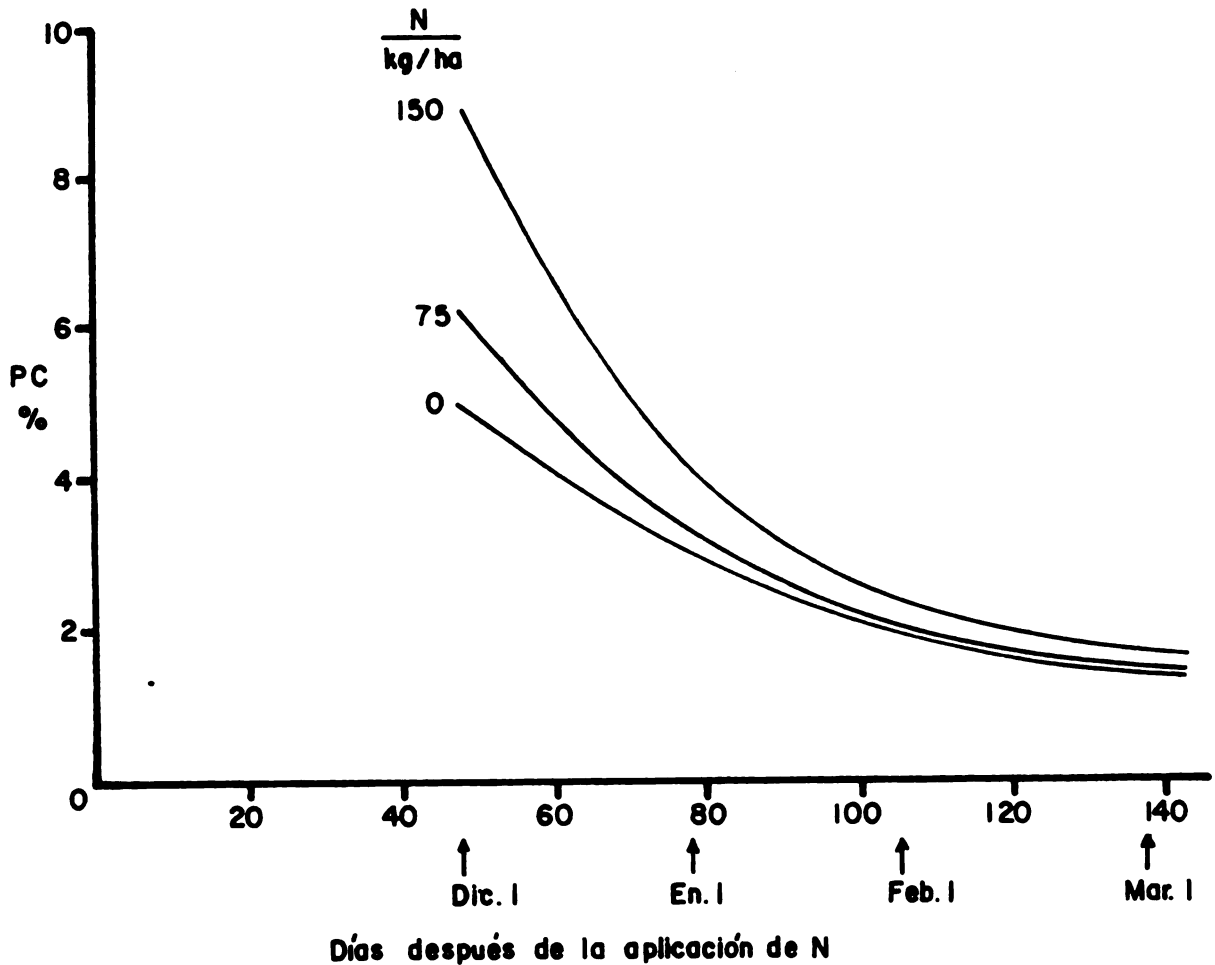


Fig. 4 Efecto de la estación seca (Dic.-Abril) sobre el tenor proteico del pasto Jaragua (gráfica basada en datos de Tergas *et al.*, 1971).

En vista de los decaimientos en el valor proteico de los pastos debe esperarse también un decaimiento 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.

Finalmente, es bien conocido 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 m sobre el nivel del mar y con un promedio de 2600 mm de lluvia anual, la producción de forraje puede disminuir en un 80% en relación con la época de máximo crecimiento (Cubillos et al., 1975).

Con tales fluctuaciones en la disponibilidad de forraje, de 100% en el trópico húmedo/seco y hasta de un 80% en el trópico húmedo, sumado a 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. Contrario a 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 constancia 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 de explotación de la habilidad de las vacas para producir leche. Sin embargo, con las limitantes antes señaladas, el productor debe plantearse ciertas posibles soluciones, para alcanzar su meta económica y lograr la mejor eficiencia posible en la utilización de sus recursos, incluyendo los animales.

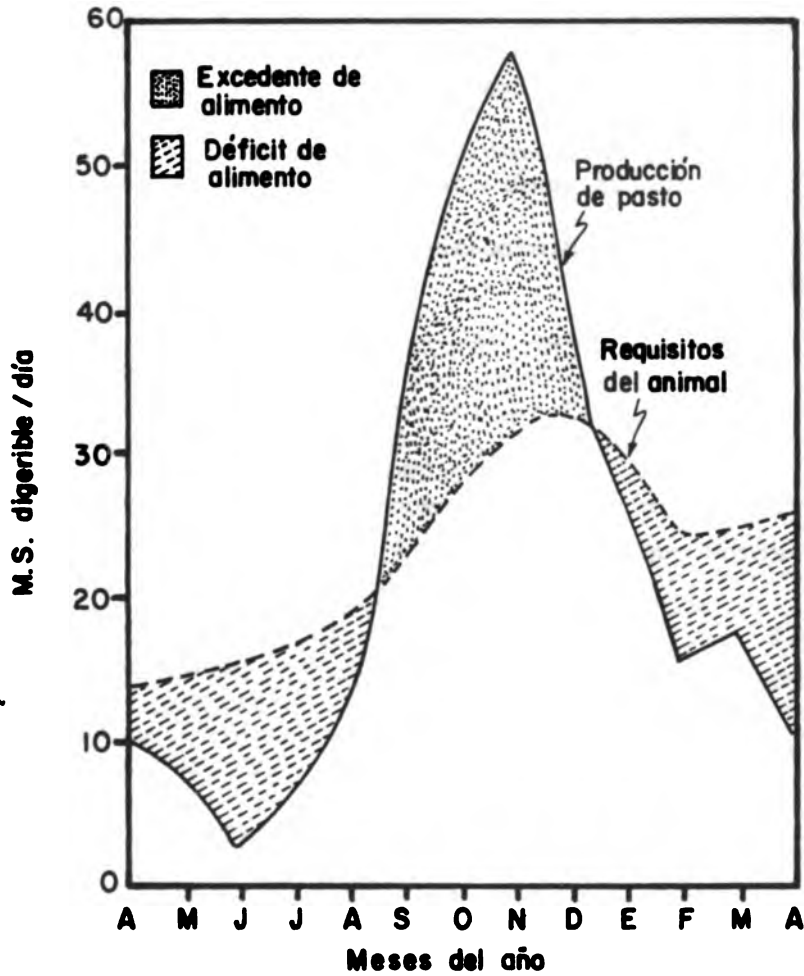


Fig. 5 Fluctuación típica de la disponibilidad del pasto durante el año y su relación a las necesidades de 4 novillos/ha.

SUPLEMENTACION: JUSTIFICACION Y DEFINICION

La alimentación suplementaria de animales en pastoreo es una de las alternativas que el productor puede aplicar para resolver la problemática planteada sobre 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 notó en el Cuadro 3. La práctica es de mayor incidencia en fincas lecheras de productores más pudientes.

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

Cuadro 6. Recursos alimenticios adicionales al pasto que usa el pequeño productor en Costa Rica^{a/}

	SISTEMA BOVINO	
	DOBLE PROPOSITO	LECHERIA 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

^{a/}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 escasez del 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 animal; 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 debe basarse en un análisis de rentabilidad económica 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 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 al animal 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 status 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 aquéllos 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 semi-estabulación 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 poco énfasis se dará a este grupo de suplementos por la amplitud del tema y porque el documento versa sobre suplementación en condiciones de pastoreo, condiciones en que poco se justifica el uso de suplementos voluminosos.

Los suplementos proteicos comprenderían alimentos con más de 20% 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 pueden presentarse situaciones de insuficiencia de nitrógeno dietético.

En la práctica es difícil, sino imposible, distinguir deficiencias proteicas de deficiencias 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 ésto causará una reducción del consumo (Egan, 1965). El efecto final es una deficiencia creada de energía para el animal. Esta es la situación que puede presentarse si el nivel de N en el forraje es menor a 1% de la MS (Blaxter y Wilson, 1963).

Como se había demostrado 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 también es 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 ende, 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 babesiana), 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 sub-productos como la melaza, derivados de la molienda de granos y forrajes de muy alta digestibilidad (como el pseudo-tallo 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 el párrafo tras-anterior, para no intentar el tratar los efectos individuales de la suplementación energética y la suplementación proteica.

NIVEL DE SUPLEMENTO

La cantidad de suplemento que se ofrecen a vacas lactantes es altamente variable. En general, existe una tendencia a usar altos niveles de suplementos para vacas de raza europea, 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	PRODUCCION DE LECHE KG/VACA	OBSERVACIONES Y REFERENCIA
Desde día 30 hasta día 120 de lactancia			
A. Concentrado, 1kg/4kg leche	Pangola	8.5 por día	A < B y A < C P (≤ 0.01) Felix (1968)
B. A + 0.5 kg melaza	Guinea, Gordura	9.2	
C. A + 1.0 kg melaza		9.1	
Desde día 84 hasta día 168 de lactancia			
A. Solo pastoreo	Pangola	9952 por lactancia	A < B < C P (≤ 0.05)
B. A + 1.9 concentrado/vaca/día		10648	
C. A + 3.8 kg concentrado/vaca/día		11557	Aronovich <u>et al.</u> (1966)
Estado de lactancia y duración sin especificar			
A. Concentrado, 1kg/vaca/día	Natural	7.0	Diferencias NS Esperance y Esquivel (1974)
B. Concentrado, 3kg/vaca/día		6.0	
C. Concentrado, 0.5kg/litro, después del 4to. litro		5.7	
Desde día 90 hasta día 174 de lactancia 5 niveles de harina de yuca (desde 0 hasta 2 kg/vaca/día)	Estrella Africana	Máximo aumento en producción de leche (14%) se obtuvo con 0.7kg/vaca/día	Diferencias no significativas. Lazarte (1978)
Desde día 130 hasta día 230 de lactancia 1.5kg melaza más niveles variables (0 hasta 1.2 kg MS/100kg PV/día) de banano	Estrella Africana	Máximo aumento en producción de leche (12%) se obtuvo con 0.2 kg MS banano/100kg PV/día	Diferencias no significativas. Villegas (1979)
Varias etapas de lactancia y durante 3 meses 0.5kg melaza con urea más niveles variables de banano verde (o hasta 1.2kg MS/100/PV/día)	Estrella Africana	Máximo aumento en producción de leche (20%) se obtuvo con 0.3 kg MS banano/100/kg PV/día	Diferencias fueron significativas. (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 3kg/vaca/día, ó 0.7kg/100kg 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 Felix (1968) y Lazarte (1978). Sólo en una situación en que el suplemento casi no tenga un 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 Felix (1968) se efectuaron en estados iniciales de lactancia y se lograron efectos significativos del suplemento. Los otros trabajos se iniciaron 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.

SUPLEMENTACION SEGUN 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 no sólo se 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, restricciones nutricionales de ellas no las afectarán tanto. No se cuenta al momento con datos del trópico pero lo que hay disponible (de países de clima templado) señalan que ya sea una restricción o exceso de alimentación durante el crecimiento de la novilla causará 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).

Cuadro 8. Efecto del plano nutricional durante el período de decrecimiento de novillas sobre la producción de leche^{a/}

TRATAMIENTO	PRODUCCION DE LECHE	REFERENCIA
Gemelas monozigotas, tratadas desde los 3 meses de edad	A > B (casi el doble)	Swanson y Spann (1954)
A. Raciones normales (sin granos después del año de edad)		
B. Granos <u>ad libitum</u>		
Desde los 4 hasta los 24 meses de edad	B > A (en la primera lactancia)	Swanson y Hinton (1962)
A. Ración restrictiva (sólo 66% de los NDT del B)	B = A (en la segunda lactancia)	
B. Raciones normales		
Desde el nacimiento hasta el primer parto	No hubo diferencias	Reid <u>et al.</u> (1963)
A. 62% del estándar de Morrison	En las primeras cuatro lactancias (Promedios,	
B. 100% del estándar de Morrison	A: 4501 kg;	
C. 146% del estándar de Morrison	B: 4594 kg;	
	C: 4440 kg)	

a/ Información extraída de la revisión 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 pico de su lactancia. Una razón principal de ello 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 pequeñas. En trabajos con pas-

turas 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 redundaría 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

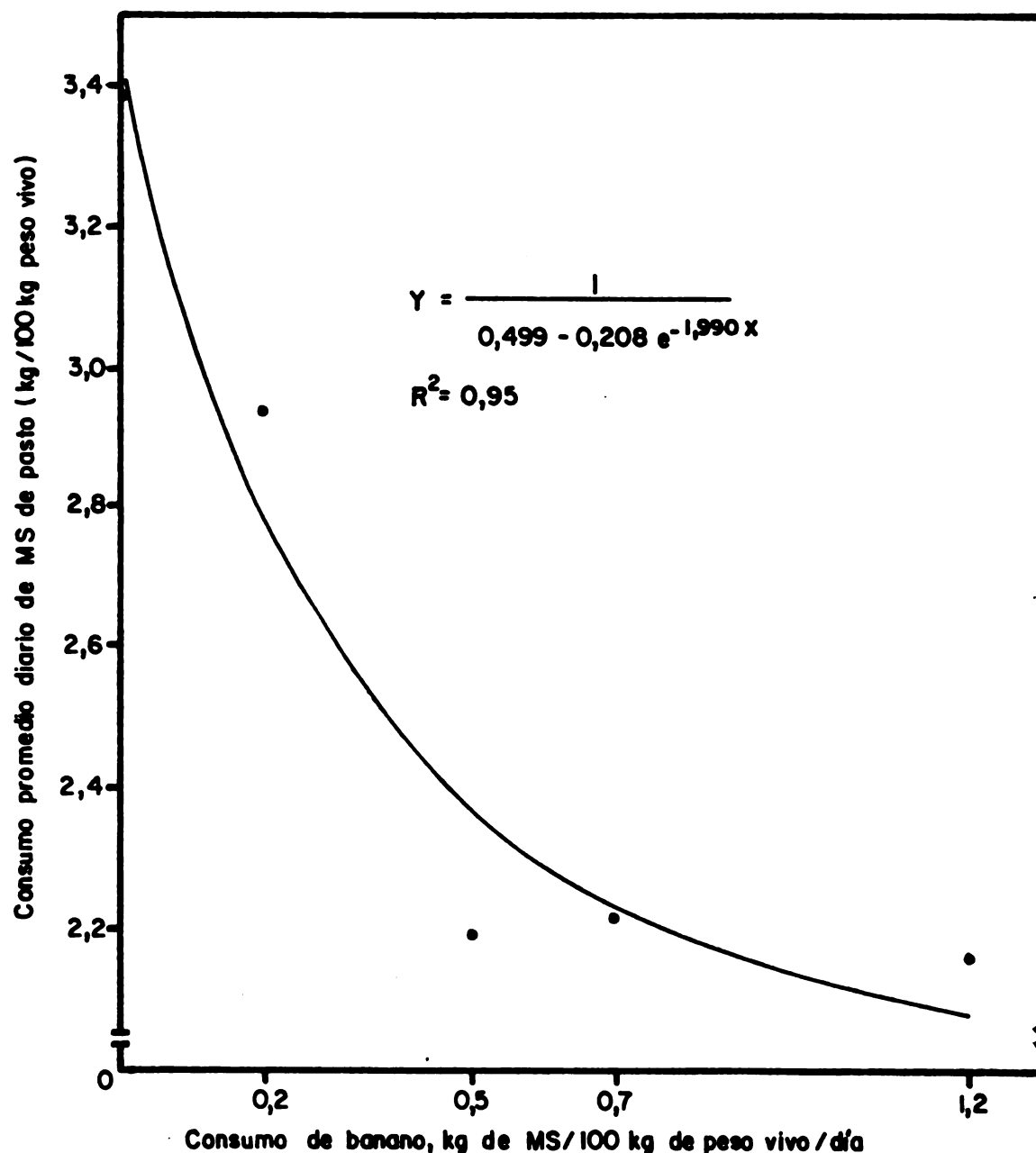


Fig. 6 Efecto de la suplementación con banano sobre el consumo de pasto Estrella en vacas lecheras (Villegas, 1979).

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 9. Respuesta a la suplementación con concentrados, en vacas alimentadas con pastos tropicales ^{a/}

PAIS	NIVEL DE SUPLEMENTACION (KG/DIA)	PERIODO DE LACTANCIA (SEMANAS)	PROD. LECHE SIN SUPLEMENTA- CION (KG/DIA)	RESPUESTA KG LECHE/ KG CONCEN- TRADO
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

^{a/} Combellas et al. (1979).

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 sub-nutrición al inicio de la lactancia el potencial lechero del animal se ve permanentemente afectado. Es decir, aun 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.

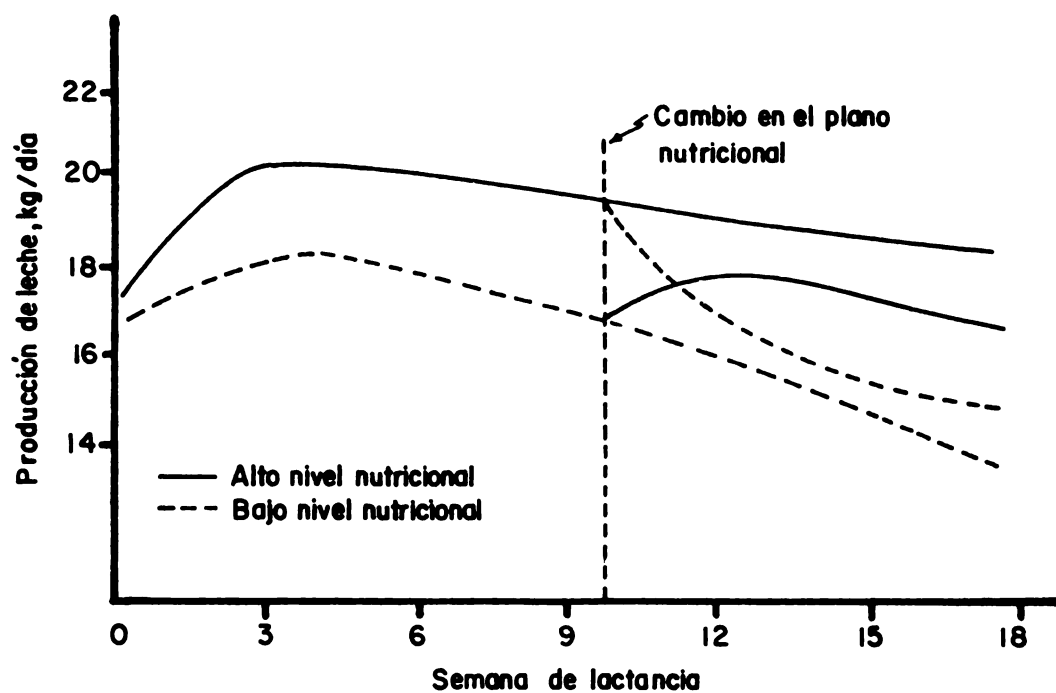


Fig. 7 Influencia del plano nutricional sobre la producción de leche. Las vacas con bajo nivel nutricional al inicio de la lactancia fallan en alcanzar un nivel óptimo de producción aún cuando se mejore su nutrición.

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.

Además, la suplementación a mitad de la lactancia no produce resultados claros porque en esta fase la vaca se encuentra en una franca recuperación de reservas perdidas al inicio de la lactancia y paulatinamente mayor proporción de los nutrientes ingeridos se destinan para este propósito antes que a producción de leche 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).

Cuadro 10. Efecto del suplemento^{a/} sobre la producción de leche y ganancia de peso en vacas lecheras entre el tercer y sexto mes de lactancia^{b/}

HORAS DE CORRAL	CONSUMO DE SUPLEMENTO KG/VACA/DIA	PRODUCCION DE LECHE, KG/VACA/DIA		GANANCIA DE PESO KG/VACA/DIA
		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

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

^{b/} Datos de Molina (1973).

Esta sección se resume indicándose 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 inicio de la lactancia es pobre.

- c. La vaca ya entró en un proceso de recuperación de peso y se reduce la prioridad fisiológica para producción de leche.

Suplementación al inicio 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 de producción al inicio 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 la lactancia.

La importancia de la alimentación al inicio 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 por que la vaca tiene una buena condición física, la producción de leche al inicio 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 deteriorizarse 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% 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 de 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 inicio 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 pico 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 esta respuesta es muy baja y nunca eleva la producción a niveles potenciales. Esta ilustración es reminiscente de los datos del

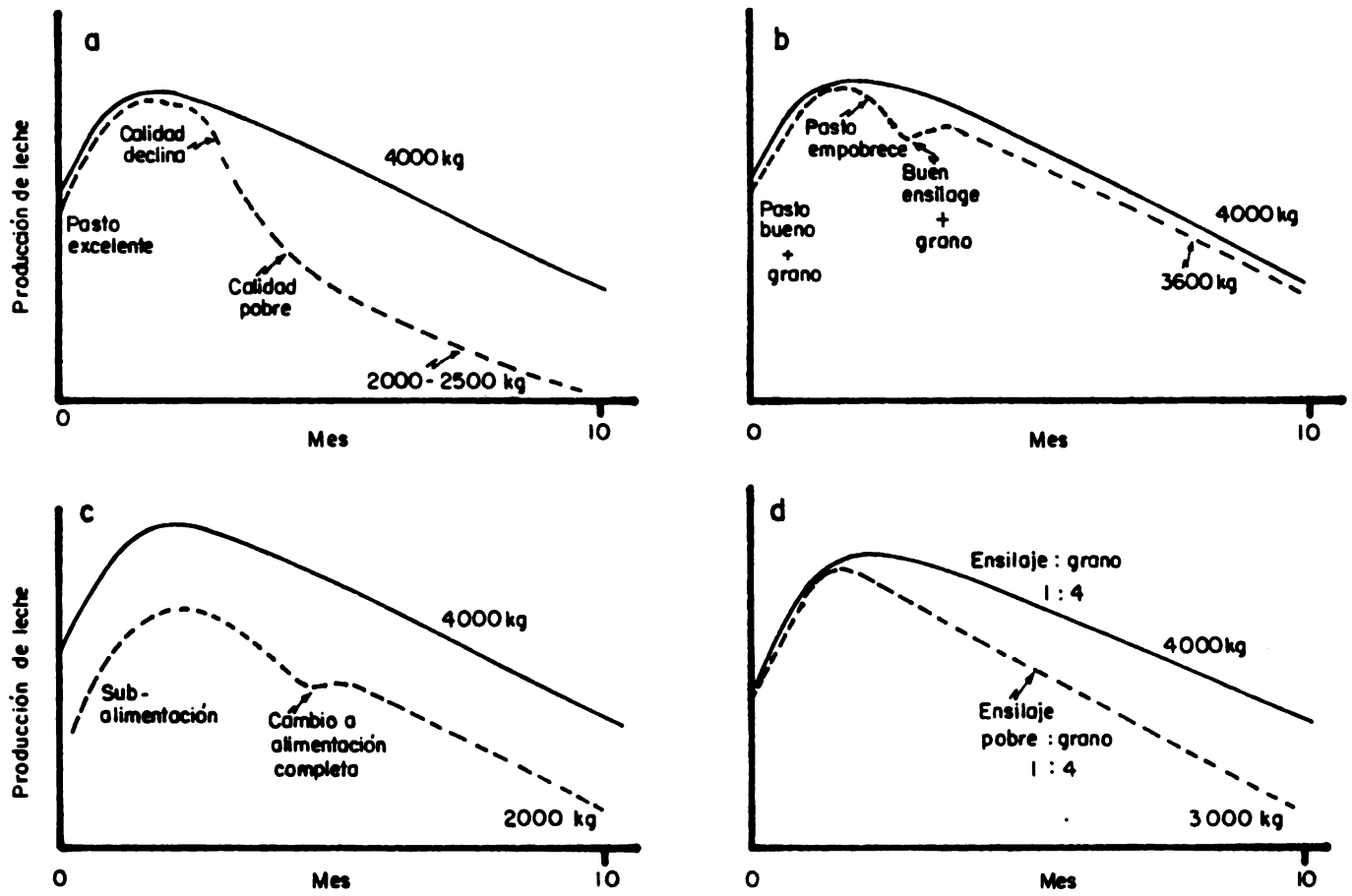


Fig. 8 Influencia del plano nutricional al inicio y a la mitad de la lactancia sobre la producción de leche.

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 inicio de la lactancia.

Finalmente, la Figura 8d ofrece un caso que, en ciertos respectos, 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 que 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 inicio de la lactancia. Si al inicio 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 inicio 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 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 a vacas en diferentes estados de lactancia a diferentes niveles de suplementación. El período de suplementación fue de 3 meses. En primer lugar, se encontró que la mejor respuesta se obtuvo al suplementar con sólo 0.3 kg MS de banano/100 kg peso vivo/día (Cuadro 11), lográndose un 20% más que en condiciones de pastoreo más 1 kg 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) ^{a/}

NIVEL DE BANANO KG MS/100KG PV/DIA	PRODUCCION PROMEDIO DE LECHE KG/VACA/DIA
Cero	7.7
0.3	9.2
0.7	7.9
1.2	8.0

^{a/} Cerdas (1981).

En segundo término, y éste es el que ocupa la atención de esta 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 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^{a/}

MOMENTO EN QUE SE INICIA LA SUPLEMENTACION DE 3 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

^{a/} 1.5 kg banano verde (base fresca/100 kg PV/día).

Por lo visto, la suplementación, para que sea más efectiva, debe iniciarse un mes antes del parto (mejorando la condición física de la vaca), al parto o 1 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 debe iniciarse 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.

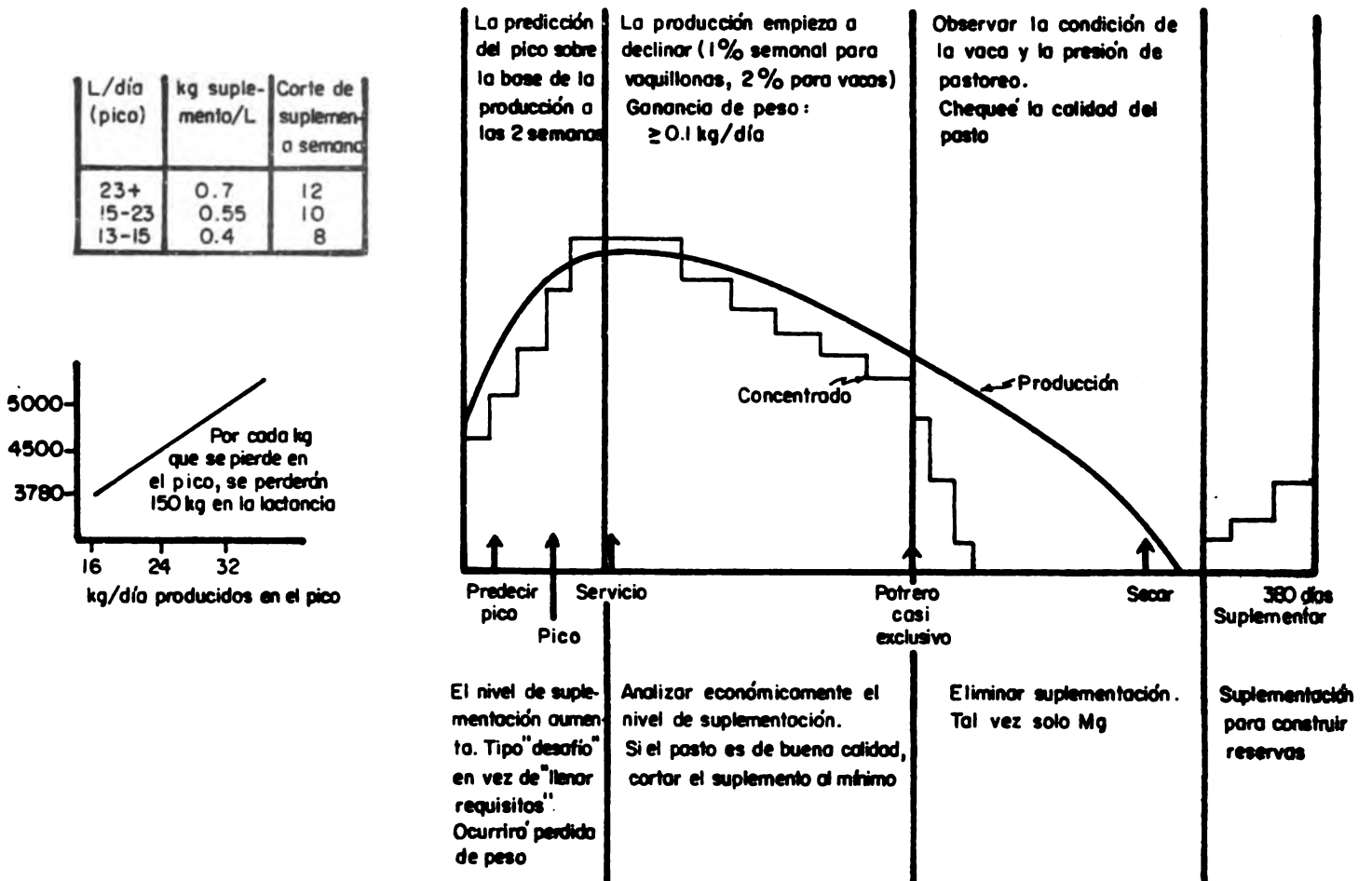


Fig. 9 Un ejemplo de un buen programa anual de alimentación de vacas lecheras (Broster y Clough, 1974).

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

Principios

Es común emplear las tablas del NRC (1978) 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:

- a. Conocer las características del pasto (energía bruta, energía metabolizable, proteína digerible).
- b. Conocer la producción de leche.
- c. Conocer los requisitos de energía neta para mantenimiento, producción de leche, preñez y pastoreo.
- d. La eficiencia de conversión de energía metabolizable (FM) a energía neta (EN) es de 58% siempre y cuando la relación $\frac{EM}{E.bruta} = 56$. 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%.

EB

El Problema

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

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

- a. Componente Animal
 - Peso de la vaca : 400 kg (89.4 kg^{3/4})
 - Lactancia : Completa, pero el nivel de producción es la incógnita
 - La vaca se sirve y queda preñada
- b. Componente Pastos
 - Especie : 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^{3/4}/día
(69.6 kcal EN₅₆*/kg^{3/4} día)
- Gestación : 185,600 kcal EN₅₆
- Lactancia : 730 kcal EN₅₆/kg leche con 4% grasa
- Pastoreo : 30% del requisito de mantenimiento

La Solución

a. Necesidades de la vaca/año

- Mantenimiento : 69.6x89.4x365 = 2271 Mcal
- Gestación : = 186 Mcal
- Pastoreo : 0.3 x 2271 = 681 Mcal
- Lactancia : = ?

b. Aportes del Pasto

- Consumo de EM : 2.8 x 4 x 2 x 365 = 8176 Mcal
- Consumo de EN : 8176 x 0.58 = 4742 Mcal (pero $\frac{EM}{EB} = 45\%$)
- Eficiencia real de conversión de EM → EN
Cuando $\frac{EM}{EB} = 45\%$: $58 - (56-45) \times 0.4\% = 53.6\%$
- Consumo de EN₅₆ : 8176 x 0.536 = 4382 Mcal

c. Energía Neta Disponible para Producción de Leche

- b - a = 1244 Mcal
- Cálculo de producción total de leche: 1244 ÷ 0.73 = 1704 kg
- Producción promedio por día : 1704 ÷ 305 = 5.6 kg

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

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.

Ahora si se desea tomar en consideración las necesidades de proteína digerible, lo mejor será usar las tablas del NRC (1978). 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 x 10 meses x 30 días =	74 kg
Mantenimiento + preñez (2 meses): $355 \times 2 \times 30 =$	21 kg
Lactancia : 1704 x 51	= 87 kg
	182 kg
Total	182 kg

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 techo 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:

- El exceso de proteína es suficiente para producir: $22000 \div 51 = 431$ kg de leche adicionales por lactancia, o sea : $431 \div 305 = 1.4$ kg más por día, elevándose ahora la producción total diaria a 7 kg leche.
- La producción de 1.4 kg de leche adicional requerirá de:

$$1.4 \times 730 = 1022 \text{ kcal EN}_{56} \text{ suplementaria por día}$$
- Si se usa melaza de caña, ésta tiene 75% MS, 4.4 Mcal EB/kg MS y 3.27 Mcal EM/kg MS. Entonces:

$$1022 \text{ kcal EN}_{56} = 1762 \text{ kcal EM si } \frac{\text{EM}}{\text{EB}} = 56\%$$

Pero $\frac{\text{EM}}{\text{EB}}$ en melaza es : $\frac{3.27}{4.4} = 74\%$ por lo tanto :

$$1022 \div 0.65 = 1572 \text{ kcal EM}$$

La cantidad de melaza a usar, sería :

$$1572 \div 3,270 = 0.48 \text{ kg MS/vaca/día}$$

$$= 0.48 \div 0.75 = 0.64 \text{ kg base fresca/vaca/día}$$

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, este aumento es de importancia sólo cuando la suplementación se lleva a cabo desde el inicio 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. Esto quedó claramente demostrado en el ejemplo previo de suplementación. 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^a

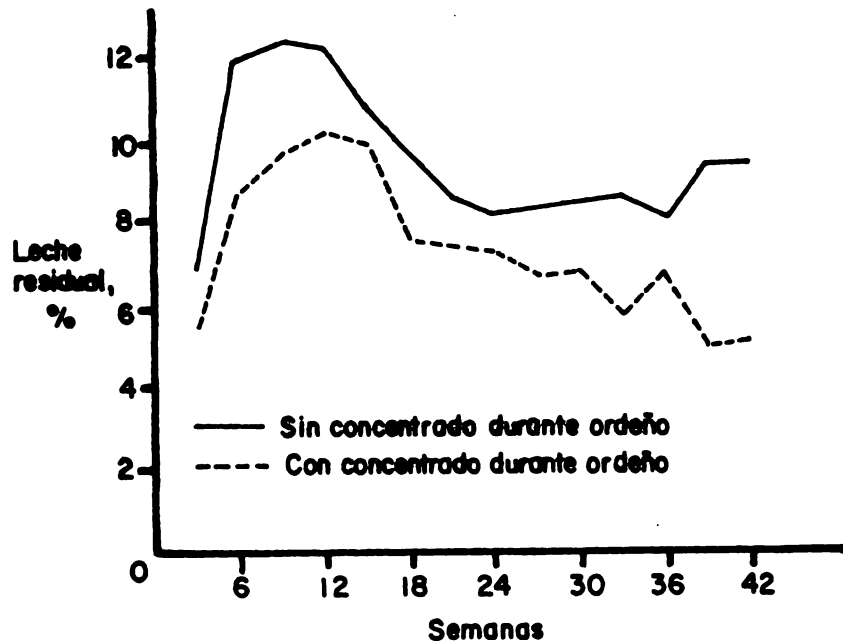
	RELACION HENO: CONCENTRADO			
	90:10	60:40	30:70	0:100
Producción de leche, kg/día	14.2	17.5	17.1	17.5
% Grasa	3.6	3.6	3.5	2.4
Producción de leche corregida al 3.75% grasa, kg/día	13.6	16.0	15.5	13.3
% Proteína	3.46	3.52	3.60	3.46
% Lactosa	4.63	4.86	4.57	4.71
% Sólidos no grasos	8.8	9.18	9.13	8.91

^a/ 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 mejor 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.



	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

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

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 peor sea el plano nutricional de la vaca no suplementada. Así, por ejemplo, a medida que disminuye la disponibilidad de 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.

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

	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

^{a/} 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, indicado ésto en el Cuadro 14 a una carga de 2.5 vaças/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 aquél 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 (Cuadro 15) de vacas en su fase no lactante.

Cuadro 15. Alimentación de vacas secas a base de forraje o forraje con suplemento ^{a/}.

	TRATAMIENTO	
	ENSILAJE <u>ad lib.</u>	ENSILAJE <u>ad lib.</u> MAS 6.8 kg GRANOS/DIA
Ganancia de peso 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	12

^{a/} Fronk y Schultz (1978).

Reproducción

A falta de datos que se hayan obtenido de trabajos con vacas lecheras, se ofrece 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 3 estaciones secas consecutivas ^{a/}.

	TESTIGO	TORTA DE ALGODÓN ^{b/}
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	153.4	176.6
Promedio de mortalidad anual (%)	9.6	0.6

a/ Bembridge (1963)

b/ La torta de algodón se suministró a una tasa de 0.45 a 0.91 kg/día, durante el invierno (época seca) solamente.

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 lo tanto, el efecto benéfico de la suplementación sobre este parámetro en vacas lecheras no sería tan evidente.

COMENTARIOS FINALES

A través del documento resalta que la suplementación es una práctica que tiene un lugar en el manejo de los hatos lecheros. El mismo pequeño productor lo practica 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 bio-socio-económicas, debe redundar en un incremento de la producción lechera para beneficio de la población humana falto de suficientes alimentos de alta calidad como es la leche.

SUPLEMENTACION DE GANADO DE CARNE EN PASTOREO

Manuel E. Ruiz, Ph.D.

Danilo Pezo, M. Sc.

Podrían conceptualizarse dos situaciones en que se puede practicar la suplementación del ganado en pastoreo. Una de ellas es la suplementación en el período estacional en que hay un crecimiento muy activo del pasto. La otra es cuando la suplementación se hace en la estación en que la disponibilidad y calidad del pasto ha mermado considerablemente por efecto de la sequía.

Suplementación en época de abundancia de pasto

En el caso de la suplementación en época de crecimiento del pastizal, su justificación radicaría exclusivamente en una intensificación de la tasa de producción de carne ya sea mediante un mejoramiento de la ganancia de peso por animal o posibilitando el aumento en la carga animal y así aumentando la producción diaria por unidad de área aun con cierto desmedro en la ganancia individual.

La Figura 1 es un esquema muy aproximado de las relaciones que se pueden esperar de la suplementación en estación de crecimiento del pasto. Está basado en experimentos en Turrialba, Costa Rica en pasto Guinea (Panicum maximum). En el esquema se aprecia lo siguiente:

Un efecto aditivo del suplemento (a base de melaza/urea) sobre el consumo de pasto

Es decir, a muy bajos niveles de suplementación, el consumo de pasto no varía (o su variación es insignificante) indicando que los consumos de ambos alimentos se añaden uno a otro y que el suplemento a esos bajos niveles no interfiere con la degradación ruminal del pasto.

Un efecto aditivo del suplemento sobre la producción

Es decir, al no afectarse el consumo de pasto, y al consumir un nivel dado de suplemento apropiado, lógicamente se espera una mejor nutrición del animal y, consecuentemente, una mejor producción. En el caso del esquema de la Figura 1, esta aditividad significa un mejoramiento de 33% en la tasa de ganancia de peso del animal.

Un efecto sustitutivo del suplemento sobre el consumo de pasto, sin alteración de la ganancia individual

Es decir que, a partir de cierto nivel de suplementación se debe esperar una reducción en el consumo de pasto. Esto es debido a dos razones: una es una reducción en la tasa de digestión del forraje en el rumen, reduciendo

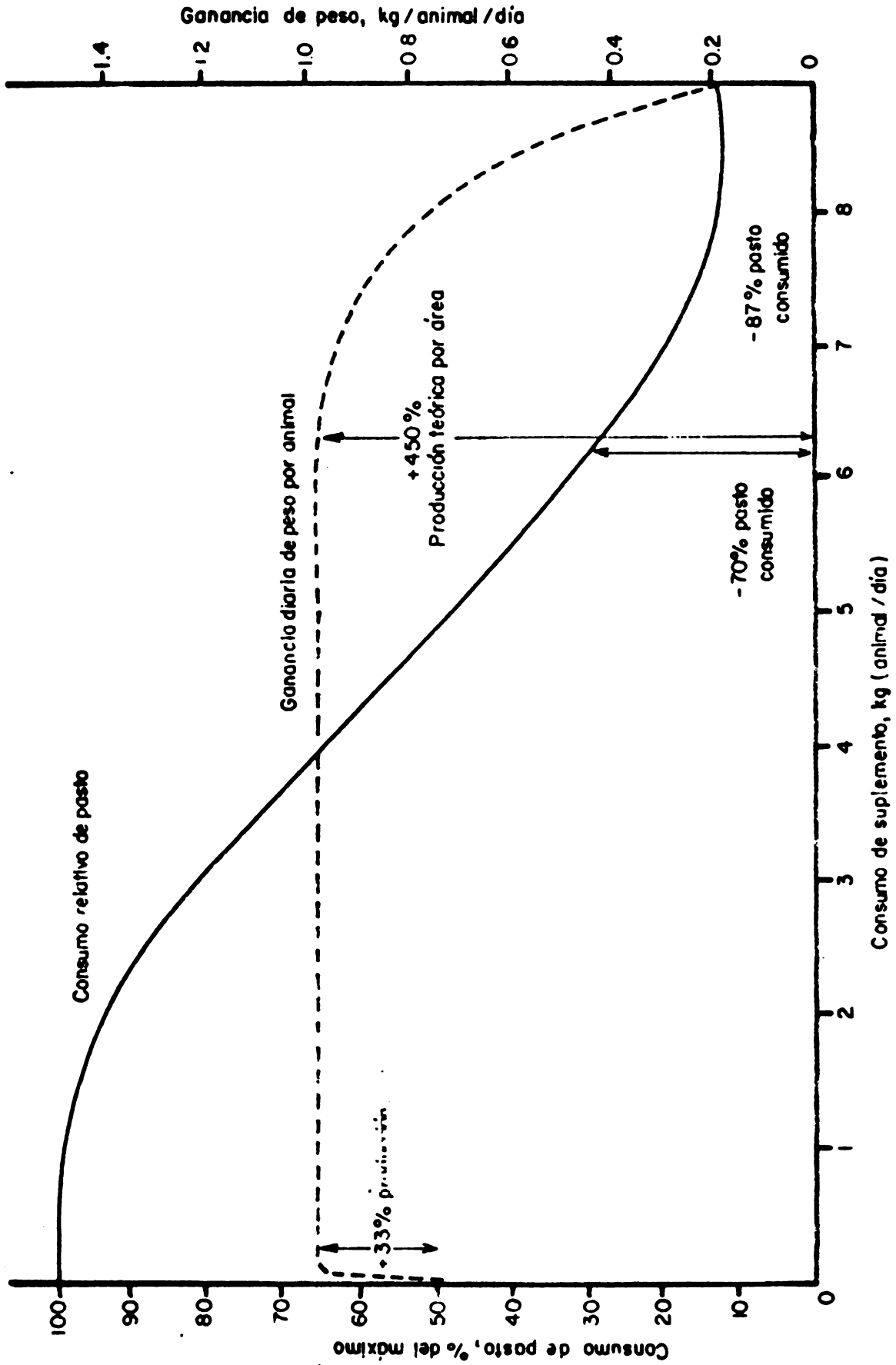


Fig. 1 Relación general entre el consumo de suplemento, consumo de pasto y ganancia de peso de torres en pastoreo

así su desaparición o desalojo del rumen y redundando en una disminución en el consumo; la otra razón es un simple reemplazo físico de un alimento por otro.

Esta situación, desde el punto de vista práctico, probablemente no será deseable en ningún caso pues se supone que cualquier suplemento será más caro que el costo del pasto, aún cuando la relación de sustitución sea de 2 partes de pasto por una parte de suplemento, ambas en base seca.

Si la sustitución del pasto por un suplemento no acarrea cambios importantes en el aporte neto de nutrientes al animal, el incremento diario de peso de éste no debe verse afectado. Es así que la curva para ganancia de peso muestra una sección horizontal en la Figura 1.

Sin embargo, dado que el consumo de pasto ha disminuido, la pradera será capaz ahora de soportar mayor número de animales. En efecto, la productividad por unidad de área, y unidad de campo, aumentará.

Un efecto sustitutivo del suplemento sobre el consumo de pasto, con alteración de la ganancia de peso individual.

Es decir, la sustitución del pasto por suplemento puede llegar a tal extremo que el aporte neto de nutrientes al animal presenta desbalances. Por ejemplo, si el suplemento es básicamente energético, el pasto consumido ha decrecido tanto, que su aporte proteico no satisface las demandas del animal.

Al ocurrir un desbalance nutricional, el comportamiento del animal debe sufrir. Es así que se puede esperar un empobrecimiento de la tasa de ganancia de peso.

Ahora bien, en esta fase de sustitución, también está aumentando la capacidad de carga de la pradera de tal manera que si el empobrecimiento en la ganancia de peso es ligero, todavía se podría esperar un aumento en la tasa de producción por unidad de área. Por otro lado, si la ganancia de peso individual decrece significativamente, se va a alcanzar un punto después del cual la productividad por unidad de área disminuirá rápidamente con incrementos en el nivel de suplemento.

Indudablemente, la combinación óptima de los factores y aspectos comprendidos en esta discusión estará determinada por el óptimo de rendimiento económico.

Para ilustrar los conceptos señalados en la Figura 1, se presentan a continuación dos gráficas más (Figuras 2a y 2b), resultantes de experimentos (Vohnout et al., 1974) sobre suplementación con melaza/urea a novillos pastoreando en praderas de Guinea (Panicum maximum). Las gráficas incluyen un factor que se ha hecho mención al discutir la Figura 1: variación en la carga animal.

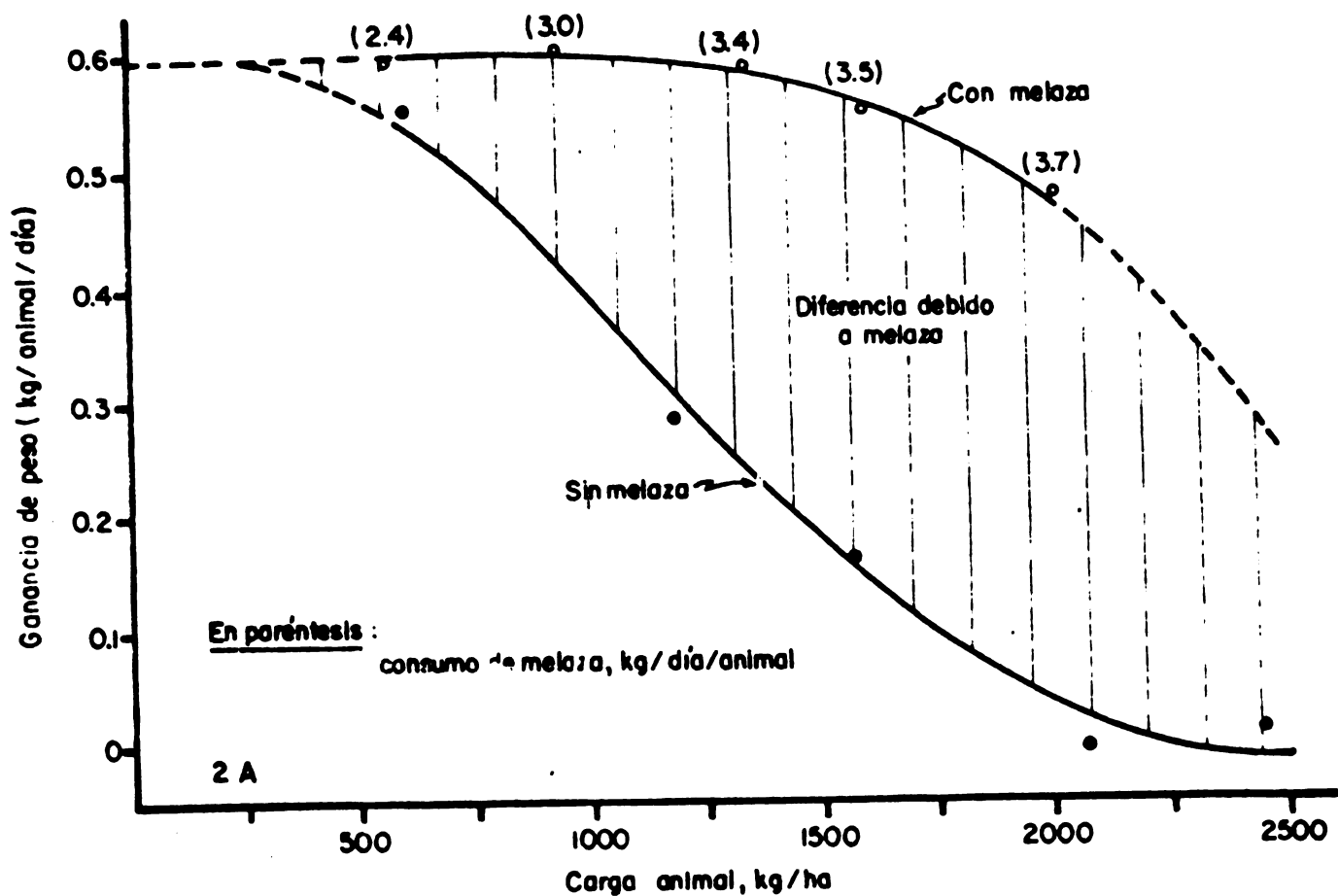
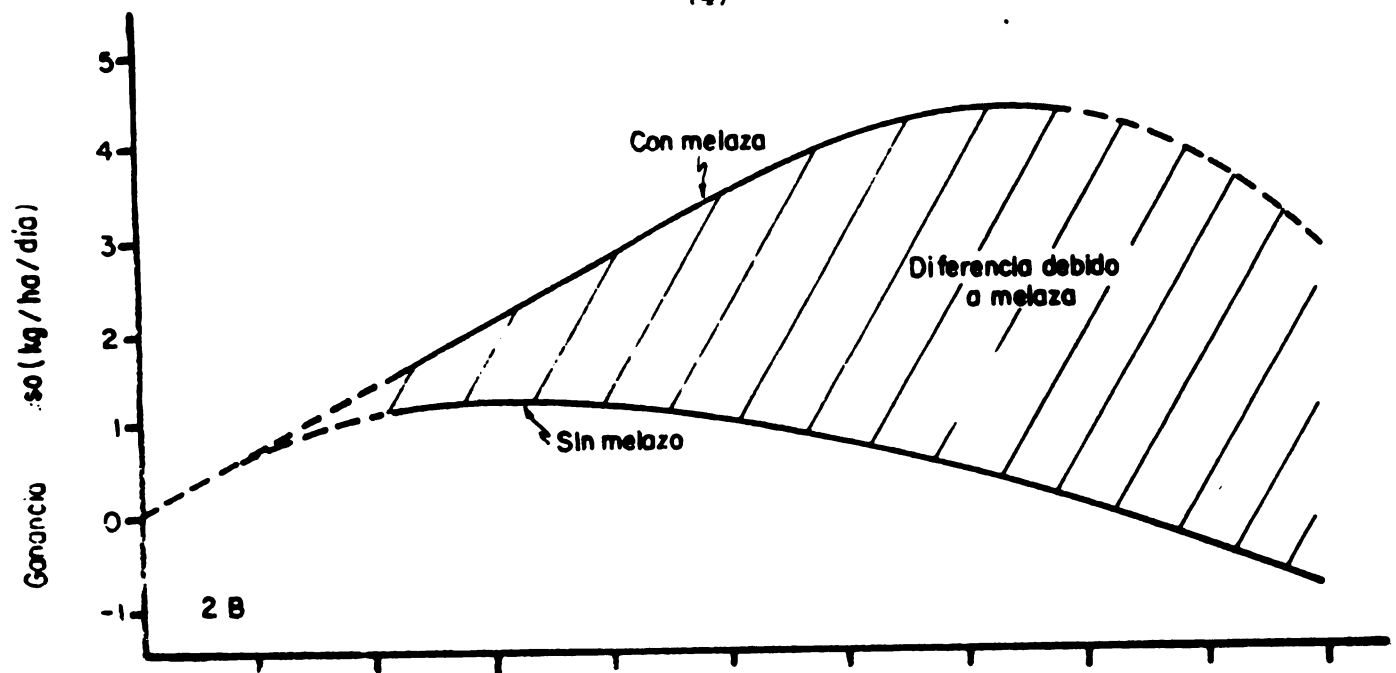


Figura 2. Producción de carne en praderas de Guinea (*Panicum maximum*) y con suplementación con melaza (Vohnout *et al.*, 1974).

Esta variación no se expresa, como suele hacerse, en términos de número de cabezas por hectárea sino más bien en términos de kilogramos de animal por hectárea el cual es un término que permite al lector convertir a animales, de un peso determinado por él, por hectárea.

La Figura 2a ilustra que la ganancia de peso de los animales, cuando hay amplia disponibilidad de forraje (es decir, a baja carga), es de 0.6 kg/animal/día. Con cargas de hasta 250 kg/hectárea, el efecto de la suplementación es nulo. Pero, a medida que aumenta la carga animal, disminuye la disponibilidad de forraje por animal y se producen disminuciones en el aumento de peso si es que no se emplean suplementos.

Según la Figura 2a, las disminuciones llegan a producir un estado de mantenimiento de peso de los animales a cargas de hasta 2500 kg/ha.

En las condiciones entre 250 y 2500 kg/ha, la suplementación con melaza permite dos efectos: uno es el mejoramiento de la ganancia individual y, dos, que el punto de carga animal después del cual ocurren decaimientos en el aumento de peso se desplaza hacia una carga superior (1250 kg/ha, en la Figura 2a). El mejoramiento de la ganancia de peso, por causa del suplemento, se hace más marcado a medida que aumenta la carga, hasta que ésta llegue a un punto muy alto (1875 kg/ha) después del cual las diferencias entre las curvas de ganancia de peso con y sin suplementación se van atenuando. Con una carga de 1875 kg/ha, la ganancia de peso es siete veces superior en animales suplementados que en animales no suplementados (510 vs. 75 g/animal/día).

La Figura 2b se presenta con el propósito de llamar la atención que la ganancia individual de los animales no debe ser el único criterio (y quizás sea el menos deseable) a usar cuando se trata de algún sistema de pastoreo que involucra una posible modificación de la carga animal y el nivel de suplementación. La Figura 2b presenta los mismos datos de la Figura 2a pero el criterio de evaluación ahora es ganancia de peso por hectárea en vez de ganancia de peso por animal. En tal gráfica, se puede notar que cuando no se usa melaza la máxima producción por hectárea (1.3 kg/día) se obtiene a una carga de 750 kg/ha. Nótese que con esta carga, la ganancia individual no es la máxima sino de sólo 0.43 kg/animal/día (Figura 2a). En otras palabras, si lo que se pretende es maximizar la productividad por unidad de área y tiempo, el productor tendrá que sacrificar en cierto grado la ganancia individual diaria.

La Figura 2b también muestra que la suplementación aumenta la producción por unidad de área, haciéndose este efecto más notorio a altas cargas. La máxima producción (4.4 kg/ha/día) se obtiene a una carga de 2000 kg/ha, nuevamente resaltándose el hecho que la ganancia individual no es de 0.6 kg/día (el máximo posible) sino de 0.49 kg/día.

La información contenida en las Figuras 2a y 2b deben transformarse a un carácter económico el cual permitirá detectar la carga óptima y el nivel de suplementación más eficiente a usar.

Por último, nótese que los consumos de melaza, cuando el animal está ganando peso, no es muy alto en condiciones de pastoreo. Si la disponibilidad de pasto es moderadamente limitada, la melaza con urea puede darse a libre consumo; el animal no consumirá excesos; probablemente se limitará a 1.2-1.7 kg/100 kg peso vivo/día.

Si el pasto es muy limitante, entonces será necesario limitar el consumo de melaza para evitar excesos y, más importante aun, asegurarse que la melaza contenga no sólo un suplemento proteico sino también otros suplementos como minerales y vitaminas.

Suplementación en época de escasez de pastos

La escasez de pastos, en la época de sequía, es en cierto modo, comparable a la situación de altas cargas en praderas verdes tal como se expuso en el caso anterior. La comparación radica en que, en ambos casos, la disponibilidad de forraje por animal es muy baja; sin embargo, existe una diferencia cualitativa: con altas cargas, en época de lluvias, el poco forraje disponible es más digerible y con mejor aporte energético y proteico que el forraje de época seca. En el trópico húmedo/seco los principales problemas nutricionales en el pasto disponible son la pobreza proteica (Blue y Tergas, 1969) y la baja digestibilidad, lo que redundo en bajos niveles de consumo, magnificando este último el problema de escasez.

En atención a lo anterior, no sorprende que los suplementos energéticos, como la melaza, reduzcan el consumo de forraje (Bisschoff et al., 1967; Mott et al., 1967). Al incluir urea u otra fuente de NNP en el suplemento energético, el consumo de forraje se mejora especialmente cuando el forraje es de baja calidad (Carnevali et al., 1970, 1971). Un ejemplo claro de esta situación se aprecia en el Cuadro 1).

La suplementación en la estación seca no causa un aumento en la habilidad del novillo para realizar ganancias de peso en el período lluvioso, aun cuando éste continúe suplementado, en relación al desempeño de animales que nunca reciben suplemento (Cuadro 2).

Cuadro 1. Ganancia de peso de ganado Criollo x Brahman en pastoreo con y sin suplemento (Carnevali et al., 1970; 1971)

	Ganancia de peso, g/animal/día		
	Forraje Solamente	Con 4 kg de melaza	Con 4 kg de melaza y 150 g urea
Forraje de estación lluviosa	585	588	592
Forraje de estación seca	-18	9	132

Cuadro 2. Efecto de la suplementación sobre la ganancia de peso de novillos cebuinos pastoreando pasto Guinea (Panicum maximum) (Mott et al., 1967).

	Cambios de peso en el período, kg/animal		
	Estación seca (112 días)	Estación lluviosa (196 días)	Total (308 días)
Sin suplemento (testigo)	-7.5	+132.3	+124.8
Melaza, 1.3 kg/animal	+34.2	+141.9	+161.1
Melaza, 1.3 kg + urea, 81 g	+38.0	+138.2	+161.2
Mazorca de maíz, 0.94 kg + urea, 69 g	+42.0	+126.1	+153.1

El Cuadro 2 indica que los novillos suplementados ganan sustancialmente más peso en la época seca que el grupo testigo (este grupo en realidad llega a perder peso). Sin embargo, gran parte de la ventaja del suplemento desaparece en el período húmedo, si los animales continúan suplementándose. Es decir, la suplementación en la época seca es muy impactante pero en la época de lluvias no lo es tanto y las ganancias de peso en ésta época no son muy diferentes a las de los animales testigos. Esto implica que no debe suplementarse en el período de lluvias.

La última frase en el párrafo anterior requiere de una explicación adicional pues, en cierto grado, crea un conflicto con lo presentado en la sección

anterior ("Suplementación en época de abundancia de pasto"). Las condiciones en que se hizo el trabajo de Mott *et al.* (1967) fueron de amplia disponibilidad de forraje, inclusive en la época seca. Como se había visto antes, bajo estas condiciones, en época de lluvias, el suplemento no tiene efectos importantes. Igualmente, las condiciones experimentales usadas por Mott *et al.* (1967) explican la falta de efectos de la urea. Los animales tuvieron amplia oportunidad de selección de partes del pasto que son ricas en proteínas.

Como todo ganadero sabe, la productividad de una ganadería de carne no sólo está dada por la tasa de ganancia de peso de sus animales sino también por la tasa de reproducción. La suplementación durante la época crítica de escasez forrajera causa un mejoramiento notable en el porcentaje de partos, según se aprecia en el Cuadro 3.

Indudablemente, del Cuadro 3 pueden deducirse otras medidas que ayudarán a colocar en mejor perspectiva la bondad del suplemento. Por ejemplo, ignorando los cambios en peso de las vacas, aquellas suplementadas destetaron 50% más kilos de ternero que las no suplementadas. Es casi innecesario hacer un análisis económico, en este caso, para concluir que la suplementación debe usarse en las condiciones utilizadas por Bembridge (1963).

Cuadro 3. Efecto de la suplementación proteica en vacas Sussex en pastoreo durante tres épocas de escasez de pastos (Bembridge, 1963).

	Testigo	Torta de algodón ^{a/}
Pérdida de peso en época de carestía, kg	70.0	30.4
Aumento de peso en época de abundancia de pastos, kg	86.8	51.8
Porcentaje de partos		
-Promedio de 3 años	63.3	76.3
-Promedio últimos 2 años	57.0	74.5
Peso ternero al destete, kg	153.4	176.6
Mortalidad anual, %	9.6	0.6

^{a/}La torta de algodón suministrada a un nivel de 0.45-0.91, kg/día durante la época de escasez de pastos solamente.

ALIMENTACION DE VACUNOS EN CONFINAMIENTO EN EL TROPICO

Héctor Hugo Li Pun, Ph.D.

INTRODUCCION

En el trópico húmedo y húmedo seco los sistemas de producción ganadera se basan en la utilización de pastos, por ser éstos los recursos más abundantes y baratos. Sin embargo, debido a las variaciones climática que ocurren a través del año, la producción, disponibilidad y calidad de los pastos fluctúa, lo que conlleva a variaciones en la producción animal. En casos de períodos prolongados de sequía, la producción de carne y leche puede afectarse seriamente, lo cual empeora la situación deficitaria de estos productos en muchos países tropicales.

Una alternativa para solucionar estos problemas la constituye la utilización de cultivos forrajeros, residuos de cosecha, productos y subproductos agroindustriales, disponibles durante la época de escasez estacional de pastos. Estas fuentes alimenticias, que muchas veces se desechan, pueden ser ventajosamente utilizadas por los poligástricos, merced a la constitución anatómico-fisiológica de sus sistemas digestivos, que presentan verdaderas cámaras de fermentación en donde habitan microorganismos que simbióticamente utilizan fuentes energéticas y protéicas, que no podrían ser eficientemente utilizadas por las especies monogástricas, para transformarlas en productos de alto valor biológico para el hombre.

Los objetivos del presente trabajo son: discutir fundamentos sobre los nutrientes y su utilización por los rumiantes, y proporcionar algunos ejemplos sobre los recursos alimenticios disponibles en el trópico para la época de sequía, su valor nutritivo y su uso en subsistemas de alimentación.

LOS NUTRIENTES Y SU UTILIZACION EN LOS RUMIANTES

A) Nutrientes energéticos

La energía en las dietas comunes de los rumiantes provienen principalmente de la utilización de los carbohidratos. Los carbohidratos más comúnmente encontrados en las dietas son la celulosa, hemicelulosa, pectinas, almidones, fructosanos y azúcares simples. En los forrajes, las pectinas, almidones, fructosanos y azúcares simples son componentes del contenido celular, mientras que la hemicelulosa y celulosa son constituyentes de la pared celular. Su utilización por los rumiantes es variable, pero en general los almidones, fructosanos, azúcares y pectinas son altamente utilizables. Por otro lado, la hemicelulosa y celulosa tienen una utilización parcial (Cuadro 1), y representan los principales constituyentes de los forrajes tropicales.

CUADRO 1. DIVISION DE LA MATERIA ORGANICA DE LOS FORRAJES MEDIANTE
EL SISTEMA DE ANALISIS USANDO DETERGENTES (VAN SOEST)

	Componentes	Disponibilidad Nutricional	
		Rumiantes	No Rumiantes
Contenidos celulares (solubles en deter- gente neutro)	- Lípidos	Prácticamente completa	Alta Disponibilidad
	- Azúcares, ácidos orgánicos y mate- ria soluble en agua	"	"
	- Almidón	"	"
	- Nitrógeno no proteico	"	"
	- Protefna soluble	"	"
	- Pectina	"	"
<hr/>			
Constituyentes de paredes celulares (Fibra insoluble en detergente neutro)			
1. Soluble en deter- gente ácido	- Hemicelulosa	Parcial	Muy bajo
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>			
2. Insoluble en de- tergente ácido	- Celulosa	Parcial	Muy bajo
	- Lignina	Indigerible	Indigerible
	- Compuestos nitrogenados lignificados	"	"
	- Protefna da- ñada por el calor	"	"
	- Queratina	"	"
	- Sílice	"	"

En el rumen, los carbohidratos dietéticos son ampliamente degradados por acción microbiana, a monosacáridos, siendo la glucosa el producto resultante. Posteriormente la glucosa es degradada, a través de la glucólisis, a piruvato, el cual a su vez es metabolizado por los microorganismos ruminales, generándose ácidos grasos volátiles, principalmente acetato, propionato y butirato, los cuales se absorben a través de la pared ruminal para ser metabolizados por el rumiante (Figuras 1 y 2). Se estima que el 70% de la energía utilizada por los ruminantes proviene de los ácidos grasos volátiles, los cuales proveen la energía para el mantenimiento del animal, así como para sus funciones productivas.

La cantidad y proporción de los ácidos grasos formados depende de la dieta (Cuadros 2, 3, y 4). En las dietas altas en melaza, se observan elevadas proporciones de butirato y bajas proporciones de acetato, lo que contrasta con los patrones típicos de fermentación de las dietas de clima templado.

El jugo de caña utilizado con forrajes de Canavalia o de camote también muestra patrones de fermentación atípicos, con alta proporción de butirato. Por otro lado, las raciones basadas en caña de azúcar y en forraje de yuca, muestran patrones más típicos de fermentación.

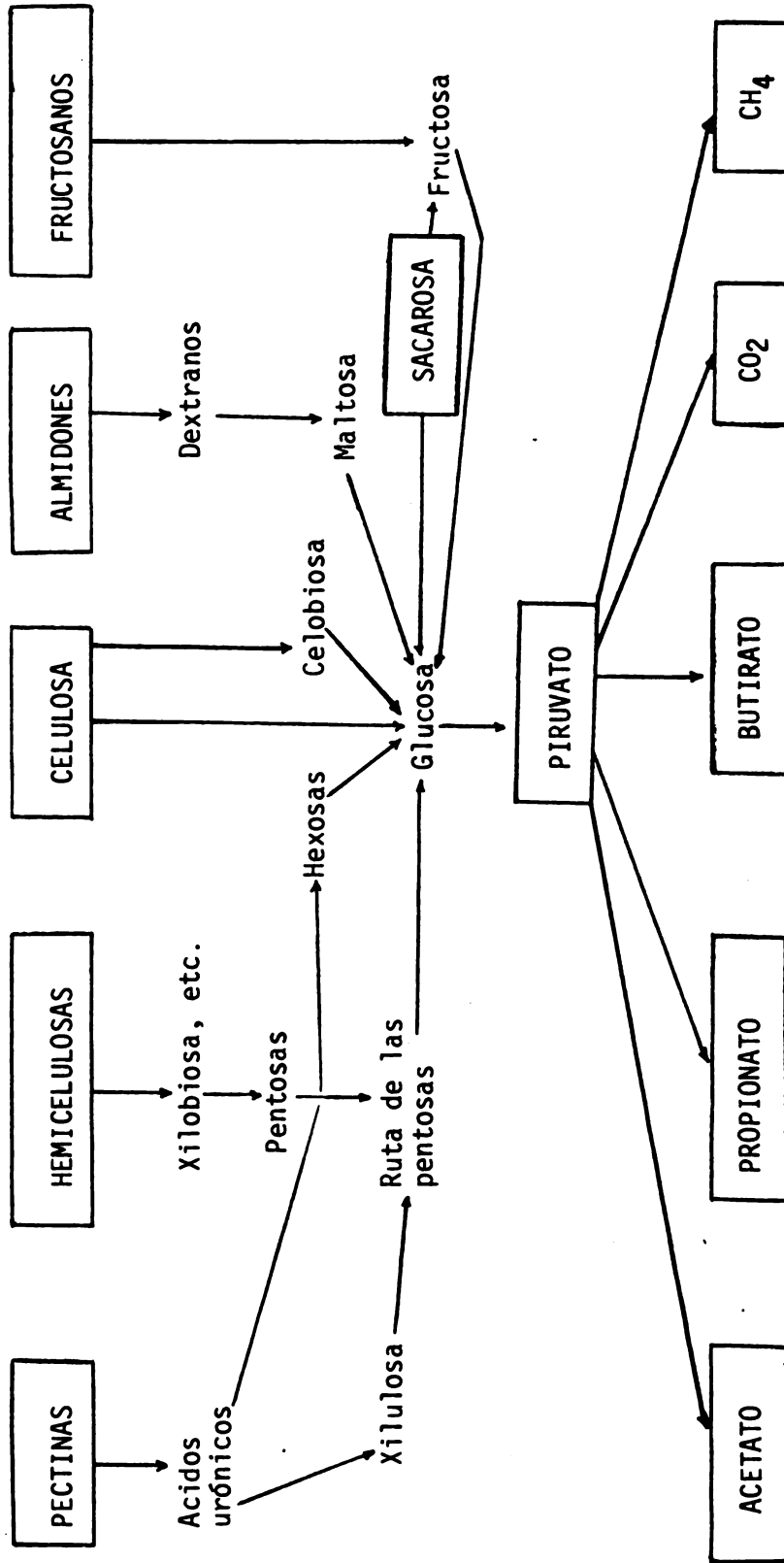
Las implicaciones de la alta proporción de butirato en el rumen no están muy claras. Lozada y Preston (1974) asociaban la aparición de la necrosis cerebro-cortical (toxicidad de melaza) con los altos niveles de butirato producidos como consecuencia de la alta ingestión de melaza y una probable insuficiencia de glucosa en el rumiante por falta de precursores glucogénicos (tales como el propionato). Sin embargo, recientemente se ha observado que las tasas de entrada de glucosa al organismo, en animales a los que se les indujo la enfermedad, fueron normales, pero que existía una reducción considerable en la tasa de reemplazo en el rumen y en el flujo de ingesta hacia el duodeno. En consecuencia, se está postulando (Preston y Leng, 1980) que la variación en los parámetros ruminales asociados con altos niveles de melaza podrían causar cambios en la población microbiana del rumen, con proliferación de microorganismos de crecimiento lento capaces de producir tiaminasa, la que al destruir la tiamina, causaría un bloqueo en las rutas metabólicas para la producción de energía en el cerebro.

Por otro lado, la producción de butirato a partir de hexosas en el rumen resulta menos eficiente bioenergéticamente que la producción de acetato o propionato.

En términos de la eficiencia de utilización de los AGV absorbidos para funciones de crecimiento, a niveles bajos de consumo (1 a 1,5 veces mantenimiento), no existen diferencias en un amplio rango de proporciones de AGV (Cuadro 4).

Los carbohidratos que escapan a la acción microbiana en el rumen, así como los que son incorporados al protoplasma microbiano, son digeridos parcialmente por acción de las enzimas propias del rumiante, así como por acción de enzimas microbianas en el ciego. Los productos de la digestión fermentativa

Figura 1. Metabolismo de los carbohidratos en el rumen.



CUADRO 2. EFECTO DE LA RACION EN LA CONCENTRACION DE A G V EN EL RETICULO-RUMEN DE VACAS LECHERAS

RACION	A G V TOTALES u mol/m ^l	% M O L A R					
		ACETATO	PROPINATO	BUTIRATO	OTROS		
PASTURAS	131 - 148	65 - 67	18 - 19	11 - 12	3 - 4		
HENO DE BAJA CALIDAD	105 - 121	69	18	10	3		
ENSILAJE DE BUENA CALIDAD	87 - 130	74	17	7	2		
HENO DE ALFALFA	-	73	17	10	-		
ENSILAJE DE MAIZ	-	64	19	17	-		
ALFALFA - CONCENTRADOS	101	69	21	10	-		
ALTA EN CONCENTRADOS	148	58	20 - 21	15 - 16	4 - 5		
ALTA EN MELAZA	114	36	24	29	10		

(Adaptado de Church, 1976 y Preston, 1974).

CUADRO 3. EFECTO DE LA RACION EN LA CONCENTRACION DE AGV EN EL RETICULO-RUMEN DE

BOVINOS DE CARNE

RACION	ACETATO	PROPIONATO	BUTIRATO	VALERATO	REFERENCIA
CANA DE AZUCAR/UREA	64	23	13		Silvestre et al (1980)
MIEL/UREA	52	18	29		
MIEL + YUCA	49	15	36		
CANA DE AZUCAR/UREA +					Meyreles et al (1977)
FORRAJE DE YUCA	65	21	14		
JUGO DE CANA (.8-1.4 kg.MS/100 kg. PV)					158
CANAVALIA (.4 kg. MS % PV)	45.7	17.8	27.7	6.2	Hugh-Jones et al (1981)
BATATA (.7)	49.7	16.2	27.5		
SALVADO DE TRIGO (1.3)	49.7	26.5	15.7		
B. DECUMBENS (1.0)	62.3	22.7	13.5		
ALTA EN MELAZA	31	19	41		Marty y Preston (1970)

CUADRO 4. EFICIENCIA DE UTILIZACION DE MEZCLAS DE AGV PARA LA RETENCION DE ENERGIA (kf)
EN OVEJAS EN CRECIMIENTO

	PROPORCIONES DE ACIDO (% MOLAR)		% DE EFICIENCIA DE UTILIZACION DE ENERGIA (kf)
	ACETICO	PROPIONICO BUTIRICO	
1	35	55 10	75 ± 5
2	45	45 10	65 ± 4
3	55	35 10	58 ± 4
4	65	25 10	61 ± 4
5	75	15 10	60 ± 4
6	85	5 10	60 ± 10

Estudiado a 1 y 1.5 veces mantenimiento.

(ØRSKOV, 1980)

e hidrolítica en estas porciones del tracto son absorbidas a través de las paredes intestinales para ser metabolizados en los tejidos animales y ser utilizados tanto para el mantenimiento como para la producción.

B) Nutrientes protéicos

Las fuentes dietéticas de nitrógeno están constituidas por proteínas, aminoácidos, aminos, amidas, ácidos nucleicos, nitratos, urea y otras fuentes de nitrógeno no protéico.

En el rumen, estas fuentes son altamente degradadas por los microorganismos, de manera que se genera amoníaco como producto final (Figura 3). Dependiendo del grado de solubilidad de la fuente nitrogenada, se estima que de un 50 a 70% de la proteína dietética se convierte a amoníaco (Cuadro 5). Este es utilizado parcialmente para la síntesis de proteína microbiana y el remanente se absorbe a través de la pared ruminal para ser metabolizado en el hígado.

La proteína microbiana así como la proteína dietética no degradada en el rumen ("proteína sobrepasante"), son digeridas en el abomaso y principalmente en el duodeno, generando aminoácidos, los cuales son absorbidos a través de la pared intestinal. Los aminoácidos son metabolizados en el hígado y en otros tejidos, siendo los precursores de la proteína sintetizada en el animal.

C) Ejemplo de la utilización de fuentes energéticas y protéicas en el rumiante

La Figura 4, muestra en forma esquemática la utilización por el rumiante de una fuente energética tal como la melaza. Por otro lado las figuras 5 y 6 representan la utilización de una fuente de nitrógeno no protéico, tal como la urea. Estos gráficos sirven para ilustrar la complejidad de los eventos digestivos y metabólicos implicados en la utilización de las fuentes energéticas y protéicas. Así mismo, recalcan la necesidad del conocimiento de los procesos involucrados para diseñar los sistemas de alimentación que hagan uso eficiente de los insumos alimenticios, ya que estos sirven en primera instancia de sustrato a los microorganismos ruminales y el rumiante se nutre principalmente de los productos de la digestión y metabolismo ruminal y secundariamente de la porción del alimento que escapa de la digestión ruminal. Bajo ciertas condiciones, la cantidad de alimentos (fuentes de energía y proteína) sobrepasantes puede constituir una limitante importante para la mayor productividad animal (Preston y Leng, 1980). En dichos casos, se recomienda el uso de fuentes de energía (maíz, pulidura de arroz) y/o proteína (harina de pescado, pulidura de arroz) de baja solubilidad, que puedan proveer una porción considerable de sus nutrientes a nivel post-ruminal.

La discusión del presente trabajo se limita a los nutrientes energéticos y protéicos, por considerar que los otros nutrientes, tales como el agua, minerales y vitaminas son de bajo costo y de fácil suplementación en las dietas para los animales.

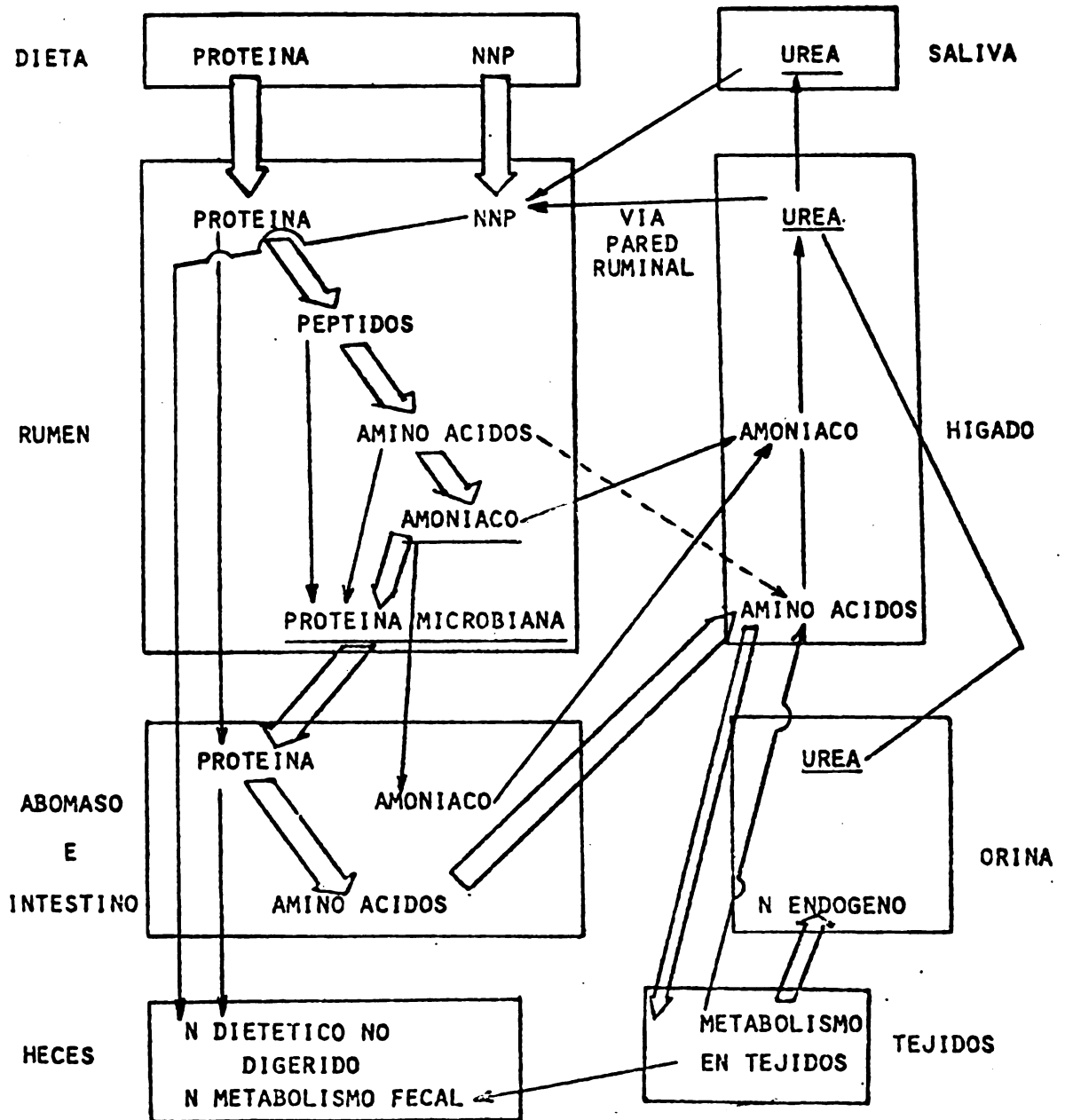


FIGURA 3. METABOLISMO DEL NITROGENO EN EL RUMIANTE. (Satter, 1970)

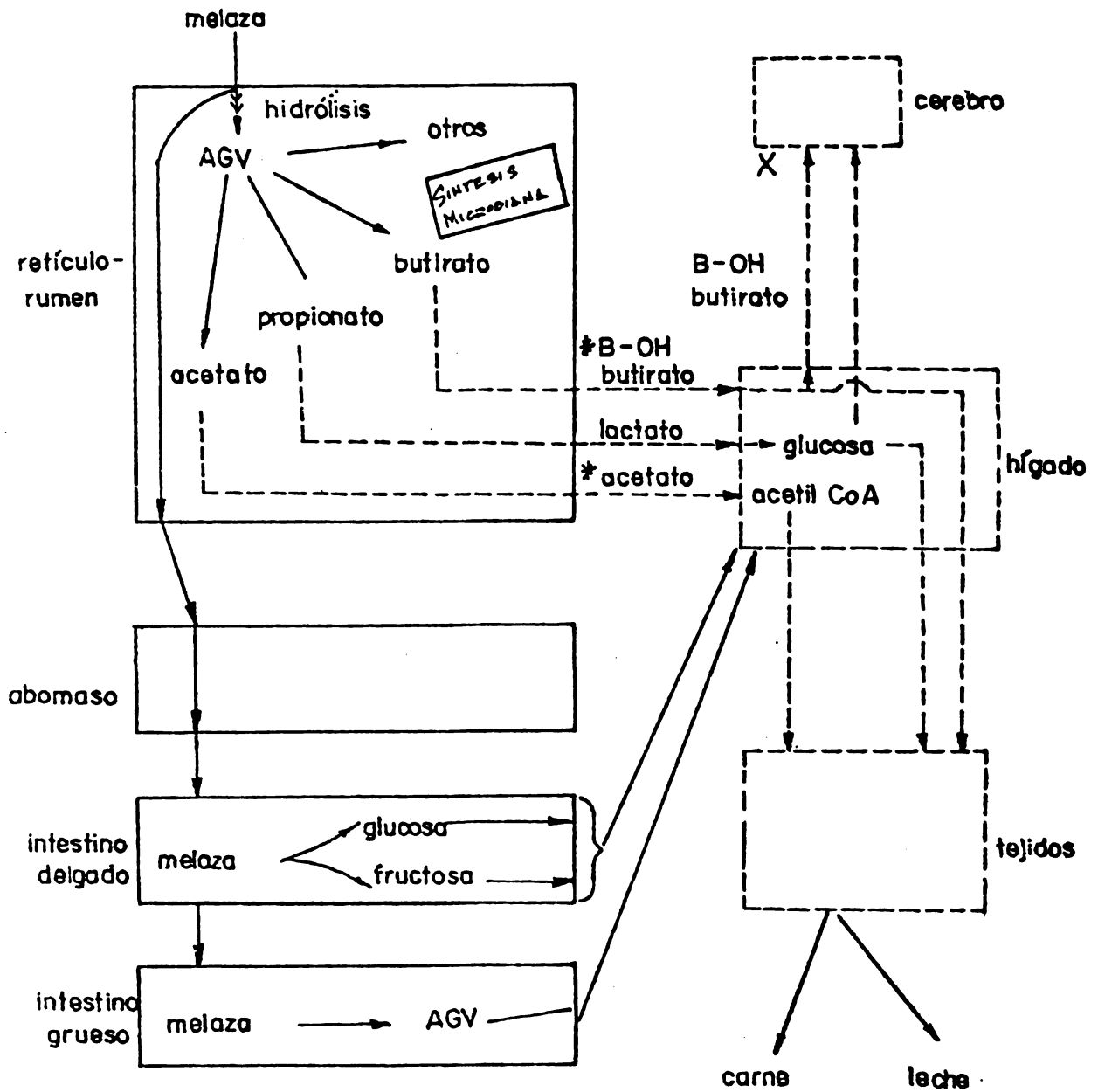
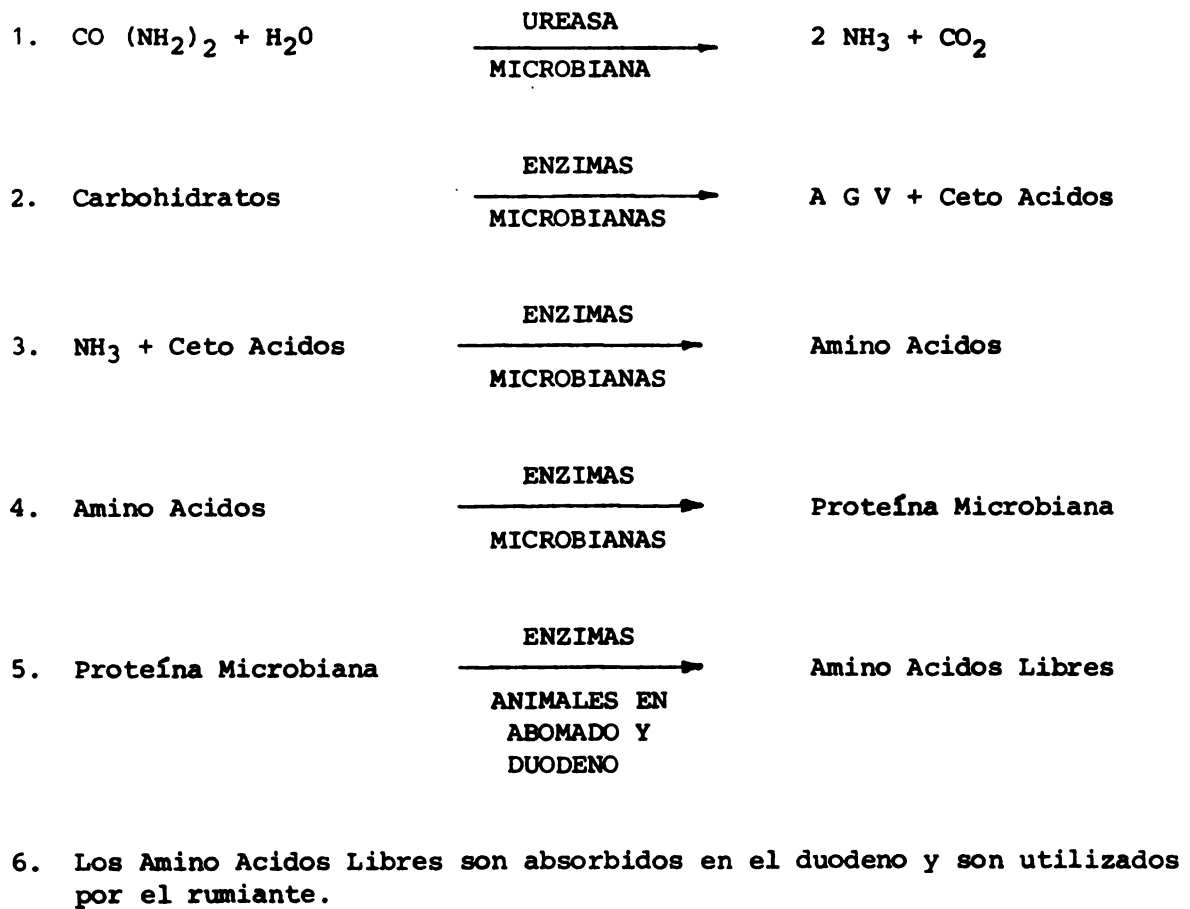


FIGURA 4. UTILIZACION DE LA MELAZA EN EL RUMIANTE.

Figura 5. Mecanismo para la utilización de la urea



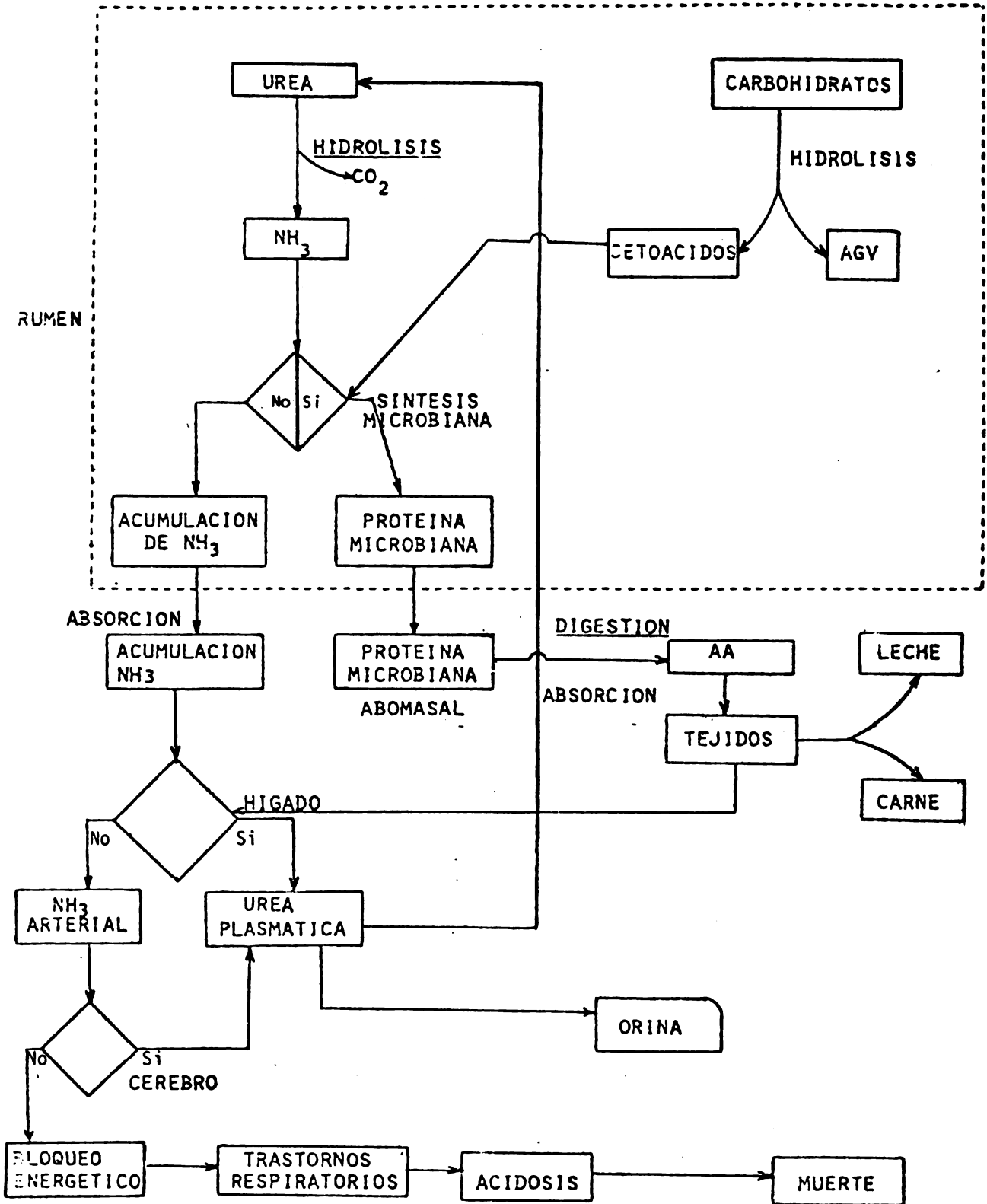


FIGURA 6. UTILIZACION DE LA UREA Y DESARROLLO DE LA TOXICIDAD DEL AMONIACO (Li-Pun, 1978).

Cuadro 5. Tasas de degradación ruminal de diferentes alimentos

FUENTE	% DEGRADACION	FUENTES
Cebada	80	Ørskov y Mehrez (1977)
Trigo	72	
Maíz	55	
Pasto seco	70	
Ensilaje de gramíneas	82	
Ensilaje de maíz	60	
Harina de semilla de mostaza	90	Mathers, Horton y Miller (1977)
Torta de algodón	86	
Torta de girasol	86	
Torta de soya	95	
Gramíneas	80	
Harina de pescado peruana	20	
Harina de pescado	29	Hume (1974) Harrison y col. (1973)
Ryegrass	85	
Ryegrass + Urea	80	
Alfalfa	79	
Harina de pescado	23	Li Pun y Satter (1975)
Harina de carne	43	
Residuos de cervecería		
Torta de soya	55-60	
Harina de linaza		
Caseína	85	

RECURSOS ALIMENTICIOS PARA LA ALIMENTACION EN EL TROPICO

El Cuadro 6 lista algunas de las fuentes disponibles para la alimentación en el trópico, así como su valor nutritivo.

El uso de estas fuentes en raciones para animales, principalmente bovinos de carne, se ha experimentado en forma considerable en los últimos años. El Cuadro 7 resume alguno de los trabajos realizados con estos ingredientes.

De la observación del valor nutritivo de los ingredientes y los resultados de producción o productividad animal en dietas basadas en estos ingredientes, se hace evidente que para el diseño de sistemas de alimentación con alimentos tropicales, es necesario conocer las características específicas de los mismos, en relación con su utilización por el animal. En muchos casos no es posible asumir aditividad en las características nutritivas, ni proporcionalidad de substitución entre los diferentes ingredientes. A manera de ejemplo, se pueden citar los casos del uso de mezclas de maleza-urea y de la caña de azúcar, como base para la alimentación de vacunos de carne.

En la utilización de mezclas de melaza-urea para obtener alta productividad animal, se deben tener en cuenta los siguientes factores:

1. No tiene características forrajeras en contraste con otras fuentes de carbohidratos.
2. Aunque la mezcla provea nitrógeno y azúcares para la síntesis de proteína microbiana, ambos nutrientes son de muy alta solubilidad y de rápida absorción en el rumen.
3. Es una buena fuente de minerales (macro y microelementos), con la excepción de fósforo y sodio.

En consecuencia, en el diseño de un sistema de alimentación basado en el uso de mezclas de melaza-urea se deben tener las siguientes precauciones:

- Necesidad de forraje

Como se indica en el Cuadro 9, el forraje en las dietas basadas en melaza, ejerce una importante acción en promover la tasa de reemplazo del contenido ruminal y la tasa de flujo de la digesta del rumen hacia las porciones subsiguientes del tracto digestivo. Como se mencionara previamente, el consumo de altos niveles de melaza puede causar toxicidad (Necrosis cerebro-cortical). La presencia de la fuente de fibra previene esta situación posiblemente a través del estímulo de la fibra para las contracciones rúminales, lo que evita la permanencia de la digesta por períodos prolongados en el rumen, con el consecuente cambio de la población microbiana causante de la toxicidad. Por otro lado, una tasa de reemplazo mayor en el rumen permite mayores consumos de la ración e incrementos en la síntesis de proteína microbiana (Harrison y McAllan, 1980).

CUADRO 6. COMPOSICION DE ALGUNAS FUENTES PARA LA ALIMENTACION ANIMAL EN EL TROPICO

INGREDIENTE	MS	DMS	PC	FDN	FDA	Hcel	Celulosa	Lignina	Fuente
<u>Leucaena leucocephala</u> (Reduit) 4-10 sem.	28.0	59.9	24.44	37.0	34.1	2.88	21.1	10.7	Hulman et al (1978)
<u>Leucaena leucocephala</u> Hojas y ramas	36.6	48.5	20.7	41.5	33.3	8.2	21.2	11.6	Godoy y Elliot (1981)
<u>CAMOTE</u> (<u>Ipomoea batata</u>) parte aérea	15.0	63.9 ^{1/}	18.2	26.4	22.3	4.1	16.6	5.7	
<u>YUCA</u> (<u>Manihot esculenta</u>) parte aérea cortada a 20 cm del suelo	22.5	79.0 ^{1/}	19.1	22.0	19.5	2.5	14.3	5.2	167
<u>PLATANO</u> (<u>Musa accuminata</u>) hojas	17.5	50.0 ^{1/}	13.6	47.6	30.5	17.1	33.5	7.0	
<u>CARA DE AZUCAR</u> (<u>Sacharum officinarum</u>) hojas	24.1	22.9 ^{1/}	7.01	67.0	37.7	29.6	33.1	4.6	
<u>GANDUL</u> (<u>Cajanus cajan</u>) Parte terminal, 15 cm de la parte superior	25.0	34.3 ^{1/}	24.2	42.8	31.6	11.2	22.4	6.8	Roldán (1981)
<u>YUCA</u> (<u>Manihot esculenta</u>) Fracción aérea, parte terminal, 10 cm longitud	22.1	56.9 ^{1/}	32.1	27.8	20.1	7.7	12.0	7.8	

(Cuadro 6, continuación)

INGREDIENTE	MS	DMS	PC	FDN	FDA	Hcel	Celulosa	Lignina	Fuente
CAMOTE (Ipomoea batata) Parte aérea, 4 meses crecimiento	16.4	58.2 ^{1/}	15.3	36.4	29.2	7.2	18.5	9.6	Roldán 1981
LEUCAENA leucocephala Fracción aérea, 20 cms. de la parte terminal	25.9	48.8 ^{1/}	35.6	28.3	18.9	9.4	12.1	5.8	
MADERO NEGRO (Gliricidia sepium) Fracción aérea de 15 cm de longitud de la porción terminal	23.1	52.7 ^{1/}	27.6	39.4	23.5	15.9	14.8	7.5	
PORO (Erythrina poeppiziana) Fracción aérea 18 cm de la parte terminal	12.5	70.9 ^{1/}	34.4	40.5	26.5	14.0	18.0	7.2	

1/ Digestibilidad in situ a las 24 horas.

(Cuadro 6, continuación)

INGREDIENTE	% MS	% PC	% FC	Mcal EM/kg	CPC	% Digest	Fuente
BAGAZO DE CAÑA	78.0	1.80	41.5	0.80			Ruiz y Ruiz (1978)
MELAZA DE CAÑA	64.0	3.5	9.9	3.47			
GALLINAZA	90.0	20.0	15.0	2.00			
HA. CARNE Y HUESO	91.0	44.0	2.3	2.52			
PUNTA DE CAÑA	25.9	3.8	31.7			69.3	Armendáriz (1973)
BANANO, SEUDOTALLO	7.0	2.3			36.1	77.5	Martínez (1980)
CAÑA INTEGRAL	25.5	2.5	24.2	2.51			McDowell et al (1974)
CAÑA DE AZÚCAR INTEGRAL	32.7	3.17	26.2				Hulman y Preston (1981)
LEUCAENA	29.2	24.0	21.7				
CAÑA DE AZÚCAR, COGOLLO	29.5	6.35	32.2				Gaya et al (1979)
HA. PESCADO	91.8	51.60	-				
GALLINAZA	88.6	18.70	18.9				Mapoon et al (1979)
HA. DE ALGODÓN	91.1	43.50	13.6	2.51			McDowell et al (1974)
HA. DE PESCADO	91.5	63.90	-	2.78			
HA. DE SOYA	90.0	49.90	5.5	2.98			
MELAZA (79.5° Brix)	77.2	5.40	-	3.47			
PLATANO	21.3	5.20	4.1	2.63			

CULTIVOS, RESIDUOS Y PRODUCTOS Y SUBPRODUCTOS

AGROINDUSTRIALES EN EL TROPICO

Cultivo, residuo o subproducto (consumo)	Suplemento energético y/o protefco kg MS / dfa	Tipo de animal y peso inicial	Respuesta G.D. <u>1/</u> E.A. <u>2/</u>	Observaciones	Referencia
Camote (2.37 kg MS / 100 kg PV) Raíces : Follaje	Urea (para uniformizar PC 11.2%)	Novillos Brahman 184 kg		Rentabilidad 38% con uso de 12% raíces no comer- ciables	Backer et al (1980)
- 0 : 100			0.656		
- 50 : 50			0.847		
- 100 : 0			0.823		
- 60% Follaje (2.75 kg MS de mezcla / 100 kg PV)	- Melaza 38% Urea 1.2 %		0.623		

Camote, forraje

- 1.45 kg MS / dfa	- Melaza 4.07	Novillos Cebú 216 kg	0.570	Perfodo ex- perimental de 130 dfas	Ffoulkes y Preston (1978)
- 1.51 kg MS/ dfa	- Melaza 3.38 + ha Soya. 400		0.784		

Yuca, forraje

- 2.19 kg MS / dfa	- Melaza, 3.17		0.853		
- 2.32 kg MS / dfa	- Melaza, 3.32 + ha Soya. 400		0.944		

(cuadro 7, continuación)

Yuca, forraje
(kg MS / dfa)

-	Gruesa, 1.04	- Melaza, 4.08 + Urea, .146	Toretos Cebú 180 kg	.58	9.16	Largo periodo de adaptación (56 dfas) 63 dfas exp.	Fernán- dez et al (1977)
-	Fina, 1.30	- Melaza, 3.69 + Urea, .132		.66	7.76		

Yuca, forraje

(kg MS / dfa)

-	.73	- Melaza, 2.65		.367	10.7		
-	1.46	- Melaza, 3.00		.908	5.61	35 dfas adapta- ción	Fernán- dez y Preston (1978)
-	.72	- Melaza, 2.56 + Ha Soya .2		.694	5.34	70 dfas exp.	
-	1.43	Melaza, 2.98 + Ha Soya .2		.710	7.17		

171

Frijol, rastrojo

(kg MS / 100 kg PV / dfa)

-	2.63		Toretos Romo Sinuano, Brahman, Charolais	.06	125		Lozano et al (1980)
-	2.47	- Suplemento proteico (78.5% Ha de carne y hueso, 20,5% Urea) ; 200 g / 100 kg PV / día	y cruces	.30	28.17		
-	2.32	- Suplemento proteico 200 gr / 100 kg PV / día + Melaza 1.0 kg B.F./ 100 kg / dfa		.43	23.29		
-	2.06	- Suplemento proteico 400 gr / 100 kg PV / día + Melaza 2 kg B.F./ 100 kg PV / dfa		.68	18.44		

(Cuadro 7, continuación)

Henequen, pulpa, ensilado
(Agave fourcroydes)

kg Base fresca / día

- 21.3 kg
- 10.4 kg
- 6.7 kg

kg B.F./ día

- Leucaena, 5 + Ha girasol,
1 + Urea, .008
- Melaza, 2 + Leucaena, 5
+ Ha girasol, 1 + Urea,
.008
- Melaza, 6 + Leucaena, 5
+ Ha girasol, 1 + Urea,
.008

Toro Cebú
x Pardo
Suizo 260 kg

- .600
- .651
- .672

Adapt. 45 días.
Exp. 60 días.

Herrera,
et al
(1981)

- 11.7
- 9.3
- 13.2

Plátano, puntas : Caña de azúcar

(kg MS / día)

- 2.22 : 0
- 2.39 : 1.03
- 0 : 0.61

Toretos
Cebú
170-225 kg

- Melaza, 2.7 + Urea
(160.7 g N-consumo total)
- Melaza, 1.82 + Urea
(131.8 g N)
- Melaza, 2.83 + Urea
(60.9 g N)

2 animales/Trat.

Rowe y
Preston
(1978)

- .75
- .56
- .18

- 6.56
- 7.52
- 19.11

172

Caña de azúcar, cogollo

- 4.49 kg / día (Base fresca)

- 4.89 kg / día

- 5.31 kg / día

Terneras
Holstein
x Criollo
(136 kg)

- Melaza-urea, 4.66 kg/día
(base fresca al 2.5%)
- Melaza-urea, 5.39 kg/día
+ Ha Pescado .150 kg/día
- Melaza-urea, 5.31 kg/día
+ Ha Pescado .450 kg/día

- .208
- .396
- .500

- 25.5
- 15.6
- 12.8

Gaya
et al
(1979)

Caña de azúcar, cogollo

- Ad. 1lb.

Sorgo, 2 kg + alfalfa,
heno, 2 kg + Urea, 50 g

.919

-

Frontera
y Mascaró
(1972)

(Cuadro 7, continuación)

Caña de azúcar, cogollo

- Ad. 11b. kg MS / 100 kg PV / día Novillas Armendariz (1976)

Melaza .097 + Ha carne y hueso .167 + Urea .052 .593

Melaza .545 + Ha carne y hueso .182 + Urea .056 .692

Melaza 1.388 + Ha carne y hueso .182 + Urea .056 .839

Gallinaza

(kg B.F./ 100 kg N / día

- 0 kg B.F./ 100 kg PV/ día Novillas, Romo Si- nuano, .58 11.76 Ruiz y Ruiz (1978)

- 1.2 Melaza 2.42 + Ha carne .75 + Bagazo 1. Charolais, cruces. .53 11.9 (1978)

- 1.58 Melaza 1.18 + Banano 3.12 + Ha carne .20 + Bagazo .25 15.38

Melaza .35 + Banano 6.25 + Bagazo .25 .398 15.38

Gallinaza

- 4.0 kg (B.F.) / animal / día

Melaza 3.78 + Bagazo 2.16 + Ha Pescado .324 + Torta de maní .432 .649 12.7

Torettes, Holstein x Criollo y Simental x Holstein 140 kg 185 días exp. 14.9% P.C. en la ración (1979)

(Cuadro 7, continuación)

Caña de azúcar integral picada

	(kg B.F./ dfa)	kg B.F./ dfa	Toretas Cebú	Económicamente el mejor trata- miento fue el de 15.3 k/dfa de caña integral	Ferreira y Preston (1976)
-	10.6 kg	Melaza 3.03 Urea .121 Pulidura de arroz 1.0	291 kg	.366	16.8
-	13.2	Melaza 1.98 Urea .119 Pulidura de arroz 1.0		.398	15.4
-	13.4	Melaza 1.67 Urea .134 Pulidura de arroz 1.0		.493	12.6
-	15.3	Melaza 1.54 Urea .154 Pulidura de arroz 1.0		.630	10.2

Caña de azúcar integral picada

	(kg B.F./ dfa)	kg B.F./ dfa	Toretas Cebú		Silvestre et al (1977)
-	11.0	Urea .099 Sulfato de amonio .028	200 kg	.052	63.6
-	12.2	Urea .110 Sulfato de amonio .031 Ha pescado .150		.267	14.2
-	12.37	Urea .112 Sulfato de amonio .032 Maíz 1.0		.414	10.89
-	12.62	Urea .113 Sulfato de amonio .032 Ha pescado .150 Maíz 1.0		.599	7.9

Caña de azúcar integral picada

	(kg B.F./ dfa)	kg B.F./ dfa	Novillos Cebú		Silvestre et al (1977)
-	8.7	Urea .077 + Sulfato de amonio .021	200 kg	.054	66.3

(Cuadro 7, continuación)

- 12.1	Urea .109 + Sulfato de amonio .030 + Ha de yuca 1.0	.405	10.20
- 14.0	Urea .126 + Sulfato de amonio .035 + Ha de carne .600	227	18.77
- 13.0	Urea .117 + Sulfato de amonio .033 + Ha de yuca 1.0 + Ha de carne .600	.403	11.41

Caña de azúcar integral picada

-	2.32 kg MS / día	Melaza 1.19 kg MS / día + Soya .26 + Urea 1.0	Toretos Cebú y cruza- dos 170 kg	.457	8.9	135 dfas exp.	Silvestre et al (1978)
---	------------------	---	----------------------------------	------	-----	---------------	------------------------

Caña de azúcar integral picada

(kg B.F./ día)

- 15.5	Afrecho de trigo 1.0 + Urea .140 + Sulfato de amonio .038	Novillos Cebú P.I. 234 a 258 kg	.257	19.8	Meyreles y Preston (1978)
- 14.7	Afrecho de trigo 1.0 + Urea .243 + Sulfato de amonio .037 + Melaza .888		.570	9.79	

Caña de azúcar integral picada

Pangola y Brachiaria

(kg B.F./ día)

- 16.46	Miel 2.6 + Suplemento proteico .50	Novillos Cebú 190-200 kg.	.023	-	Silvestre et al
- 15.58	Miel 2.87 + Suplemento proteico .50 + Urea .089		.734	8.39	

(Cuadro 7, continuación)

Caña de azúcar

- 6.184 kg B.F./día
kg B.F./ día
Pulidura de arroz 1.0
+ Miel final 3.47 +
Urea .14 .377 9.21 Saláis
et al
(1977)

Punta de caña

- 6.29 kg B.F./día
Pulidura de arroz 1.0
+ Miel final 3.524 +
Urea .116 .350 7.83

Bermuda Cruce I

- 6.364 kg B.F./día
Pulidura de arroz 1.0
+ Miel final 4.289 +
Urea .141 .577 7.63

Bermuda Cruce I Leucaena

(50:50)

- 6.406 kg B.F./día
Pulidura de arroz 1.0
+ Miel final 4.161 +
Urea .137 .618 6.45

176

Ischaemum aristatum-
Pennisetum purpureum o
Stenotaphrum dimielatum

kg B.F./día

- 5.4 Melaza 5. + Ha pescado .4 .38 15.7
- 5.6 Melaza 5.9 + Urea .15 Novillos Yee
+ Ha pescado .40 Criollos Tongwah
x Friesian et al
- 5.4 Melaza 4.5 + Urea .23 84 dfas exp.
Ha pescado .40 126 a 217 kg 15.4

(Cuadro 7, continuación)

Pangola (65 o 75 dfas)

	kg M.S. / dfa	Toretos 3/4 Holstein x 1/4 Cebú 155 kg	Forraje 4.7% P.C.	Delgado et al (1978)
-	4.53 kg M.S./ dfa	.046		
-	3.04	.150		
-	4.6	.33	19.0	
-	4.75	.151	12.14	
-	5.88	.572	11.98	

Caña de azúcar integral picada

	kg M.S./dfa	Terneros Simenthal x Friesian	16 dfas adapt. 98 dfas exp.	Hulman y Preston (1981)
-	1.53 kg M.S./dfa	.064	27.19	
-	1.52	.105	18.29	
-	1.44	.197	10.56	177

Leucaena

(kg M.S./dfa)

	kg M.S./dfa	Terneros y toretes Friesian de 80 a 300 kg	Hulman et al (1978)
-	1.17	.791	9.18
-	2.21	.737	12.2
-	2.83	.848	9.73

Arroz, Paja

(kg B.F./100 kg P.V./dfa)

	kg B.F./100 kg P.V./dfa	Novillos Cebú 314 kg	86 dfas exp.	Ruiloba et al (1978)
-	1.01	1.023		

(Cuadro 7, continuación)

.83

Melaza de caña 1.82
+ Ha pescado .119
+ Urea .037
1.0

- 1/ Ganancia diaria (kg/animal/dfa)
- 2/ Eficiencia alimenticia (kg M.S./kg ganancia)

- **Necesidad de suplementación con una fuente de proteína verdadera**

La suplementación con fuentes protéicas de alto valor biológico y baja solubilidad, tal como la harina de pescado, en dietas basada en melaza-urea, han resultado en mejoramientos sustanciales de la ganancia de peso en novillos y en la eficiencia de utilización de los alimentos (Figura 7). Este efecto se debe a la mayor disponibilidad de aminoácidos a nivel duodenal en las dietas con harina de pescado, ya que esta fuente es de baja degradabilidad en el rumen (Cuadro 5).

- **Necesidad de una fuente adicional de energía de menor solubilidad**

Dada la alta solubilidad de los azúcares y el nitrógeno contenido en la mezcla de melaza-urea, los nutrientes son rápidamente degradados y absorbidos. La absorción de nitrógeno no constituye una pérdida neta para el sistema ruminal, ya que parte se recircula al rumen principalmente a través de la saliva. La provisión de una fuente energética de degradación más lenta facilita un mejor aprovechamiento del nitrógeno por los microorganismos ruminales y consecuentemente se podría incrementar la síntesis de proteína microbiana (Figura 8). Considerando el beneficio que se obtiene con fuentes de proteína sobrepasante, en dietas basadas en melaza-urea, es muy posible que se obtenga un beneficio apreciable en la productividad animal con la adición de fuentes energéticas de menor solubilidad que la melaza.

En el caso del uso de la caña de azúcar integral, como base para la alimentación animal, se deben considerar los siguientes factores:

- a) Tiene una digestibilidad relativamente apreciable (60%), debido a su alta proporción de azúcares solubles (Cuadro 8). Sin embargo, su porción fibrosa es muy poco digestible (menos de 20%).
- b) Contienen una proporción muy baja de nitrógeno.
- c) A pesar de su digestibilidad, relativamente alta al proporcionársele con suplementos minerales y urea, produce rendimientos muy bajos en ganancia de peso.

Consecuentemente, al diseñar sistemas de alimentación basados en caña de azúcar integral se debe tener en cuenta lo siguiente:

- **Necesidad de suplementación con fuentes energético-protéicas**

El uso de fuentes adicionales de energía y proteína, especialmente de menor solubilidad en el rumen que los azúcares contenidos en la caña o en la melaza, y que escapan a la degradación ruminal, incrementa dramáticamente las ganancias de peso en novillos (Cuadro 7). El efecto de estos suplementos, aparentemente, sería en primera instancia a través de una mayor tasa de flujo de la digesta del rumen hacia el duodeno. La mayor tasa de flujo estaría asociada con un mayor consumo alimenticio,

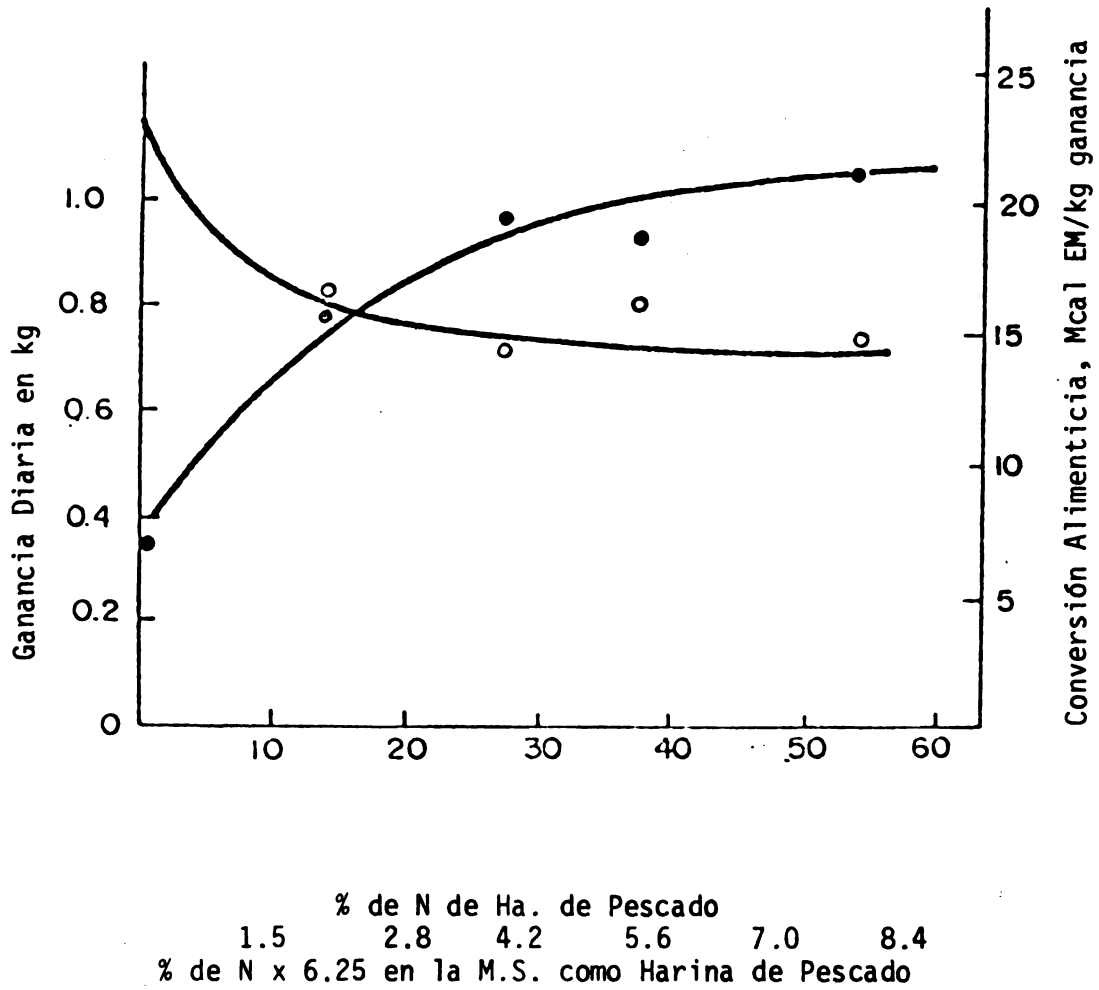


FIGURA 7. EFECTO DE LA PROTEINA DIETETICA VERDADERA SOBREPASANTE SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE NOVILLOS EN DIETAS BASADAS EN MELAZA-UREA.

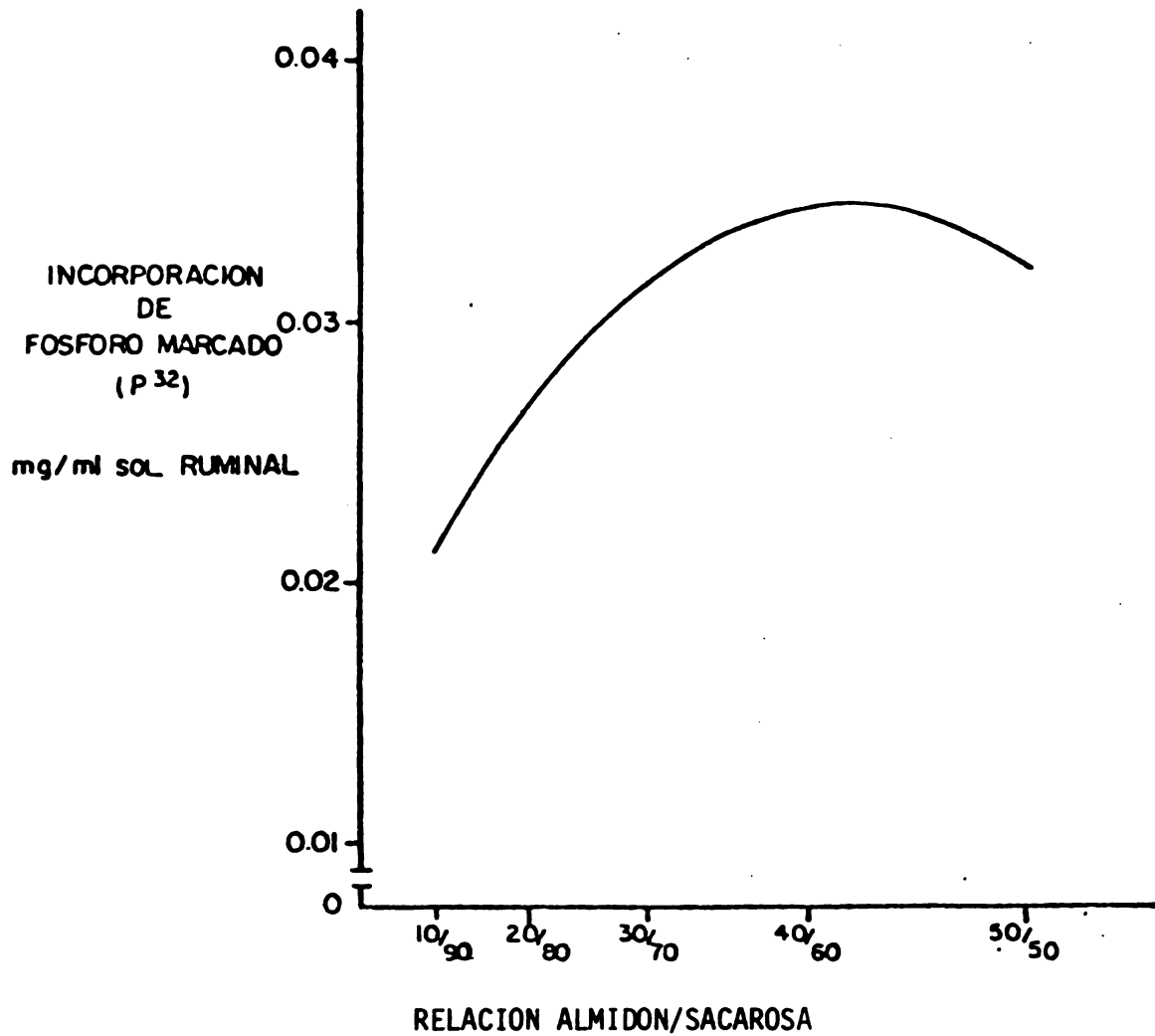


FIGURA 8. EFECTO DE DIFERENTES RELACIONES DE ALMIDON/SACAROSA SOBRE LA INCORPORACION DE FOSFORO MARCADO (P³²) POR LOS MICRO-ORGANISMOS DEL RUMEN. PROYECTO CIID-CATIE. 1978.

CUADRO 8. COMPOSICION DE LA CAÑA DE AZUCAR Y MELAZA

	PROPORCIONES EN BASE FRESCA	M.S. %	PROPORCION DE LA M.S.		DIGESTIBILIDAD DE LA M.S.
			N	AZUCARES SOLUBLES	
CAÑA DE AZUCAR					
PLANTA ENTERA	100	28	.45	48	60
COGOLLO	25	28	.88	25	60
CAÑA	75	28	.32	55	64
CORTEZA	15	39	.64	40	59
CAÑA DESCORTEZADA	60	25	.24	57	70
MELAZA		80	.72	70	80

(Preston y Leng, 1980)

mayor síntesis de proteína microbiana, mayor eficiencia de la fermentación ruminal, y mayor disponibilidad de nutrientes a nivel duodenal (Cuadro 9 y 10).

Los ejemplos porporcionados enfatizan la importancia del conocimiento de las características específicas de los alimentos disponibles en el trópico y su utilización por el animal, para poder diseñar sistemas de alimentación eficientes. Sin embargo, su uso en condiciones prácticas requiere considerar otros factores en adición a los puramente nutricionales. Al estudiar el uso de recursos para la alimentación durante épocas de escasez de pastos, también se debería considerar: su disponibilidad estacional y local; la forma como se pretende utilizar, ya sea a nivel de finca o a través de plantas procesadoras; el costo de transporte, procesamiento y utilización; su facilidad de implementación; la forma como se adaptaría al sistema prevaleciente de producción; su aceptabilidad por el productor, etc. El beneficio económico que se obtenga de su utilización constituye uno de los factores determinantes a considerar en el diseño de los sistemas de alimentación en confinamiento, así como en la posterior implementación de los mismos a nivel de los productores.

CUADRO 9. PARAMETROS DE LA FUNCION RUMINAL DE ANIMALES ALIMENTADOS CON RACIONES DE CANA DE AZUCAR Y MELAZA^{1/}

RACION	Consumo MS/100kg PV	Volumen Lfquido lt	Tasa de Reemplazo del Rumen Vol/dfa	Tasa de Flujo lt/dfa
CANA DE AZUCAR				
- Pulidura de arroz (g/dfa)				
0	1.72	29	2.0	56
500	1.75	32	2.0	63
1000	1.95	31	2.3	70
1500	2.08	31	2.3	72
- Harina de yuca (g/dfa)				
0	1.64	23	1.9	44
400	1.59	34	1.8	61
800	1.71	28	1.9	52
1200	1.68	29	1.8	49
MELAZA/Ha Soya (400 g/dfa)				
- Con forraje		30	1.7	62
- Sin forraje		70	0.2	12

^{1/} Animales de 300 kg.
(Preston y Leng, 1980)

CUADRO 10. SINTESIS DE PROTEINA MICROBIANA Y FLUJO DE ALMIDON AL DUODENO
DE VACUNOS ALIMENTADOS CON CANA DE AZUCAR Y PULIDURA DE ARROZ

RACION	Sfntesis de Protefna Microbiana g/kg M.O. fermentada	Almidón en el Duodeno	
		Digesta (% MS)	Flujo (g/día)
CANA DE AZUCAR			
- Pulidura de arroz (g / día)			185
400	3.0	10	288
800	4.5	13	464
1200	4.2	20	625

(Elliot et al, citados por Preston y Leng, 1980)

LITERATURA CITADA

- 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.
- ANDRADE, J. L., REY, G. E., RAMIREZ, N.T., CARRILLO, A. y BLUE, W. G. Fertilizer response and dry season changes in forage grasses in the Pacific Region of Costa Rica. *Tropical Agriculture (Trin.)* 41(1):31-39. 1964.
- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL. Necesidades Nutritivas de los Animales Domésticos. 2. Rumiantes (Traducción de R. Sanz Arias). Agricultural Research Council (ARC). Academia, León (España). 1968. 380 p.
- ARMENDARIZ, V.R. Efecto del nivel de melaza sobre el consumo voluntario de punta de caña y la ganancia de peso en novillos de carne. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 1976. 74 p.
- 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.
- ARONOVICH, S., CORREA, A.N.S., FARIA, E.V., DUSI, G.A. y NUÑES, 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.
- ASAI, T. Developmental processes of reticulo-rumen motility in calves. *Japanese Journal of Veterinary Science* 35(3): 239-252. 1973.
- BACCARI, F, Jr., CAMPOS NETO, O. y MORALES BARROS, H. Idade de bezerros mestiços ao início da ruminacão e correlacão entre peso ao nascer e idade ao início da ruminacão. *Arquivos da Escola de Veterinaria da Universidade Federal de Minas Gerais* 30 (1):71-74. 1978.
- BACKER, J., RUIZ, M.E., MUÑOZ, H. y PINCHINAT, A.M. El uso de la batata (*Ipomea batata*, (L) LAM) en la alimentación animal. II. Producción de carne de res. *Producción Animal Tropical* 5:166-175. 1980.
- BEMBRIDGE, T.J. Protein supplementary feeding of breeding stock proves profitable under watershed ranching conditions. *Rhodesian Agricultural Journal* 60 (3): 98. 1963.
- BERRY, S. y PEÑA, G. Uso de melaza en vacas de doble propósito: respuesta a la suplementación de melaza/urea en una ración básica de pasto y granos de cervecera. *Producción Animal Tropical* 6:292-296. 1981.

- BEVERIDGE, R.A. y LENG, R.A. Efectos del forraje sobre el volumen fluido y la efusión del líquido del rumen en bovinos alimentados con melaza. *Producción Animal Tropical* 6:5-10. 1981.
- BISSCHOFF, W.V.A., QUINN, L.R., DA ROCHA, G.L. y MOTT, G.O. Supplemental feeding of steers on pasture with protein-energy supplements. *IRI Research Institute Bull.* 35. 1967. 47 p.
- 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.
- BLUE, W.G. y TERGAS, L.E. Dry season deterioration of forage quality in the wet-dry tropics. *Proceedings Soil Crop Science Florida* 29:224. 1969.
- BRANDSMA, S. The relation between milking, residual milk and milk yield. In *Proceedings of the International Symposium on Machine Milking. 17 th 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. 1969.
- _____. y CLOUGH, P.A. Feeding dairy cows. *The Esso Farmer* 26(3):1-6. 1974.
- 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.
- CARNEVALI, A.A., CHICCO, C. F., SHULTZ, T.A., RODRIGUEZ, S. y SCHULTZ, E. Efecto de la suplementación con melaza y urea para bovinos a pastoreo. *Agronomía Tropical* 20 (6):433-443. 1970.
- _____. SCHULTZ, T.A., SHULTZ, E. y CHICCO, C.F. Suplementación del heno de pobre calidad con melaza y urea. *Agronomía Tropical* 21(6): 565-572. 1971.
- CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA (CATIE). Departamento de Producción Animal. Investigación aplicada en sistemas de producción de leche 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. 170p.

- _____. Sistemas de producción de leche y carne para pequeños productores usando residuos de cosecha. Informe de Progreso 1978, Proyecto CATIE/CIID. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (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.
- COLMAN, R. L. Quantity of pasture and forage crops for dairy production in the tropical regions of Australia. 1. Review of the literature. *Tropical Grasslands* 5(3):181-194. 1971.
- _____. y KAISER, A. G. The effect of stocking rate on milk production from Kikuyu grass pastures fertilized with nitrogen. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 14(47):155-160. 1974.
- COMBELLAS, J., BAKER, R.D. y HODGSON, J. 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, G. Producción y manejo de praderas en el trópico. In Producción y utilización de forrajes en el trópico: compendio. CATIE, Turrialba, Costa Rica. Serie Materiales de Enseñanza No. 10 pp. 155-176. 1981.
- _____. VOHNOUT, K. y JIMENEZ, C. Sistemas intensivos de alimentación del ganado en pastoreo In El potencial para la producción de ganado de carne en América Tropical. CIAT, Cali, Colombia. Serie CS-10. 1975. pp. 125-142. 1974.
- _____. 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.
- CHAMBERS, D.T. Grazing behaviour of calves reared at pasture. *Journal of Agricultural Science* 53(4):417-424. 1959.
- CHURCH, D.C. Digestive physiology and nutrition of ruminants. Metropolitan Printing Co., Portland, Oregon. USA. 1976. 350 p.

- DELGADO, A., VEITIA, J.L., ELIAS, A. y DIEGUEZ, R. El uso del pasto para la producción de carne. 5. Suplementación con miel, urea y proteína verdadera para añojos alimentados con forraje de baja calidad. Revista Cubana de Ciencias Agrícolas 12:137-143. 1978.
- 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. 1965.
- ELLIOT, R., FERREIRRO, H.M. y PRIEGO A. Estimado de la cantidad de proteína en el alimento que escapa a la degradación en el rumen de novillos alimentados con caña de azúcar picada, melaza/urea, suplementadas con diferentes niveles de pulidura de arroz. Producción Animal Tropical 3:37-40. 1978.
- ESPERANCE, M. y ESQUIVEL, C. Influencia de diferentes niveles de concentración 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.
- EVANS, T. R. The establishment and management of tropical pastures for beef production: In Seminario Internacional de Ganadería Tropical, Acapulco, México, 1976. Memoria. Secretaría de Agricultura y Ganadería y Banco de México S.A. v.4. Producción de Forrajes. pp. 51-86. 1976.
- 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.
- 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.
- FERNANDEZ, A., MacLEOD, 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.
- _____. GIRALDEZ, J. y MacLEOD, N.A. Rumen fermentation in calves reared on restricted suckling, sugarcane and molasses/urea. Tropical Animal Production 1:138-143. 1976.
- _____. MacLEOD, N.A. y PRESTON, T.R. Follaje de yuca como fuente de forraje y proteína para la engorda de ganado bovino con miel/urea. Producción Animal Tropical 2:198-202. 1977.
- _____. PRESTON, T.R. Forraje de yuca como suplemento de fibra y proteína en dietas de melaza: efecto del nivel de forraje y suplementación con harina de soya. Producción Animal Tropical 3:111-115. 1978.

- FERREIRA, M. y PRESTON, T.R. Effect of different concentrations of urea in final molasses given as a supplement to chopped sugarcane for fattening cattle. *Tropical Animal Production* 1:66-71. 1976.
- FFOULKES, D. y PRESTON, T.R. Forraje de yuca o batata como fuente combinada de proteína y forraje en dietas de melaza: efecto de la suplementación con harina de soya. *Producción Animal Tropical* 3:188-194. 1978.
- FRONK, T.J. y SCHULTZ, L.H. Effect of dry period overconditioning on subsequent early lactation performance of dairy cows. In 73 rd Annual Meeting, American Dairy Science Association, East Lansing, Michigan, July 9-13, 1978. (Mimeografiado).
- GALAVIZ, L. C. Comportamiento de una pradera naturalizada por efecto del período de descanso y la presión de pastoreo en Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc., UCR/CATIE, Turrialba, Costa Rica. 177 p. 1981.
- GAYA, H., DELAITRE, J.G. 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.
- _____. 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.
- _____. NASSEEVEN, R., HULMAN, B. y PRESTON, T.R. Efecto del nivel de harina de pescado sobre crecimiento y conversión de bovinos alimentados con melaza/urea y cantidades restringidas del forraje. *Producción Animal Tropical* 4:148-153. 1979.
- GIRALDEZ, J., MORALES, S., MacLEOD, N.A. y PRESTON, T.R. Studies on the growth of calves reared on restricted suckling sugar cane and molasses/urea. *Tropical Animal Production* 1:144-149. 1976.
- GODOY, R. y ELLIOTT, R. Efecto de cinco forrajes tropicales sobre algunos parámetros de la función ruminal y el flujo de nutrientes al duodeno de bovinos alimentados a base de melaza/urea. *Producción Animal Tropical* 6:177-184. 1981.
- GORRILL, A.D.L. Rearing of dairy calves on pasture with or without whole oats. *Canadian Journal of Animal Science* 47(3):211-216. 1967.
- GREENHALGH, J.F.D. The effects of grazing intensity on herbage production and consumption and on milk production in strip grazed dairy cows. In International Grassland Congress, 11th, Queensland, Australia, 1970. Proceedings. Queensland, University of Queensland, 1970. pp. 856-859.

- GUTIERREZ, M. A. Compración de dos métodos intensivos de utilización de pasto estrella africana (Cynodon plectostachyus (K. Schum Pilger) en la producción de leche. Tesis Mag. Sc. IICA, Turrialba, Costa Rica. 71 p. 1974.
- HARRISON, D.G., BEEVER, D.E., THOMSON, D.J. y OSBOURN, D.F. The influence of diet upon the quantity and types of amino acids entering and leaving the small intestine of sheep. *Journal of Agricultural Science*. 81: 391-401. 1973.
- _____. y McALLEN, A.B. Factors affecting microbial growth yields in the reticulo-rumen. *In Digestive physiology and metabolism in ruminants*. Ruckebusch, Y. and P. Thivend, Eds. Avi Publishing Co., Inc. Connecticut, USA. 1980. pp. 205-226.
- HARTE, F. J. System of beef production using multiple suckling as the rearing system. An Foras Taluntais Animal Production Research Report. 1977. p. 7.
- HERRERA, F., FERREIRO, M., ELLIOTT, R. y PRESTON, T.R. Efecto de la suplementación con melaza sobre el consumo voluntario, ganancia de peso vivo y función rumial en toros alimentados con dietas basadas en pulpa de henequenensilada. *Producción Animal Tropical* 6:199-206. 1981.
- HUGHES-JONES, M. y PERALTA, G. Observaciones sobre las degradabilidades de los alimentos en el rumen en ganado vacuno recibiendo dietas con o sin melaza, *Producción Animal Tropical* 6:194-198. 1981.
- _____. ENCARNACION, C. y PRESTON, T.R. Interacciones dietéticas del jugo de caña de azúcar y suplementos de alto contenido proteico. *Producción Animal Tropical* 6:297-305. 1981.
- HULMAN, B. y PRESTON, T.R. La leucaena como fuente proteica para animales en crecimiento alimentados con caña de azúcar integral y urea. *Producción Animal Tropical* 6:348-351. 1981.
- HUME, I.D. The proportion of dietary protein escaping degradation in the rumen of sheep fed on various protein concentrates. *Australian Journal of Agricultural Research* 25:144-165. 1974.
- JEFFERY, H. Supplementary feeding for dairy production in the tropical regions of Australia. 1. Review of the literatura. *Tropical Grasslands* 5(3):205-220. 1971.
- JONES, R. J., BLUNT, C.G. y NURNBERG, B.I. Toxicity of Leucaena leucocephala: the effect of iodine and mineral supplements on penned steers fed a sole diet of Leucaena. *Australian Veterinary Journal* 54:387-392. 1978.

- KAISER, A.G. The effects of milk feeding on the pre-and post-weaning growth of calves, and on stomach development at weaning. *Journal of Agricultural Science* 87:357-363. 1976.
- LANE, G.T., DILL, C.W., ARMOSTRONG, 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 Crantz) como fuente de almidón sobre la producción de leche en vacas en pastoreo. Tesis Mag. Sci., Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE, 1978. 52 p.
- LENG, R.A., KEMPTON, T.J. y NOLAN, J.V. Non-protein nitrogen and bypass proteins in ruminant diets. *Australian Meat Research Committee Review* 33:1-22. 1977.
- _____. The influence of bypass nutrients on growth in ruminants. In *Recent advances in animal nutrition*. Farrel, D.J., Ed. The University of New England, Armindale, Australia. 1978. pp. 71-76.
- LI PUN, H.H. y SATTER, L.D. Protein degradation by rumen microbes maintained in continuous culture. *Journal of Dairy Science* 58:745. (Abstract). 1975.
- LORA, J., RAVELO, G., MINOR, S., PRESTON, T.R. y LENG, R.A. Metabolismo de la glucosa en el ganado alimentado con dietas de melazas: estudio sobre la toxicidad de la melaza. *Producción Animal Tropical* 3:19-21. 1978.
- LOSADA, H. y PRESTON, T.R. Efecto de la miel final y miel rica en la intoxicación por mieles. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas* 8:11-21. 1974.
- _____. ARANDA, E., RUIZ, J. y ALDERETE, R. Efecto de la urea sobre el consumo voluntario y parámetros metabólicos en toros alimentados con caña de azúcar y melaza. *Producción Animal Tropical* 4:169-172. 1979.
- LOZANO, E., RUIZ, M.E. y RUIZ, A. Desarrollo de sub-sistemas de alimentación de bovinos a base de rastrojo de frijol (Phaseolus vulgaris, L). III. Producción de carne. *Turrialba* 30(2):153-159. 1980.
- LUCAS, H.L. Switch back trials for more than two treatments. *Journal of Dairy Science* 36(2):146-154. 1956.
- MAPOON, L.K., BOODOO, A.A., HULMAN, B. y PRESTON, T.R. Uso de gallinaza en dietas de melaza y bagazo para engorde de toros. *Producción Animal Tropical* 4:145-147. 1979.

- MARTE, J.A., OLIVO, F. y HOVELL, F.D. Deb. Digestibilidad de la caña de azúcar picada suplementada con melaza y afreno de trigo. *Producción Animal Tropical* 3:52-57. 1978.
- MATHERS, J.C., HORTON, C.M. y MILLER, E.L. Rate and extent of protein degradation in the rumen. *Proceedings of the Nutrition Society* 36:37A. 1977.
- McDOWELL, L.R., CONRAD, J.H., THOMAS, J.E. y HARRIS, L.E. Tablas de composición de alimentos para América Latina ó Universidad de Florida. Gainesville, Florida. 1974.
- MEYRELES, L., MacLEOD, N.A. y PRESTON, T.R. Forraje de yuca como fuente proteica en dietas de caña de azúcar para el ganado: efecto de diferentes niveles de yuca y urea sobre parámetros de fermentación ruminal. *Producción Animal Tropical* 2:309-314. 1977.
- _____. PRESTON, T.R. Efecto de la pre-fermentación, nivel de afrecho de trigo y acceso o no a la melaza/urea al 10% sobre el comportamiento de toros cebú alimentados con dieta básica de caña de azúcar. *Producción Animal Tropical* 3:218-223. 1978.
- MINOR, S., MacLEOD, N.A., PRESTON, T.R. y LENG, R.A. Parámetros de tracto digestivo en toros alimentados con dietas de caña de azúcar/urea y diferentes suplementos proteicos. *Producción Animal Tropical* 2:166-177. 1977.
- MISON, D.J. y MacLEOD, 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 TRYRRELL, H.F. Efficiency of conversion of difested energy to milk. *Jorunal of Dairy Science* 58(4): 602-610. 1975.
- 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.
- 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.
- MOTT, G.O., QUINN, L.R., BISSCHOFF, W.V.A. y DA ROCHA, G.L. Molasses as an energy supplement for Zebu steers grazing nitrogen-fertilized and unfertilized colonial guineagrass pasture. *IRI Research Institute Bull.* 36. 1967. 54 p.
- NAGA, M.A., NOUR, A.M., BORHAMI, B.E., EL-DIN, M.Z. ABAZA, M.A., EL-SHAZLY, K., ABOU ADDADA, A.R. y OLTJEN, R.R. Efecto del potasio sobre los microorganismos del rumen de los animales alimentados con dietas que contienen urea. *Producción Animal Tropical* 3:58-64. 1978.

- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES.. Nutrient requirements of domestic animals.
3. Nutrient requirements of dairy cattle, 5a ed. National Academy of Sciences, National Research Council (NRC), Washinton, D.C. 1978. 76 p.
- _____. Urea and other non protein nitrogen compounds in animal nutrition. National Academy of Sciences, Washington, D.C. 1976. 120 p.
- NICHOLAS, D.J.D. y EGAN, A.R. (eds). Trace elements in soil-plant-animal systems. Academic Press, New York. 1975. 417 p.
- ØRSKOV, E.R. y MEHREZ, A.Z. Estimation of extent of protein degradation from basal feeds in the rumen of sheep. Proceedings of the Nutrition Society 36:37A. 1977.
- _____. Importancia relativa de la digestión ruminal y post-ruminal respecto a la nutrición proteica y energética en rumiantes. Producción Animal Tropical 3:93-105. 1978.
- ORTEGA, C.M. y SAMUDIO, C. Productividad de cuatro gramíneas tropicales bajo tres niveles de nitrógeno en Panamá. I. Productividad de carne bovina. Ciencia Agropecuaria (Panamá) 2:27-40. 1979.
- _____. y SAMUDIO, C. Productividad de cuatro gramíneas tropicales bajo tres niveles de nitrógeno en Panamá. II. Producción de materia seca y contenido proteínico. Ciencia Agropecuaria (Panamá) 2:41-50. 1979.
- PATEL, R.K., KUMAR, P., GANGADHARAN, T.P. DHAKA, J.P., VOEGELE, K., SUJUMARAN NAIR, R. y NAIR, SREEKUMARAN. Economics of crossbred cattle. National Dairy Research Institute, Karnal, Indo-Swiss Project, Kerala, India. 1976. 161 p.
- PESO, D. Resumen de investigaciones en pasto elefante (Pennisetum purpureum, Schumach) en la costa del Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina, Programa de Forrajes. Boletín Técnico No.14 35 p. 1972.
- _____. La calidad nutritiva de los forrajes. In Producción y utilización de forrajes en el trópico: compendio. CATIE, Turrialba, Costa Rica. Serie Materiales de Enseñanza No. 10. pp. 70-102. 1981.
- PRESTON, T.R. y LENG, R.A. Utilization of tropical feeds by ruminants. In Digestive physiology and metabolism in ruminants. Ruckebusch, Y. and P. Thivend, Eds. Avi Publishing Co., Inc. Connecticut, USA. 1980. pp. 621-640.
- REID, J.T., LOOSLI, J.K., TRIMBERGER, G.W., TURK, K.L., ASDELY, 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.
- ROBERTS, C.R. Algunas causas comunes del fracaso de praderas de leguminosas y gramíneas tropicales en fincas comerciales y posibles soluciones. In Producción de pastos en suelos ácidos de los trópicos. L. E. Tergas y P. A. Sánchez, eds. CIAT, Serie O3SG-5. CIAT, Cali, Colombia. pp. 427-446. 1979.
- ROLDAN, G. Degradación ruminal de algunos forrajes proteicos en función del consumo de banano verde suplementario. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 1981. 71 p.
- RONNING, M. y LABEN, R.C. Response 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.
- ROWE, J.B. y PRESTON, T.R. El plátano como alimento para bovinos: crecimiento de animales alimentados con melaza/urea y diferentes proporciones de punta de plátano y caña de azúcar. Producción Animal Tropical 3:195-200. 1978.
- ROY, J.H.B. The calf, vols. 1 y 2. London, Iliffe. 1970.
- RUILOBA, E. 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.
- RUILOBA, M.H. y RUIZ, M.E. Producción de carne durante la época seca a base de subproductos. I. Niveles de proteína suplementaria y maleza. Ciencia Agropecuaria (Panamá) 1:59-76. 1978.
- _____. RUIZ, M.E. y PITTY, C. Producción de carne durante la época seca a base de subproductos. II. Niveles de proteína y sustitución de proteína verdadera por urea. Ciencia Agropecuaria (Panamá) 1:77-86. 1978.
- _____. RUIZ, M.E. y PITTY, C. Producción de carne durante la época seca a base de subproductos. III. Integración de componentes y validación de sistemas de alimentación de engorde. Ciencia Agropecuaria (Panamá) 1: 87-92. 1978.
- RUIZ, A., RUIZ, M.E., PEZO, D. y AVILA, M. Evaluación bioeconómica 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. Utilización de la gallinaza en la alimentación de bovinos. III. Producción de carne en función de diversos niveles de gallinaza y almidón. Turrialba 28(3):215-223. 1978.

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

_____. Crianza de terneras. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 1980. 51 p. (Mimeografiado).

X _____ . Crianza de terneras de lechería con sustitutos de leche y pastoreo intensivo. In Seminario Anual Agropecuario, Memoria. Banco Nacional de Panamá, agosto 1976. 9 p.

_____. CUBILLOS, G., DEATON, O. y MUÑOZ, H. 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.

X _____ . MUÑOZ, H., VILLEGAS, L.A., TORRALBA, J. y OCHOA, C. Cría de terneras de lechería a base de pastoreo y sub-productos. In 7° Día de Campo Ganadero. CATIE, Turrialba, Costa Rica, pp. 11-13. 1973.

_____. New animal feeding systems based on the intensive use of tropical by-products. In Proceedings, First International Symposium Feed Composition, Animal Nutrient Requirements, and Computerization of Diets, July 11-16. Utah State University, Logan, Utah, USA. 1976. pp. 660-666.

_____. 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.

_____. 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.

RUIZ P., R. Paraqueratosis ruminal en raciones altamente energéticas, ganancia en peso vivo y características de la pared ruminal. ALPA Memorias 11:189-193. 1976.

SALAI, F.J., SUTHERLAND, T.M. y WILSON, A. Efecto sobre el comportamiento animal de diferentes fuentes de forraje en dietas basadas en miel/urea. Producción Animal Tropical 2:161-165. 1977.

SIECA-GAFICA. Censos Agropecuarios 1970. SIECA. Guatemala. 1974.

SILVESTRE, R., MacLEOD, N.A. y PRESTON, T.R. Consumo voluntario y ganancia en peso de ganado bovino alimentado con caña de azúcar picada y soluciones de miel con diferentes concentraciones de urea. Producción Animal Tropical 2:1-12. 1977.

- _____. MacLEOD, N.A. y PRESTON, T.R. Engorde del ganado con miel/urea: efectos de diferentes niveles de urea. *Producción Animal Tropical* 2:325-328. 1977.
- _____. MacLEOD, N.A. y PRESTON, T.R. Suplementación de caña de azúcar con urea para engorde de ganado: efecto del maíz y diferentes niveles y fuentes de proteínas. *Producción Animal Tropical* 2:84-92. 1977.
- _____. HOVELL, F.D. y PRESTON, T.R. El engorde de bovinos con caña de azúcar: efecto de la suplementación con melaza. *Producción Animal Tropical* 3:201-210. 1978.
- SIMPSON, J. R. y STOBBS, T.H. Nitrogen supply and animal production from pastures. *In Grazing animals*. F. H. W. Morle, ed. Elsevier, Amsterdam, Holanda. pp. 261-288. 1981.
- SMITH, G.H., KEMPTON, T.J. y LENG, R.A. Metabolismo de glucosa y crecimiento de novillos alimentados con dietas basadas en melaza/urea. *Producción Animal Tropical* 4:138-144. 1979.
- SMITH, C.A. The feeding value of tropical grass pastures evaluated by cattle weight gains. *In International Grassland Congress, 11th*, Queensland, Australia, 1970. *Proceedings*. Queensland, University of Queensland, 1970. pp. 839-841.
- SNAYDON, R.W. The ecology of grazed pastures. *In Grazing animals*. F. H. W. Morley, ed. Elsevier, Amsterdam, Holanda. pp. 13-32. 1981.
- STOBBS, T.H. Milk production per cow and per hectare from tropical pastures. *In Seminario Internacional de Ganadería Tropical*, Acapulco, México, 1976. Memoria. Secretaría de Agricultura y Ganadería y Banco de México S.A. v. 4. *Producción de Forrajes*. pp. 129-146. 1976.
- _____. Quality of pasture and forage crops for dairy production in the tropical regions of Australia. 1. Review of the literature. *Tropical Grasslands* 5(3):159-170. 1971.
- 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):1032. 1954. (Compendio).
- TAMATE, H., MCGILLIARD, A.D., JACOBSON, N.L. y GETTY, R. Effect of various dietaries on the anatomical development of the stomach in the calf. *Journal of Dairy Science* 45(3):408-420. 1962.
- TERGAS, L.E, BLUE, W.G. y MOORE, J.E. Nutritive value of fertilized Jaraguá grass (*Hyparrhenia rufa* (Nees) Stapf.) in the wet-dry Pacific Region of Costa Rica. *Tropical Agriculture* 48(1):1-8. 1971.

- TOLEDO, J. y MORALES, V. Establecimiento y manejo de praderas mejoradas en la Amazonía peruana. In Producción de pastos en suelos ácidos de los Trópicos. L. C. Tergas y P. A. Sánchez, eds. CIAT, Serie 03SG-5. CIAT, Cali, Colombia. pp. 191-210. 1979.
- 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. 1. 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.
- _____. y PRESTON, T.R. Amamantamiento restringido. 2. Efecto del intervalo de tiempo entre el ordeño y el amamantamiento sobre la producción de leche y comportamiento del ternero. Revista Cubana de Ciencias Agrícolas 6(3):351-356. 1972.
- _____. y PRESTON, T.R. Amamantamiento restringido. 3. 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 Ciencias Agrícola 7(2):151-158. 1973.
- UNIVERSIDAD DE FLORIDA. Simposio Latinoamericano sobre Investigaciones en Nutrición Mineral de los Rumiantes en Pastoreo. Memoria, (L.R. McDowell y J.H. Conrad, eds.). Universidad de Florida, Gainesville. 1978. 225p.
- VAN ES, A.J.H. Energy intake and requirement of dairy cows during the whole year. Livestock Production Science 1(1):21-32. 1974.
- 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.
- VICENTE-CHANDLER, J., ABRUÑA, F., CARACOSTAS, T., FIGARELLA, J., SILVA, S. y PEARSON, R.W. Intensive grassland management in the humid tropics of Puerto Rico. University of Puerto Rico, Agricultural Experiment Station, Bullentin No. 233. 164 p. 1974.
- VILLEGAS, L.A. Suplementación con banano verde a vacas lecheras en pastoreo. Tesis Mag. Sci. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 1979. 58 p.
- VOHNOUT, K., JIMENEZ, C., ISIDOR, M., ALPIZAR, J., ETTINGER, A., PERLA, F. y JEAN-POIS, CH. Sistemas intensivos de alimentación del ganado en pastoreo en el trópico. Memorias del III Simposium de Nutrición y Sanidad Animal de Centroamérica y Panamá. PFIZER, San José, Costa Rica. Marzo 27-29. 1974. (Mimeografiado).

WHITEMAN, P.C. Beef and milk production from legume based tropical pastures. In Seminario Internacional de Ganadería Tropical, Acapulco, México, 1976. Memoria. Secretaría de Agricultura y Ganadería y Banco de México S.A. v. 4. Producción de Forrajes. pp. 87-108. 1976.

_____. Comparison of legume based and nitrogen fertilized tropical pastures for animal production. In Seminario Internacional de Ganadería Tropical, Acapulco, México, 1976. Memoria. Secretaría de Agricultura y Ganadería y Banco de México S.A. v. 4. Producción de Forrajes. pp. 109-122. 1976.

YEE TONG WAH, K.L., HULMAN, B. y PRESTON, T.R. Efecto del nivel de urea sobre el comportamiento del ganado bovino alimentado con melaza/urea y forraje restringido. Producción Animal Tropical 6:65-71. 1981.