

101
Zej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Estudios Superiores
"CUAUTITLAN"

"PROGRAMA DE ALIMENTACION INTEGRAL PARA EL HATO
DE BOVINOS PRODUCTORES DE LECHE DE LA FACULTAD DE
ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN 1986"

T E S I S

Que para obtener el Título de
Médico Veterinario Zootecnista
p r e s e n t a:

JORGE V: RUBIO ARGUELLO



Director de tesis: M.V.Z. Enrique Arista Puigferrat
Co-asesor M.V.Z. Jesús Guevara Vivero

Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx.

1987



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

C O N T E N I D O

	PAGINAS
RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	2
OBJETIVO.....	4
ANTECEDENTES DEL CENTRO DE PRODUCCION AGROPECUARIA (C.P.A.)..	5
CAPITULO I. COMPONENTES QUIMICOS DE LOS ALIMENTOS.....	10
CAPITULO II. PROCESOS DIGESTIVOS.....	15
CAPITULO III. REQUERIMIENTOS NUTRITIVOS DEL GANADO LECHERO...	19
CAPITULO IV. METABOLISMO ENERGETICO.....	46
CAPITULO V. METABOLISMO DEL NITROGENO.....	51
CAPITULO VI. ENFERMEDADES METABOLICAS DEL GANADO LECHERO.....	63
CAPITULO VII. FORMULACION DE RACIONES DE MINIMO COSTO Y MAXI- MA EFICIENCIA PARA EL CENTRO DE PRODUCCION --- AGROPECUARIA.....	85
CAPITULO VIII. CALENDARIO DE MANEJO DE RECURSOS FORRAJEROS...	107
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	126
ANEXO.....	130

INDICE DE CUADROS:

CUADRO

- 1 DIAGRAMA DEL ANALISIS QUIMICO PROXIMAL.
- 2 DISTRIBUCION DE LOS PRODUCTOS FERMENTADOS A NIVEL DE RUMEN.
- 3 CICLO DEL NITROGENO. RUTAS DE DIGESTION, ABSORCION Y METABOLISMO - DEL NITROGENO EN EL RUMIANTE.
- 4 CANTIDAD MAXIMA DE UREA CONTENIDA EN LA RACION (ENSILAJE DE MAIZ - CON Y SIN UREA).
- 5 UTILIZACION DE LOS PRINCIPALES SUBSTRATOS FORMADORES DE GLUCOSA A - NIVEL DE HIGADO.
- 6 COMPARACIONES DE LAS CONCENTRACIONES DE ALGUNOS PARAMETROS SANGUI - NEOS EN LAS VACAS LECHERAS NORMALES Y ACETONEMICAS.
- 7 RESUMEN DEL PROGRAMA DE FORMULACION.
- 8 RESUMEN DE APORTES NUTRITIVOS PARA CADA ETAPA (FASES FISIOLÓGICAS).
- 9 RESUMEN DE LOS REQUERIMIENTOS DE LOS DIFERENTES ALIMENTOS, DE ACUER - DO A LA FASE FISIOLÓGICA.
- 10 RESUMEN DE LOS REQUERIMIENTOS DE LOS DIFERENTES ALIMENTOS, DE ACUER - DO A LA FASE FISIOLÓGICA, DEL HATO PRODUCTOR DE LECHE, DE LA FACUL - TAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN (FES-C).

CUADRO

- 11 ESQUEMA DE LA ORGANIZACION DE UNA EXPLOTACION LACTEA.
(120 VACAS EN PRODUCCION)
- 12 RESUMEN DE LOS REQUERIMIENTOS DE LOS DIFERENTES ALIMENTOS, DE ACUERDO A LA FASE FISIOLOGICA, DE UN HATO LECHERO IDEAL.
- 13 RESUMEN PARA LAS NECESIDADES DE SUPERFICIE DE LOS DIFERENTES FORRAJES, UTILIZADOS EN LA ALIMENTACION DEL HATO LECHERO (FES-C Y HATO - IDEAL).

INDICE DE GRAFICAS:

GRAFICA

- 1 PRODUCCION DE LECHE (KG.), CON UN SISTEMA DE ALIMENTACION A BASE-
DE ENSILAJE CON Y SIN UREA (CON 13%, 18%, 8% DE PROTEINA).
- 2 PROPORCION DE CEREALES EN LA RACION Y NIVEL DE ACIDOS GRASOS VOLA
TILES EN EL RUMEN.
- 3 CURVA DE LA LACTANCIA.

RESUMEN

El presente documento se enfoca directamente en el Módulo de Bovinos -- Productores de Leche y sobre el Taller de Producción de Forrajes, del Centro de Producción Agropecuaria de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán.

Presenta un Programa de Alimentación Integral como objetivo principal, y un desarrollo previo de los Componentes Químicos de los Alimentos, Procesos Digestivos, Requerimientos Nutritivos del Ganado Lechero, Metabolismos de los diferentes Nutrientes, Enfermedades Metabólicas y un último capítulo de Formulación de Raciones de Mínimo Costo y Máxima Eficiencia.

INTRODUCCION:

En la mayoría de los países, la mayor parte de los productores de leche pretenden maximizar sus ingresos netos por vaca al año y por hora-hombre. Por lo cual, el consumo de alimentos durante todo el período de lactación debe ser optimizado dentro del hato y dentro del sistema de producción. De acuerdo con la economía general de la producción lechera, el nivel óptimo de la alimentación se logra cuando el ingreso de la producción física (leche y las ganancias de peso vivo), es igual al costo de las últimas unidades de alimento. El factor que llega a limitar esta afirmación (ingreso marginal = a - costo marginal), es la disminución de los retornos del factor independiente, y consecuentemente, el proceso de optimización que requiere datos técnicos -- que describan la relación consumo-producción (función de producción), así como los precios de los productos y los factores. (OSTERGARD V., 1983)

En cada hato la variable de los insumos más importantes es, por mucho, el alimento. Solamente el alimento para producción (leche y ganancias de peso) es variable, puesto que los requerimientos para mantenimiento son costos fijos, así como construcciones, mano de obra, maquinaria, etc... Estos costos fijos pueden hacerse variables; a largo plazo, cuando cambian otros factores distintos al alimento, por lo cual el alimento es el único factor regulador o controlador para el productor de leche en el manejo de producción, -- para dar el máximo ingreso.

De esta forma los productores de leche necesitan programas de alimentación, para optimizar el consumo de alimento a través de la lactancia. El desarrollo de dichos programas solamente es posible si se conocen las relacio -

nes cuantitativas (sobre una base a largo plazo), entre el consumo total de alimento, la producción de leche, las ganancias de peso vivo, la fertilidad y la sanidad. (DEAN G.W., 1969) (ETGEN W., REAVES., 1985)

Un programa de alimentación óptimo debe involucrar la integración de muchos factores como son; las materias primas (ingredientes alimenticios) que se combinen de la mejor manera para ser procesados por la vaca lechera con el objeto de obtener el producto deseado (la leche) y un importante subproducto como lo es la carne.

O B J E T I V O . -

OFRECER AL CENTRO DE PRODUCCION AGROPECUARIA, UN DOCUMENTO QUE --
PERMITA OPTIMIZAR LOS RECURSOS AGROPECUARIOS DESTINADOS A LA ALIMENTACION -
DEL GANADO LECHERO.

ANTECEDENTES:

El Centro de Producción Agropecuaria (C.P.A.) de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán se encuentra ubicado en;

- Zona VI del Estado de México.
- Municipio; Cuautitlán Izcalli.
- Estado; de México.
- Ubicación; 2.7 kms. sobre la carretera estatal Cuautitlán de R.R. a - Teoloyucan.

Actualmente el hato productor de leche del C.P.A., presenta las siguientes características;

Esta dividido en etapas conforme a las diferentes edades y estados fisiológicos, y esta formado por los siguientes números de animales;

- Desarrollo I.- Con 19 animales de 2 a 8 meses de edad.
- Desarrollo II.- Con 16 animales de 8 a 14 meses de edad.
- Desarrollo III.- Con 14 animales con un peso superior a los 320 kgs.- y habiendo desarrollado su aparato reproductor y próximas a la Inseminación Artificial.

- Vacas en Producción.- 32
- Vacas Secas.- 10
- Animales Machos.- 13 animales de 2 a 8 meses de edad.
18 animales de 8 a 24 meses de edad.

La mayoría del ganado deriva de la raza Holstein - Friesian.

En cuanto a las instalaciones se podría mencionar que el C.P.A. cuenta con un sistema de alojamiento de casillas, que tiene una orientación de --- Oriente a Poniente, y su distribución es la siguiente;

A.- Dos corrales para animales en producción, con capacidad para 25 animales por corral.

B.- Un corral para animales en Desarrollo III, con capacidad para 25 animales.

C.- Un corral para Desarrollo II, con capacidad para 25 animales.

D.- Un corral para Desarrollo I, con capacidad para 50 animales.

E.- Un corral para lactación, con capacidad para 15 animales.

F.- Un corral para animales machos, con capacidad para 25 animales.

G.- Un corral para vacas secas, con capacidad para 25 animales.

H.- Una área de parideros con capacidad para 4 animales.

I.- Una área para animales lactantes.

J.- Una sala de ordeña tipo " TANDEM ", con capacidad para 8 animales - en ordeña simultánea.

K.- Una subestación eléctrica, para proporcionar energía eléctrica a -- todas las instalaciones.

L.- Dos silos sobre tierra ó también denominados " depósito de cuba ",- y un tercer silo que presenta la forma básica de depósito de cuba, pero éste último presenta dos divisiones para obtener en total 5 silos dentro de la explotación.

Los dos primeros silos miden;

Largo = 21.35 mts., Ancho = 10.37 mts., Alto = 3.35 mts. y tienen un volúmen aproximado de 741.68 m^3 , con capacidad para 445 toneladas de ensilaje.

El tercer silo tiene las siguientes dimensiones;

Largo = 19.82 mts., Ancho = 9.70 mts., Alto = 3.25 mts. con un volúmen aproximado de 624.82 m^3 y una capacidad para 374.892 toneladas de ensilaje.

Por último los silos #4 y #5 miden;

Largo = 4.88 mts., Ancho = 4.27 mts., Alto = 3.25 mts., con un volúmen de 67.72 m^3 y una capacidad aproximada de 40.632 toneladas de ensilaje.

M.- Una bodega de almacenamiento de forraje henificado que mide;

Largo = 60 mts., Ancho = 12 mts., Alto = 3 mts. con un volúmen de 2160 m^3 .

(REGISTROS, EVALUACION Y CONTROL, (C.P.A.), FES-C., 1983)

El Sistema de Alimentación de el hato lechero de la FES-Cuautitlán, se-basa principalmente en los siguientes ingredientes* ;

- Alfalfa (Medicago sativa).- La cual puede ser fresca ó henificada.
- Avena (Avena sativa).- Fresca, henificada y ensilada.
- Sorgo forrajero (Sorghum spp).- Fresco ó ensilado.
- Maíz (Zea mays).- Ensilado.
- Concentrado Comercial.- Con 16% de Proteína Cruda.
- Sales Minerales.
- Agua.

El Centro de Producción Agropecuaria cuenta actualmente con sembradfos- de Alfalfa, Avena, Maíz-Sorgo, distribuyendose de la siguiente manera;

- Alfalfa.- En una superficie de 15 hectáreas.
- Avena, Maíz-Sorgo.- En una superficie de 25 hectáreas. (dos cosechas por año).

Obteniendo como producción en 1985:

- | | |
|--------------|--|
| - Avena | 269 toneladas totales de materia seca. |
| - Alfalfa | 101 toneladas totales de materia seca. |
| - Maíz-Sorgo | 342 toneladas totales de materia seca. |

Y los estimado para 1986 es lo siguiente:

- | | |
|---------|--|
| - Avena | 144 toneladas totales de materia seca. |
|---------|--|

* ingredientes = alimentos.

- Alfalfa 205 toneladas totales de materia seca.
- Maíz-Sorgo . 250 toneladas totales de materia seca.

Actualmente la alimentación del ganado lechero de la FES-Cuautitlán, en sus diferentes etapas es la siguiente:

A.- Vacas en Producción.- Alfalfa verde y Concentrado Comercial (con 16% de proteína cruda), Ensilaje de Maíz, Sorgo y Avena en épocas de sequías como son los meses de Noviembre, Diciembre, Enero y Febrero., Agua a libre acceso.

B.- Vacas Secas.- Alfalfa y Avena henificada, Ensilaje de Maíz, y Agua a libre acceso.

C.- Desarrollo II y III.- Alfalfa henificada, Ensilaje de Maíz, Concentrado Comercial (con 16% de proteína cruda), y Agua a libre acceso.

D.- Desarrollo I.- Alfalfa verde, Alfalfa y Avena henificada, Concentrado Comercial (con 16% de proteína cruda), y Agua a libre acceso.

E.- Animales machos.- Alfalfa y Avena henificada, y Agua a libre acceso.

F.- Lactantes (animales en lactación).- 4 litros de leche al día, Concentrado Comercial (con 16% de proteína cruda + urea), forraje seleccionado con el propósito de estimular el desarrollo del rumen-retículo.

(REGISTROS, EVALUACION Y CONTROL, (C.P.A.), FES-C., 1983)

C A P I T U L O I

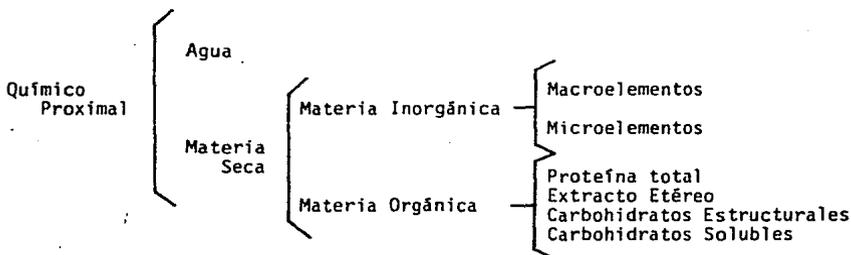
COMPONENTES QUIMICOS DE LOS ALIMENTOS

Los alimentos para ganado como los henos, ensilados y granos, están compuestos por fracciones químicas, las cuales pueden ser utilizadas como nutrientes ó convertidos a nutrientes aprovechables por el animal durante los procesos digestivos. (ABRAMS J.T., 1965)

Los nutrientes están clasificados en: Carbohidratos, Proteínas, Grasas, Vitaminas, Elementos Inorgánicos y Agua.

CUADRO # 1

DIAGRAMA DEL ANALISIS QUIMICO PROXIMAL



(MORFIN L.L., 1982)

CARBOHIDRATOS.-

Están formados por compuestos de carbono, hidrógeno y oxígeno. Los carbohidratos más complejos (almidón, celulosa y otros materiales fibrosos) ---

están formados en la planta por condensación ó por la combinación química de azúcares simples. (la glucosa es la azúcar simple más común)

La hidrólisis (rompimiento por la acción de ácidos ó enzimas) de almidón, celulosa y otros carbohidratos complejos origina la degradación de dichos compuestos en unidades de glucosa. La glucosa es la principal fuente de energía para los mamíferos. En gran parte es fermentada para ser convertida en ácidos grasos de cadena corta en el rumen. La sacarosa es un disacárido (2 azúcares) compuesta de glucosa y fructuosa; la fructuosa es convertida a glucosa en los procesos digestivos antes de ser absorbida por el torrente sanguíneo. (HILLMAN et al., 1980)

PROTEINAS.-

Consideradas como el segundo nutriente dentro de la alimentación del ganado. Las proteínas contienen nitrógeno, carbono, hidrógeno y oxígeno, y una pequeña cantidad de sulfuro y fósforo. La proteína cruda contenida en los alimentos está determinada por las cantidades libres de nitrógeno las cuales son obtenidas por medio de tratamientos químicos.

Muchas proteínas contienen aproximadamente cerca del 16% de nitrógeno, así la proteína cruda es igual al porcentaje (%) de nitrógeno multiplicado por 6.25 ($N\% \times 6.25$). Este procedimiento asume la cantidad total de nitrógeno que está contenida en la proteína, y como el término implicado, es únicamente una determinación del contenido de proteína cruda sin considerar la calidad de la proteína.

Las proteínas verdaderas están compuestas por unidades pequeñas llamadas aminoácidos. Los aminoácidos (contienen nitrógeno como amoniaco) forman a las proteínas y estas a su vez están formadas en las plantas y los animales. De los 22 diferentes aminoácidos que se conocen, se sabe que únicamente 10 son esenciales en la dieta de los animales monogástricos. Todos los aminoácidos esenciales son sintetizados a partir del amoniaco por las bacterias y protozoarios del rumen.

Además de la proteína verdadera, los alimentos para ganado también contienen nitrógeno no proteico en enzimas, aminoácidos, nitratos, nitritos, amoniaco y urea.

GRASAS.-

Los lípidos están incluidos en casi todos los alimentos, y son extraídos con éter a partir de los alimentos o de los tejidos. Nutricionalmente, los lípidos importantes son grasas y aceites, los cuales son ésteres de ácidos grasos de glicerol. Los ácidos grasos son constituyentes comunes de las grasas de plantas y animales, presentandose cadenas con átomos de carbono (en números pares).

Los ácidos grasos puede presentarse en forma saturada (ligadura sencilla) o en forma insaturada (con doble ligadura). Los ácidos grasos insaturados contienen uno o más pares de átomos de carbono, en el cual el átomo de hidrógeno ha sido reemplazado por una doble ligadura.

Los ácidos grasos más comunes se encuentran en los tejidos de plantas y animales, y contienen de 1 a 4 dobles ligaduras. Las grasas contienen ácidos grasos saturados, que son sólidos a temperatura ambiental, mientras que las que contienen ácidos grasos insaturados, son líquidos (aceites).

(CHURCH D.C., 1979)

VITAMINAS.-

Las vitaminas son sustancias orgánicas requeridas por los animales en cantidades muy pequeñas para regular varios procesos orgánicos que tienden a mantener, dentro de la normalidad, la salud, el crecimiento, la producción y la reproducción.

Las vitaminas se clasifican en dos grandes grupos:

1.- Vitaminas Hidrosolubles.- Que son las vitaminas del Complejo B y la vitamina C.

2.- Vitaminas Liposolubles.- Vitaminas A, D, E y K.

En el caso de los rumiantes, los microorganismos ruminales pueden sintetizar muchas vitaminas para su uso eventual, aun cuando algunas de ellas pueden no encontrarse en cantidades adecuadas en las raciones originales.

Todas las vitaminas del Complejo B y la vitamina K se sintetizan en cantidades adecuadas, una vez que el rumen funciona normalmente. Además, en los tejidos corporales se sintetiza la vitamina C. Por consiguiente, las únicas

vitaminas que se requieren en la ración de una vaca son las vitaminas Liposolubles, A, D y E. Sin embargo, todas las otras vitaminas con excepción de la C se necesitan en la dieta de los terneros jóvenes hasta que la actividad del rumen sea suficiente para satisfacer sus necesidades.

(CHURCH D.C., 1979)

ELEMENTOS INORGANICOS.-

Los elementos inorgánicos son elementos químicos sólidos y cristalinos- los cuales no pueden ser sintetizados por reacciones químicas del organismo.

Con respecto a la nutrición animal, podemos mencionar que los elementos inorgánicos son esenciales en la dieta, y que se clasifican en macroelementos y en microelementos (Oligoelementos). Los elementos inorgánicos más importantes en la dieta son: Calcio (Ca), Fósforo (P), Magnesio (Mg), Potasio (K), Cloruro de sodio (NaCl) (sal), Iodo (I), Cobalto (Co), Manganeseo (Mn),- Zinc (Zn), Azufre (S), Molibdeno (Mo), Selenio (Se), Flúor (F) y Cobre (Cu).

CAPITULO II

PROCESOS DIGESTIVOS

La vaca lechera, un animal rumiante, tiene 4 compartimientos gástricos. El primer compartimiento, el rumen, comúnmente llamado "panza", presenta un pobre desarrollo y una función inadecuada (no funcional) al nacimiento. El desarrollo de este compartimiento es rápido cuando las becerras comen alimentos sólidos como heno, pajas y granos.

EL RUMEN.-

Las principales funciones del rumen se podrían resumir como la combinación de una cámara y un tanque de fermentación para los alimentos. En el ganado adulto, los contenidos ruminales equivalen normalmente alrededor del 16% de su peso corporal. (RUCKEBUSH., 1980)

Billones de microorganismos principalmente bacterias y protozoarios habitan en el contenido ruminal, donde ellos se multiplican y crecen produciendo enzimas necesarias para la digestión y síntesis de nutrientes. Se sabe que dentro del rumen no hay secreción de enzimas, ni en ninguna otra parte del tracto digestivo anterior al estómago verdadero. Solamente aquellas producidas por microorganismos los cuales son responsables de los cambios químicos ocurridos en el rumen. (RUCKEBUSH., 1980)

Las vacas adultas producen una abundante cantidad de saliva, de 48 a 58 kgs. por día, la cual es secretada dentro del rumen durante la digestión ruminal. Aunque la saliva de los rumiantes no contiene enzimas para una degradación parcial del almidón a azúcares, contiene bicarbonato de sodio y urea. Estos dos componentes neutralizan los ácidos grasos producidos en el rumen y mantienen el pH del contenido ruminal lo más próximo a la neutralidad (pH - 6.8 - 7.0).

Los productos finales de la fermentación del rumen son ácidos grasos de cadena corta, proteína microbiana, vitaminas del Complejo B, vitamina K, y los gases metano y bióxido de carbono. Los ácidos grasos son absorbidos a través de la pared ruminal hacia la vena porta y posteriormente pasan al hígado.

EL RETICULO.-

Es el segundo compartimiento del estómago de los rumiantes y todas sus funciones están en conjunción con las del rumen. Es más pequeño que el rumen, participa en el movimiento de los alimentos, particularmente en la regurgitación de los bolos de alimentos fibrosos hacia la parte superior del esófago llegando así a la boca para su remasticación. Se ha visto que la abertura del retículo hacia el omaso es relativamente pequeña, favoreciendo así la retención de partículas grandes en el compartimiento rumen-retículo para la regurgitación, remasticación y obtener una más completa fermentación del bolo alimenticio. (DUKES H.H., SWENSON., 1981)

EL OMASO.-

El omaso, es el tercer compartimiento gástrico, se caracteriza por tener muchas hojas ó pliegues de tejido. Su función principal parece ser la de absorción de agua y tal vez la de algunos nutrientes antes de pasar el alimento ingerido por el estómago verdadero.

EL ABOMASO.-

Es el cuarto compartimiento, también llamado estómago verdadero, su función esencial es igual a la de un estómago de un animal no rumiante (monogástrico). El ácido clorhídrico y las enzimas que secreta, inducen la hidrólisis (rompimiento por adición de agua) de las proteínas microbianas a fracciones simples de proteína tales como péptidos y aminoácidos.

Después de haber quedado libre del abomaso, el material ingerido entra al duodeno, que forma parte del intestino delgado donde los procesos digestivos continúan. El intestino delgado mide cerca de 40 metros de largo y 5 cm de diámetro. En el ganado adulto, las enzimas secretadas por el páncreas -- entran al duodeno y continúan la hidrólisis de las proteínas a aminoácidos. La bilis del hígado también entra al duodeno por la vía del conducto biliar, las sales contenidas en esta ayudan a la saponificación de las grasas y a la absorción de ácidos grasos.

Los aminoácidos, grasas, pequeñas cantidades de azúcar, vitaminas y elementos inorgánicos son absorbidos principalmente por el intestino delgado, -

y una pequeña cantidad por el intestino grueso.

(MAYNARD L.A., LOOSLI., 1983) (SHIMADA A., 1983)

EL CIEGO.-

El ciego es una estructura similar a la apéndice humana, mide de 50 a 70 cms. de largo y de 10 a 12 cms. de ancho, y está localizado cerca de la unión del intestino delgado con el intestino grueso. Su función es la de fermentación de residuos alimenticios similar a la del rumen, pero no se considera de gran importancia.

En el caballo, conejo y otros animales hervíboros no rumiantes, el ciego es largo en proporción a otros segmentos del intestino y tiene un papel importante en la digestión de alimentos fibrosos.

C A P I T U L O I I I

REQUERIMIENTOS NUTRITIVOS DEL GANADO LECHERO.

La energía y la proteína son los principales nutrientes utilizados en la alimentación del ganado lechero. La energía comprende del 70 - 80% del total de los nutrientes requeridos y la proteína de un 10 a un 15%, mientras que los elementos inorgánicos y vitaminas comprenden menos del 10% del total de los requerimientos. Se considera, que la energía y la proteína son los nutrientes que más escasean en las dietas del ganado lechero, ya que en muchas ocasiones se presentan manifestaciones de deficiencia de estos nutrientes.

Según HILLMAN et al., 1980, los forrajes son generalmente la principal fuente de alimento del ganado lechero, comúnmente bajos en su contenido energético y con variaciones en cuanto a la cantidad de proteína. Esto principalmente debido a las diferencias en las especies de forrajes, estado de madurez, así como el éxito en la preservación de los nutrientes -- cuando se efectúa la cosecha; lo cual va a afectar directamente el contenido de energía y proteína de los forrajes, por lo que se requerirán diferentes vías de suplementación de dichos nutrientes para satisfacer las necesidades de crecimiento, mantenimiento, reproducción y producción de los animales.

El contenido de elementos inorgánicos y de vitaminas en los alimentos, también varían considerablemente; pero los niveles requeridos en la dieta -- del ganado lechero no son tan críticos ó bien sus signos de deficiencia se -

desarrollan más lentamente que las deficiencias de energía y proteína, ya que las reservas corporales de estos nutrientes son agotadas más rápidamente. (HILLMAN et al., 1980)

Los valores energéticos de los alimentos para ganado pueden expresarse de diferentes formas:

- Total de Nutrientes Digestibles (TND), la cual, ha sido la medida más utilizada en los Estados Unidos y en México.

La fórmula para calcular TND es como sigue:

$$\% \text{ TND} = \frac{\text{PCD} + \text{FCD} + (\text{E.E.D} \times 2.25) + \text{E.L.N.D}}{\text{Alimento consumido}} \times 100$$

En donde PCD = Proteína Cruda Digestible; FCD = Fibra Cruda Digestible
E.E.D = Extracto Etéreo Digestible (la multiplicación del extracto etéreo -- por 2.25 se realiza, por que se considera que las grasas en promedio liberan 2.25 más energía que las proteínas y que los carbohidratos); E.L.N.D = Extracto Libre de Nitrógeno Digestible (los cuales representan los carbohidratos solubles). (BATH et al., 1982)

El Total de Nutrientes Digestibles (TND) ha sido determinado en muchos alimentos para ganado y desde ese punto de vista es la medida más aceptable del valor alimenticio. No obstante TND, no considera la calidad de los productos derivados de la fermentación ruminal, por ejemplo; las proporciones de algunos ácidos grasos volátiles producidos y su valor energético.

Según HILLMAN et al, 1980 los alimentos fibrosos como los forrajes - de baja calidad tienden a producir más calor y menos ácidos orgánicos energéticos cuando se han fermentado en el rumen que los que producirían los alimentos con valores altos en energía; por lo que la digestibilidad (TND) puede sobre estimar el valor de los forrajes en la ración.

Por lo tanto los valores de TND son aproximaciones de la digestibilidad aparente y no de la verdadera digestibilidad. En contraposición a estos conceptos, los valores de TND son útiles cuando se comparan los valores energéticos de los alimentos y para estimar la cantidad de estos últimos para cubrir los requerimientos energéticos.

Otras medidas de energía son: Energía Digestible (ED), Energía Metabolizable (EM) y Energía Neta (EN) (utilizado en Inglaterra), cada uno de estos están basados en los valores calóricos de los alimentos. El método más correcto y más científico para expresar el valor energético de un alimento es el que emplea calorías, tanto para denotar el contenido energético de un ingrediente (que se expresa como kilocalorías por gramo ó como megacalorías por kilogramo), como para expresar los requerimientos por parte de los animales (kilocalorías ó megacalorías por animal por día).

La unidad básica que se emplea para expresar los términos energéticos es la caloría ó pequeña caloría, abreviada como cal, y se define como la cantidad de calor que es necesaria para incrementar la temperatura de un gramo de agua (1 cm³) de 14.5 a 15.5 grados centígrados. Una kilocaloría, abreviada como Kcal, equivale a 1000 calorías. La megacaloría, que se abrevia Mcal es equivalente a 1 000 000 de calorías.

NORMAS DE ALIMENTACION.-

Las normas de alimentación están basadas en las tablas de requerimientos nutritivos de los animales, como son las del N.R.C. y en las del A.R.C.

Las tablas actuales más reconocidas son las del N.R.C. (National Research Council ó Consejo Nacional de Investigación de los EE.UU.) y las del A.R.C. (Agricultural Research Council ó Consejo de Investigación Agrícola del Reino Unido), y el empleo de unas u otras depende más bien de la familiaridad del nutriólogo con ellas, por lo que en forma tal vez arbitraria, para el presente trabajo se tomarán las del N.R.C.

Los requerimientos diarios para TND, Energía Neta, Proteína Cruda, Elementos inorgánicos (Ca y P) y Vitaminas (A y D) de las vacas en producción se muestran en la tabla # 2 (N.R.C.) del Anexo, y para animales jóvenes y sementales en la tabla # 1.

Los requerimientos para producción que dependen de la cantidad de leche y de su contenido de grasa se muestra en la tabla # 2 del Anexo. Los requerimientos de mantenimiento y de producción de leche deberán sumarse para determinar el total de los nutrientes requeridos en un día; estas cantidades de energía y proteína deberán ser proporcionadas en la ración diaria para cubrir los requerimientos, y si esto no se cumple, se utilizarán las reservas de grasa y proteína hasta agotarse, y la producción de leche declinará rápidamente. (HILLMAN et al., 1980)

La producción de leche declina normalmente de un 7 a 10% por mes, después de haber llegado al pico de la lactancia (al punto más alto en la curva de la lactancia), el cual ocurre de 45 a 60 días después de haber parido y un poco antes en vacas primerizas. Las vacas que son excepcionalmente altas productoras (35 kg./día) pueden declinar a un ritmo más rápido de 1 a 2 meses después de la máxima producción.

La captación insuficiente de energía durante el período de crianza ó reproducción no solamente limita la producción lechera, sino también origina una falla en las vacas con días abiertos (días abiertos = es el período que tarda la hembra en volver a quedar gestante desde el día de su último parto) para mostrar signos de estro (calor), originando con esto un bajo porcentaje de concepción.

Las vacas deberán estar en un balance energético positivo para tener una mejor eficiencia reproductiva. El período deseable de reproducción (60 a 90 días después del parto), coincide con la máxima producción de leche y, la mayoría de las vacas altas productoras son deficientes en la captación de energía durante este período, originando una disminución en la presentación de calores y en la capacidad de concepción. (HILLMAN et al., 1980)

CONSUMO DE MATERIA SECA.-

El apetito del ganado se mide como la cantidad de materia seca consumida por cada 45 kgs. de peso corporal y se le conoce frecuentemente como ingestión de materia seca. El apetito es influenciado por la palatabilidad y-

por la calidad del alimento ofrecido y por el paso de este en el interior -- del tracto gastro-intestinal.

Los forrajes y los granos de mala calidad generalmente son poco consumidos por el ganado. Los ensilajes de buena calidad tienden a reducir el consumo de materia seca, esto parece ser causado por los productos resultantes de la fermentación del ensilado y no por el contenido de la mezcla.

El estado de lactancia también afecta a el apetito. Durante las primeras 2 a 4 semanas de lactación el apetito es muy bajo, apenas excede del -- 2.5% del peso vivo de los animales, aún cuando, se les proporcione alimentos de muy buena calidad y progresivamente este se va a incrementar hasta alcanzar un máximo, al mismo tiempo que la producción de leche. Posteriormente -- el apetito declina en una curva similar a la de la lactancia.

Siempre se debe de considerar el consumo de materia seca cuando se formulan raciones; por ejemplo.- si los forrajes son pobremente consumidos, -- entonces, debe de haber ajustes en la cantidad de concentrado que se va a -- proporcionar y, probablemente en el contenido proteínico de la ración de grno para cubrir los requerimientos de energía y proteína.

(BROWN et al., 1977)

Cuando la ración está compuesta principalmente por alimentos secos, el consumo normal de materia seca deberá ser del 3.0% de su peso vivo; sin embargo cuando en la dieta se incluyen alimentos como ensilados con un contenido elevado de humedad u otros alimentos, el total del consumo de materia seca puede variar desde 2.5 hasta 3.5% del peso vivo lo que variará de acuerdo

a los diferentes estados de la lactancia.

Los consumos post-parto pueden incrementarse hasta casi un 4.0% del peso vivo ocurriendo esto entre las 6 y 16 semanas; pero el consumo generalmente aumenta en forma inversamente proporcional a la de la producción y empieza a disminuir. Muchas veces los animales llegan a su pico de producción -- cuando aún sus consumos están por abajo de lo normal; por lo que para poder sobrevivir a las condiciones de producción, tiene que movilizar gran cantidad de tejido corporal. Para animales de alta producción, esto ocasiona una gran deficiencia de energía lo cual debe ser compensado con la movilización de grasa corporal y en ocasiones hasta de proteína.

(KROMAN., 1973) (SATTER., 1975) (MAC DONALD., 1979)

Las vacas altas productoras perderán su peso durante los primeros estados de la lactancia, cuando la producción láctea está muy alta y el consumo esté muy bajo. Esta pérdida tan rápida de peso causa trastornos metabólicos con serias repercusiones en cuanto a su productividad de la lactancia. - Vacas grandes pueden perder hasta 100 kgs. de grasa corporal durante los primeros 70 días de lactancia, además de un 15% debido a su parto. Esta reducción de peso les proporciona energía suficiente para producir 750 kgs. de -- leche. Mientras que las vacas pequeñas pierden lo proporcional. La baja de peso no siempre significa una pérdida de tejido ya que una restauración del tejido perdido convertido a leche en el principio de la lactancia, puede ocurrir en la mitad ó en el final de la misma. - Si se les administra el alimento " ad libitum ", los animales pueden recuperarse en un lapso de 50 días post-parto, y algunos hasta logran su equilibrio energético antes de este --

tiempo, aún que cuando la producción láctea disminuya, la ingestión aumenta y la energía es utilizada principalmente para reponer los tejidos movilizados.

Se debe de administrar suficiente cantidad de fibra para mantener la -- función ruminal en condiciones óptimas considerando de un 15 a un 17% en base a la materia seca ingerida y, dependiendo del tipo de forraje suministrado, el concentrado no deberá de exceder de un 50% del total de la cantidad -- de materia seca. La palatabilidad y textura es importante, ya que las vacas prefieren una textura de tipo chicloso (pellets) a una textura fina y polvosa (harinas).

FUENTES DE ENERGIA.-

Un máximo en el consumo de energía sucede cuando del total de la dieta, el 40 - 45% lo constituye forraje de buena calidad y el concentrado en un -- 55 - 60%, si el concentrado se eleva por arriba de un 60% del total de la ración, se pueden presentar problemas metabólicos como serían una baja en la -- grasa de la leche y trastornos digestivos como desplazamiento de abomaso. (LEROY M.A., 1973) (BATH L., 1982)

Los principales granos utilizados en la alimentación del ganado lechero como el maíz, sorgo, mijo, avena y cebada, proporcionan un alto contenido -- energético y son deficientes en las concentraciones de proteína y calcio, -- los cuales se deben de proporcionar a partir de otros recursos.

PROTEINA.-

La vaca lechera es el rumiante más eficiente para transformar la proteína de baja calidad de los forrajes y granos en aminoácidos aprovechables por el hombre, como lo es la leche. Y esto se debe a la cantidad de bacterias y protozoarios ruminales, ya que un gran porcentaje de la proteína natural que entra en el rumen es desaminada y el resultado es la formación de amoníaco - el cual es encadenado con ciertos precursores de aminoácidos y utilizados -- por las bacterias para la síntesis de su proteína estructural, siendo los -- microorganismos los que proveen la mayor parte de la proteína que se absorbe en el intestino.

La caseína, las lactoglobulinas, la lactoalbúmina y proteínas lácteas - ocupan el 90% del total de las proteínas de la leche, son sintetizadas en la glándula mamaria a partir de aminoácidos libres en la sangre. El restante - 10% viene directamente de la albúmina sanguínea de la glándula mamaria.

(BATH L., 1982)

Se sabe que las necesidades de proteína disminuyen cuando la secreción-láctea también lo hace, por lo que las demandas de proteína en las primeras-semanas de lactación son variables. Comúnmente, cuando los porcentajes de-- proteína son mayores del 13% se nota un aumento en la producción de leche -- en el inicio de la lactancia y la ingesta de energía también se ve estimulada.

HUBER Y THOMAS., 1971; en U.S.A. demostraron que la digestibili - dad de la materia seca se incrementa de un 56 a un 59% al aumentar la protef

na cruda de un 8.5 a un 13.6%. TYRREL, 1975 incrementó la digestibilidad de un ensilado de maíz al aumentar la ración de proteína de un 13 a un 15%, - pero notó un pequeño incremento de un 13 a un 17%.

Cambios en el consumo, producción y digestibilidad pueden observarse al aumentar los niveles y porcentajes de proteína cruda. La cantidad mínima de proteína cruda con que se debe de alimentar el ganado lechero para que la -- utilización de energía sea adecuada, aparece entre los rangos de 13 a 14%, - y si los niveles se aumentan de 12 a 17%, se pueden observar ligeros aumentos en la producción de leche. (HOGAN et al., 1975)

VITAMINAS.-

Actualmente se sabe que las vitaminas son esenciales para las diferentes reacciones enzimáticas del organismo requeridas en cantidades pequeñas - pero indispensables para que existan en forma normal los procesos de crecimiento y reproducción.

Existen dos grandes grupos de vitaminas; Las liposolubles y las Hidrosolubles, siendo más importantes las primeras para la nutrición del ganado lechero y de los rumiantes en general, ya que las Hidrosolubles son sintetizadas por los microorganismos del rumen (Complejo B), y por los tejidos del organismo (vitamina C). (CULLISON., 1983)

VITAMINAS LIPOSOLUBLES.-

Este grupo de vitaminas son las que más importan en la nutrición del ganado lechero, ya que su deficiencia se puede presentar fácilmente y su presencia es indispensable para realizar diversas funciones, aparte de que estas vitaminas se secretan en la leche, obligando esto a que el aporte de estas vitaminas sea lo suficientemente eficiente para cubrir así los requerimientos.

Estas vitaminas son las A, D y E, principalmente; ya que aunque la vitamina K también es liposoluble, esta es sintetizada en el rumen en cantidades suficientes.

Las fuentes de estas vitaminas son principalmente forrajes; sin embargo pueden existir algunos factores que alteren la concentración de esas vitaminas como por ejemplo: un calor excesivo durante el proceso de ensilado, puede desnaturalizar a las vitaminas A y E, y por lo tanto bajar el valor biológico del alimento. El almacenamiento de forraje en forma henificada por mucho tiempo, puede disminuir la cantidad de vitamina hasta un 15% de su valor original; así mismo un mal henificado (excesiva deshidratación) puede alterar estas cantidades en forma similar, como también al empacarlo con demasiada humedad. Por otro lado las condiciones de acidez de los alimentos por ejemplo el ensilado, protegen las concentraciones de vitaminas A y E siendo por lo tanto, mínimas las pérdidas cuando se emplean estos sistemas de conservación de forraje, así mismo, cuando se henifica, el sol incrementa la actividad de la vitamina D debido a las radiaciones de luz ultravioleta.

(FLORES MENENDEZ., 1980)

VITAMINA "A".-

Los requerimientos de vitamina van a variar de acuerdo al estado fisiológico y de producción en que se encuentren los animales. Según el N.R.C.-DAIRY CATTLE ., se utiliza factor de conversión de 400 UI de vitamina A/mg. de caroteno, por lo que para vacas en producción y vacas secas se sugieren de 8 a 10 mg/kg. de materia seca de la ración ó bien de 19 a 20 mg -- por cada 100 kgs. de peso corporal. Sin embargo, estos valores pueden va -- riar de acuerdo a la producción láctea, ya que esta vitamina es la que se creta en mayor cantidad en la leche. (N.R.C. DAIRY CATTLE., 1978) (CHURCH D.C., 1979)

En cuanto a su deficiencia se podría decir, que se caracteriza por producir una queratinización estratificada del tejido epitelial. En el ganado también se observa una degeneración de la mucosa del tracto respiratorio, de la boca, ojo, tracto intestinal, uretra, vagina, riñones y de las glándulas salivales y lagrimales. Estas estructuras afectadas tienden a infectarse -- fácilmente por lo que las neumonías pueden llegar a ser frecuentes en animales con esta deficiencia. También se observan signos de diarrea, pérdida -- del apetito y emaciaciones. En los estados crónicos de deficiencia se pueden observar alteraciones oculares como lagrimación excesiva, queratitis, re blandecimiento de la córnea y en algunos casos cegueras nocturnas e incluso permanentes.

Otros signos importantes son las alteraciones reproductivas que ocurren como el acortamiento de los períodos de gestación, aumento de la incidencia de retención placentaria, vacas repetidoras, becerros nacidos muy débiles ó-

mortinatos, así como ceguera en los becerros recién nacidos.

(H.R.C. DAIRY CATTLE., 1978)

VITAMINA "D".-

Con respecto a los requerimientos de vitamina D, existe una estrecha relación con las cantidades ingeridas de Ca y P, ya que las cantidades de estos elementos inorgánicos pueden variar las necesidades, así como de la capacidad genética de crecimiento y de la disponibilidad de energía suficiente para promover este crecimiento. De aquí, las necesidades de vitamina D para ganado lechero son: 10 UI/kg. de peso corporal, para ganado en producción y ganado seco, más 2.5 UI, para ganado en crecimiento considerando las dos primeras lactancias. (CHURCH D.C., 1979)

Algunos de los principales signos de deficiencia de vitamina D son cambios sanguíneos en la concentración de calcio y fósforo asociado a alteraciones características en los huesos, incluyendo acumulaciones de tejido osteoide, volviéndose estos más débiles y quebradizos, presentando fracturas múltiples en huesos largos principalmente. Clínicamente también se puede observar un engrosamiento de algunas articulaciones como las metacarpales y las metatarsales, y otras articulaciones como la rodilla y las pezuñas se inflaman por la acumulación de líquido sinovial.

Se presenta una marcada baja en la producción, anorexia y problemas subsiguientes a la pérdida de la relación calcio-fósforo y nitrógeno con los trastornos metabólicos secuenciales, como lo es las paresias post-parto don-

de la hipocalcemia y la hipofosfatenia juegan un papel muy importante.

(N.R.C. DAIRY CATTLE., 1978)

VITAMINA "E".-

Actualmente no existe literatura suficiente donde se reporten los requerimientos mínimos de vitamina E (alfa-tocoferol), lo cual también se puede observar en las publicaciones del N.R.C. Se conoce que existe una interrelación estrecha con el consumo de selenio (Se) y la cantidad de este en la dieta, y los requerimientos disminuyen cuando el suplemento de selenio es adecuado, y generalmente los problemas sólo se pueden presentar cuando la dieta es alta en grasa principalmente por ácidos grasos insaturados, situación que se presenta en terneros alimentados con sustitutos de leche.

(CHURCH D.C., 1979) (MAYNARD, LOOSLI., 1981)

En la actualidad, el conjunto de vitaminas liposolubles importantes se pueden encontrar comercialmente en suspensiones oleosas inyectables en forma conjunta, las cuales se pueden administrar fácilmente. El problema de la vitamina E aparentemente sólo tiene importancia en animales muy jóvenes, asociado a la enfermedad del músculo blanco (distrofia muscular). En ganado productor de leche, se ha mencionado que la vitamina E juega un papel importante en cuanto a la reproducción y fertilidad, pero esto no se ha comprobado realmente. (MARSHALL H., JURGENS., 1974)

ELEMENTOS INORGANICOS.-

Como se mencionó anteriormente, los elementos inorgánicos junto con las vitaminas ocupan menos del 10% del total de la ración; sin embargo, su importancia es vital ya que todos los elementos inorgánicos que se consideran -- esenciales son requeridos por el animal para su crecimiento, reproducción y producción óptima.

La suplementación con elementos inorgánicos va a depender de varios factores, como son: estado fisiológico del animal, nivel de producción, tipo de ración que está consumiendo así como su edad. Además la suplementación requerida dependerá del contenido de elementos inorgánicos de los ingredientes que componen la dieta, que a su vez, estará afectada por la zona geográfica-donde se cultiva, fertilización recibida, tipo de suelo, factores climáticos etc... (RIQUELME., 1982)

Para el ganado lechero, el suplementar los elementos esenciales en cantidades que aseguren que el animal cubra sus requerimientos no es lo más importante, sino que el suministro esté balanceado proporcionalmente a las necesidades.

Las funciones de los elementos inorgánicos son múltiples y variadas, -- aunque la más importante es la de tipo estructural, de transmisión nerviosa y reproductiva. En relación con la nutrición con elementos inorgánicos, cabe destacar que a pesar de que algunos elementos inorgánicos son indispensables para el funcionamiento del organismo, son también tóxicos cuando se proporcionan en cantidades mayores a los requerimientos y para algunos en espe-

cial el rango entre deficiencia y toxicidad es muy estrecho.

El ganado lechero requiere de elementos como el Ca, P, Mg, K, I, Na, - Mn, Cu, Co, Zn, Cl, S y Se en suficientes cantidades para mantener una salud normal. Y otros elementos inorgánicos como el Cr, Si, F y Mo son esenciales para los mamíferos en general pero su importancia en el ganado lechero no -- está aún bien determinada. (HILLMAN et al., 1980)

El requerimiento de elementos inorgánicos es más alto durante la lactan-
cia porque, todos ellos son secretados en la leche y algunos son requeridos-
para la secreción de la misma. La mayoría de los elementos inorgánicos se -
encuentran en concentraciones deficientes en forrajes y granos, debido a di-
ferentes factores como son: suelos deficientes en determinados elementos in-
orgánicos, condiciones climáticas severas que afectan la captación de elemen-
tos inorgánicos por parte de las plantas, cuando las partes foliares de es -
tas se pierden durante la cosecha ó cuando la lluvia disuelve los elementos-
inorgánicos de los forrajes. También el exceso de algunos elementos inorgá-
nicos pueden interferir en la absorción ó utilización de otros, por ejemplo,
el exceso de potasio en el suelo tiende a reducir el contenido de calcio y -
magnesio de los forrajes, así como su absorción en el intestino. Altos nive-
les de molibdeno aumentan los requerimientos de cobre en la dieta.

CALCIO (Ca).-

El ganado lechero requiere aproximadamente el 0.25% de calcio de la ra-
ción total, para cubrir las necesidades de crecimiento y mantenimiento.

El requerimiento diario para vacas lactando es de 10 a 15 grs., más 2.0 grs. de calcio por cada kg. de leche producida diariamente, por lo que una vaca que produzca 27 kgs. de leche, requiere de 70 a 75 grs. de calcio.

(N.R.C. DAIRY CATTLE., 1978)

Las vacas altas productoras utilizan el calcio de la dieta muy eficientemente, así como también el calcio de las reservas óseas mientras estas están en una alta producción, esto sin llegar a caer en extremos peligrosos; posteriormente el calcio es recuperado cuando la producción se estandariza, esto ocurre en un tiempo corto (2 a 3 meses) por lo que las deficiencias dietarias de las altas productoras son normales.

Las leguminosas normalmente son ricas en su contenido de calcio, los henos de zacate son medianamente bajos y los ensilados de maíz y sorgo son muy bajos, así como los cereales forrajeros (granos); por lo que la elección del suplemento de elementos inorgánicos que contenga calcio, se deberá basar en las especies forrajeras con que se esté alimentando a los animales, así como la relación proporcional con otros elementos, principalmente el fósforo.

(MORRISON., 1963)

FOSFORO (P).-

El ganado lechero requiere de aproximadamente 0.25% de fósforo de la ración, para su crecimiento, mantenimiento y lactancia, con producción media de 20 kgs. de leche al día. El requerimiento de producción láctea es de 10- a 15 grs. por día para mantenimiento y de 0.75 a 1.0 grs. por kg. de leche -

producida, debiendo calcular aproximadamente de 0.30 a 0.40% de fósforo en el total de la ración de materia seca, cantidad adecuada para llenar los requerimientos de vacas altas productoras.

Los forrajes normalmente contienen alrededor de 0.25% de fósforo de la materia seca, lo que es casi similar en la mayoría de las especies de gramíneas, siendo menor en las leguminosas, aunque esto varía de acuerdo a la disposición de fósforo en la tierra de cultivo, así como la posible caída de hojas que el forraje pueda sufrir. Los granos forrajeros normalmente contienen alrededor de un 0.3% de fósforo, mientras que pastas de oleaginosas y el salvado de trigo contienen cerca del 0.6%. (FLORES MENENDEZ., 1980)

La suplementación de fósforo se debe hacer tomando en cuenta que la mayoría de los forrajes utilizados en la alimentación del ganado lechero no cubren los requerimientos de este elemento inorgánico, punto importante a considerar sobre todo por que el ganado es muy sensible a las deficiencias de fósforo tanto en su relación con el calcio como en manifestaciones reproductivas, ya que únicamente del 1% de fósforo activo circulante corporal, el 10% se elimina por vía renal en forma de fosfato de calcio y más del 90% en heces, así mismo como en su proporción con el calcio, ya que un exceso de este elemento interferirá en la absorción del fósforo.

El adicionar de 2 a 3 kgs. de fósforo por tonelada de alimento concentrado es la cantidad recomendada para evitar deficiencias de fósforo, el fosfato dicálcico contiene alrededor de un 20% de fósforo; así que añadiendo unos 10 kgs. por tonelada, nos proporcionará unos 2 kgs. de fósforo.

(HILLMAN et al., 1980)

MAGNESIO (Mg).-

El magnesio es un elemento que reviste importancia ya que con pocos rangos de deficiencia desencadena un síndrome nervioso denominado "tetania de los pastos", sobre todo en animales a los que se pastorean ó se les proporcionan grandes cantidades de forraje verde, en realidad no es una deficiencia de uso común, ya que los forrajes y los concentrados contienen más de 0.06% de magnesio, que sería suficiente para cubrir los mínimos requerimientos. (CHURCH D.C., 1979)

Las deficiencias del magnesio se han asociado a inducir una baja digestibilidad de la celulosa, lo que contribuye a que se presente una baja cantidad de grasa en la leche. Proporcionar de 30 a 60 grs. por día de óxido de magnesio en el grano ó como una tercera parte de la ración de las sales, es suficiente para prevenir el problema; por lo que la ración debe de contener como mínimo de un 0.15 a 0.20% de magnesio.

POTASIO (K).-

El potasio es un elemento necesario para mantener el equilibrio ácido - base, así como la presión osmótica de los líquidos intracelulares y el balance electrolítico; ayuda al control de la excitabilidad nerviosa y también actúa como un co-factor muscular de múltiples sistemas enzimáticos.

El potasio es requerido en grandes cantidades sobre todo en altas productoras, debido a que el potasio se secreta en grandes cantidades en la --

leche, por lo que los requerimientos mínimos en vacas lactando corresponde - aproximadamente al 1.0% de la ración de materia seca.

Los forrajes normalmente contienen cantidades adecuadas de potasio, con rangos que varían de 1.8 a 2.5; sin embargo, los forrajes que han sido cultiuvados en tierras deficientes en potasio, tendrán valores de menos de 1.2% y una deficiencia en este elemento se puede presentar. Los granos de cereales tienen un 0.35% de potasio y son utilizados con frecuencia en raciones para ganado lechero. Síntomas de deficiencia son: una baja marcada en el apetito, pérdida de pelo, baja en la presión oncótica, aumento en el hematocrito por hemoconcentración y la deficiencia puede ser corregida administrando en el alimento cloruro de potasio a razón de 1.0%, lo que será suficiente para que desaparezcan los signos. (HILLMAN et al., 1980)

CLORURO DE SODIO (NaCl) (sal).-

La mayoría de los alimentos tienen un contenido bajo de sodio y algunas ocasiones incluso de cloro, por lo que se requiere dar una suplementación de cloruros de sodio al ganado en todos los casos. La cantidad recomendada de sal es de 30 grs. por día para vacas secas y de 60 a 90 grs. por día para -- vacas en lactancia.

El total de la ración deberá contener alrededor de 0.3% de sal incluyendo un 1% en el concentrado (10 kgs./ton.), lo cual será la mejor forma de -- asegurar la ingestión de este compuesto en cantidades adecuadas sobre todo - en vacas altas productoras que reciben concentrado; sin embargo, cuando el -

agua que ingieren es ligeramente salada, la suplementación de sal no es tan necesaria.

Por lo general, el ganado consumirá una mayor cantidad de sal cuando -- esta se le suministra suelta que cuando se le da en block, procurando que el acceso al agua sea siempre en forma libre.

OLIGOELEMENTOS.-

La mayoría de los oligoelementos están contenidos adecuadamente en todos los forrajes y concentrados; sin embargo, en ocasiones se pueden encontrar deficiencias de los oligoelementos como: el Iodo, Cobalto, Fierro, Magnesio y Zinc, presentando trastornos de deficiencia los cuales van a variar con la edad y el estado fisiológico.

IODO (I).-

El requerimiento de iodo para ganado lechero es de 2 mgs. por día para vacas no lactantes y de 2 a 14 mgs. para vacas lactantes de acuerdo a su producción, pero esta necesidad se eleva durante la gestación y la lactancia, ya que este elemento es secretado en la leche.

Para prevenir esto se debe suplementar iodo en la ración, y lo más utilizado es la sal común, que actualmente viene yodatada y el aporte que esta proporciona es suficiente para prevenir las deficiencias, por otro lado, los preparados comerciales tienen buena cantidad de iodo (0.005 a 0.013 mg.), -- con lo que se garantiza el suministro de este oligoelemento.

Para prevenir que los terneros nascan con bocio, se recomienda suplementar a las vacas gestantes, ya que el iodo forma parte de la síntesis de la tiroxina y en deficiencias de iodo su metabolismo puede estar disminuido.

(HILLMAN et al., 1980)

COBALTO (Co).-

El cobalto es un elemento esencial sobre todo para que se presente la síntesis de la cianocobalamina ó vitamina B₁₂, llevada a cabo por los microorganismos del rumen. Terneros alimentados con leche de vacas con dietas deficientes en cobalto, pueden desarrollar signos de deficiencia los cuales no son específicos, puede haber baja de apetito, retardo en el crecimiento, anemia y alta mortalidad. El mínimo de cobalto requerido no está aún bien determinado, pero se sabe que raciones que contengan de 0.07 a 0.10 partes por millón (ppm) son adecuadas, y se pueden lograr mezclando de 10 a 15 grs. de cobalto en 100 kgs. de sal común; comercialmente la mayoría de los suplementos contienen cobalto en cantidades suficientes.

MANGANESO (Mn).-

La ausencia de este oligoelemento se observa principalmente al presentar alteraciones con el ciclo estral e incluso ausencia de este en novillonas, así como también reabsorción fetal y mortinatos, desarrollo pobre de ubre y casi completa ausencia de leche.

Los productos de vacas deficientes pueden nacer con malformaciones en las articulaciones, huesos cortos y bajas concentraciones de fosfatasa alcalina sérica. El requerimiento mínimo sugerido para el ganado lechero de este oligoelemento es de 20 ppm. (CHURCH D.C., 1979)

ZINC (Zn).-

La deficiencia de zinc se observa principalmente en ganado joven, lo -- que significa poca ganancia de peso, como retardo en el crecimiento y trastornos en masas musculares y piel (alopecia), paraqueratosis en la cabeza, miembros y dorso, así como alteraciones en el desarrollo genital con pobre fertilidad en vacas, aunque esto último no ha sido bien determinado. La estimación de los requerimientos de zinc para el ganado lechero son aproximadamente de 40 ppm de la ración de materia seca, aunque esto aún no está bien definido. (CHURCH D.C., 1979)

AZUFRE (S).-

Forma parte de algunos aminoácidos esenciales (metionina) y en general mantiene una relación de 1:15 con el nitrógeno de las proteínas, por lo que es muy importante suplementar con azufre cuando se usan fuentes de nitrógeno no proteico (NNP). No se ha encontrado beneficio al suplementar con azufre a alimentos naturales, sin embargo, su exceso puede ocasionar alteraciones en la utilización del cobre.

MOLIBDENO (Mo), SELENIO (Se), FLUOR (F).-

Estos compuestos son más bien conocidos por su toxicidad que por sus deficiencias, y por lo tanto sus requerimientos son muy bajos; sin embargo, en el caso del selenio, su deficiencia puede ocasionar trastornos metabólicos a nivel muscular causando la enfermedad del "músculo blanco" ó distrofia muscular.

lar; los requerimientos para este elemento son aproximadamente de 6.1 ppm.

COBRE (Cu).-

La mayoría de los alimentos concentrados utilizados en la producción lechera contienen de 5 a 8 ppm de cobre, que son los requerimientos del ganado lechero. Las deficiencias de fósforo o los excesos de molibdeno pueden provocar deficiencias de cobre. El sulfato de cobre ha sido usado con buenos resultados para controlar este tipo de deficiencias, en la proporción de -- 0.25 a 0.5% de la mezcla de sal o bien 1 gr. por vaca al día. El cobre en exceso es tóxico y da sabor a la leche, por lo que debe controlarse su administración.

AGUA.-

Este es el nutriente más importante para cualquier animal, ya que su deficiencia ocasionaría la muerte.

El ganado debe de tener siempre a su disposición agua limpia y fresca - durante todo el tiempo. Restringir el agua puede afectar severamente la producción de leche. El ganado normalmente consume de 3 a 4 litros de agua por kg. de materia seca consumida. Vacas lactantes requieren una mayor cantidad de agua, por que las cantidades de esta secretada en la leche ocupan aproximadamente un 87%, por lo que deberán de beber de 3 a 4 litros de agua por kg. de leche producida. Esta cantidad puede variar dependiendo de la cantidad - de humedad contenida en el alimento, la disponibilidad y la cantidad de sal, el balanceo de la ración y la palatabilidad del agua.

(HILLMAN et al, 1980)

El consumo de agua está afectado por diversos factores, como por ejemplo; al aumentar la temperatura ambiental, aumenta el consumo de agua aunque el clima muy caliente limita el consumo de alimento y disminuye la producción de leche.

Según ORCASBERRO 1976, las vacas que tienen acceso permanente al agua, producen más leche que las que la reciben dos veces al día.

Cuando se proporcionan aguas muy mineralizadas, el consumo de alimento-baja considerablemente, sobre todo cuando el agua tiene de 500 a 1000 ppm, - dependiendo de la naturaleza de los elementos, tales como bicarbonato, cloruro

ros y sulfatos de sodio principalmente y calcio con más de 10,000 ppm. -
Por otro lado los nitratos son los principales contaminadores del agua de --
los cuales lo máximo que pueden tener sin caer en niveles tóxicos son de 40-
a 50 ppm.

CAPITULO IV

METABOLISMO ENERGETICO

Los carbohidratos digeribles, proteínas y grasas, son fuentes de energía que aportan 4, 5 y 9 kcal/g. respectivamente.

Los microorganismos del rumen convierten a los carbohidratos digeribles en ácidos grasos volátiles aproximadamente en las siguientes proporciones: 65% de acetato ($\text{CH}_3\text{-COO}^-$), 20% de propionato ($\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COO}^-$), y 15% de butirato ($\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COO}^-$). Es útil manejar los porcentajes de los ácidos grasos volátiles, ya que conociendo su importancia nutricional de cada uno de ellos, podremos obtener el total de calorías que aportan para ser utilizadas como energía. (JARRIGE R., 1981)

Aproximadamente el 22% de las calorías de los carbohidratos se pierden en la producción de gas metano (CH_4) y calor, y un 4% son almacenadas dentro de las células microbianas, las cuales son digeridas posteriormente por el animal. Esta pérdida del 22%, es el precio de la digestión microbiana de la celulosa y de otros carbohidratos complejos, que no pueden ser digeridos por el animal.

Estas pérdidas también ocurren a partir de la digestión ruminal de proteínas y algunos carbohidratos como el almidón, los cuales pueden ser utilizados completamente si logran escapar de la fermentación ruminal, pasando directamente a abomaso y a intestinos para ser absorbidos.

La retención de calorías en los productos útiles puede ser incrementada por la estimulación de la población microbiana del rumen para una mayor formación de los ácidos propiónico y butírico con la consecuente reducción del gas metano, del ácido acético y de la energía para el crecimiento microbiano, incluyendo la síntesis de proteína microbiana.

Una alimentación a base de granos, estimula una mayor producción de ácidos propiónico y butírico a nivel de rumen. La alimentación con agentes alcalinos (bicarbonato de sodio, óxido de magnesio) producen efectos opuestos a lo antes mencionado.

Se considera que más del 8% de grasa en la dieta, produce una disminución lenta de la fermentación ruminal, incrementando con esto la cantidad de alimento sin fermentar que llega al intestino.

La producción de ácidos grasos volátiles en el rumen, proporcionan las calorías requeridas para el mantenimiento, pero como el consumo y la producción incrementan, muchos alimentos escapan de la fermentación ruminal y pasan a ser digeridos a nivel intestinal. Cuando los carbohidratos complejos de los forrajes alcanzan a escaparse de la fermentación ruminal, pueden ser todavía fermentados a ácidos grasos volátiles a nivel de ciego, y estos ácidos pueden aportar aproximadamente un 5% de la energía digestible.

(JARRIGE., 1981)

La pulpa de la remolacha y la de los cítricos son ricas fuentes de sustancias pécticas, las cuales son atacadas por una flora microbiana diferente, de la que ataca al forraje, produciendo ácido acético predominantemente.

La mazorca del maíz es una rica fuente de pentosas (pentosacárido polimerizado) que también son fermentadas por diferente flora microbiana. Todas estas bacterias requieren un período de adaptación.

CUADRO # 2

DISTRIBUCION DE PRODUCTOS FERMENTADOS

Molar	Acidos Grasos Volátiles			Metano	Bióxido de Carbono	Agua
	acético	propiónico	butírico			
Proporción (%)	65	20	15	35	60	25
Peso (%)	38	14	13	5	26	4
Kcal/g.	3.5	5	6	13.3	0	0
Calorías (%)	35	19	20	18		

(HILLMAN et al., 1980)

Ciertos alimentos para ganado y ciertas prácticas de alimentación, pueden aumentar la flora microbiana del rumen, originando una fermentación con una alta proporción de ácido propiónico y butírico y una menor cantidad de ácido acético en el rumen. Este proceso utiliza energía más eficientemente para la producción lechera, hasta que pueda ser excedida.

En ese punto la producción de leche declina el porcentaje de grasa en la leche y la energía se desvía hacia una engorda del animal. La alimentación del ganado con este tipo de raciones que deprimen la grasa de la leche, durante un tiempo prolongado, puede tener efectos no deseados en la salud -- del ganado, ya que el ganado gordo ó grasoso, presenta alta incidencia de -- hígado graso, altos niveles de ácidos grasos libres en la sangre y una alta incidencia de cetosis. (JARRIGE R., 1981)

ALIMENTOS FIBROSOS PARA LA RUMIA.-

Los alimentos fibrosos intervienen en los procesos de la rumia de la siguiente manera: estimulando los movimientos ruminales, la masticación de la rumia y la subsecuente estimulación de la secreción de saliva. La saliva -- contiene bicarbonato de sodio, y pequeñas cantidades de urea, las cuales -- ayudan a mantener un pH neutral en el rumen, actuando como substancia buffer.

La acción de la fibra en el rumen, no se conoce completamente, pero se sabe que las raciones bajas en fibras producen generalmente bajas cantidades de grasa en la leche, al igual, que contribuyen a la incidencia de desplazamiento de abomaso y a otros problemas digestivos.

La proporción de alimentos fibrosos requerida en la ración, depende del contenido de fibra y de la forma física de la ración. De un 35 a 40% de la ración de materia seca como el heno, puede ser suficiente para mantener normal la función del rumen, y obtener así adecuados niveles de grasa en la leche. Las cantidades de 0.56 a 0.68 kgs. de heno, ó su equivalente, como los

ensilados por cada 45 kgs. de peso vivo del animal, mantienen una digestión-ruminal normal. El 15% de fibra cruda en el total de la ración de materia - seca, es el nivel mínimo aceptable para estas condiciones. Los forrajes inmaduros como las pasturas succulentas, llegan a ser bajos en fibra y muchas - veces contribuyen con los bajos niveles de grasa en la leche. Las harinas y los comprimidos de alimentos fibrosos, los forrajes para ensilados, y las -- dietas con alimentos fibrosos como única fuente, pueden causar una baja en - cuanto a la cantidad de grasa en la leche, aún cuando la ración contiene 15% ó más de fibra, así, la forma física de la ración se debe de considerar, ya - que es muy importante para mantener en óptimas condiciones al rumen.

(JARRIGE R., 1981)

La alimentación con ensilajes de granos como único forraje en la dieta, tienden a bajar el pH ruminal, favoreciendo así, el crecimiento de bacterias productoras de ácido láctico, y disminuyendo la población de organismos productores de ácido acético. Las dietas con excesivas cantidades de granos, - producen una disminución en la ingestión de alimentos fibrosos, originando - una baja en cuanto a la cantidad de grasa en la leche.

C A P I T U L O V

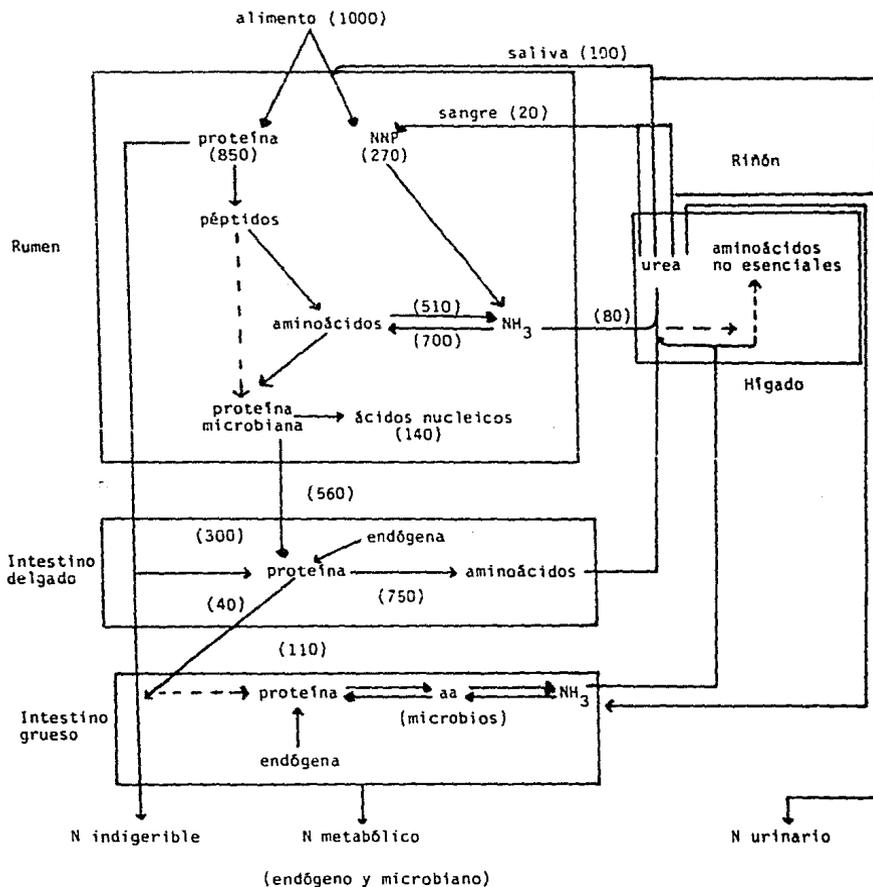
METABOLISMO DEL NITROGENO

El nitrógeno es consumido por los rumiantes en dos formas básicas: Como proteína preformada, y como nitrógeno no proteico (NNP). El amoniaco, el -- cual se deriva de las dos formas de consumo antes mencionadas, es utilizado -- por los microorganismos (bacterias y protozoarios) en el rumen para la sínte -- sis de proteína microbiana. Los microorganismos pasan a través del abomaso -- y del intestino, donde sus proteínas son hidrolizadas a aminoácidos y final -- mente absorbidos al torrente sanguíneo. Esta proteína contiene todos los -- aminoácidos esenciales.

La formación de células microbianas equivale de un 12 a un 15% del mate -- rial fermentado dentro del rumen. El material celular contiene cerca del -- 65% de proteína cruda, la cual el 80% es digestible, y únicamente de un 15 a -- un 20% llegan hasta las heces. Así, la proteína digestible para el animal -- es igual del 6 al 8% de la materia seca digestible dentro del rumen. Resu -- miendo se podría decir, que una vaca consume aproximadamente 18 kgs. de mate -- ria seca por día, de la cual el 65% es digestible, entonces queda, que la ma -- teria seca digerida equivale a 11.7 kgs. y de estos del 6 al 8% (0.70-0.93) -- (proteínas) son digeridas y absorbidas. (BLAXTER K.L., 1977)

Los compuestos nitrogenados no proteicos como la urea, el amoniaco y -- los nitratos, se pueden administrar por arriba de un 20 a un 30% del nitróge -- no total en la dieta de los rumiantes.

CICLO DEL NITROGENO. RUTAS DE DIGESTION, ABSORCION Y METABOLISMO DEL NITROGENO EN EL RUMIANTE (VACA LECHERA 550 Kg.) (SHIMADA A., 1983)



La síntesis de proteína microbiana es la mayor fuente de proteína, y es casi la mitad del total de las proteínas utilizadas por las vacas altas productoras.

Los factores que influyen en la conversión del nitrógeno a proteína microbiana son:

- 1.- El tiempo que permanecen las partículas del alimento dentro del rumen.
- 2.- La resistencia de las dietas nitrogenadas a la degradación ruminal y la liberación de amoníaco.
- 3.- Disponibilidad del nitrógeno (cantidades adecuadas).
- 4.- Energía disponible para la fermentación ruminal.
- 5.- Presencia de sustratos (factores de crecimiento).

Algunas sustancias nitrogenadas no proteicas se encuentran normalmente en la mayoría de los alimentos y pueden abarcar de un 5 a un 50% del nitrógeno total en la alfalfa, pastos y ensilados de maíz. Las cantidades excesivas de nitrógeno no proteico, pueden originar altas concentraciones de amoníaco en el rumen, que no pueden ser utilizadas eficientemente por los microorganismos del rumen, resultando con esto elevadas cantidades de amoníaco en la sangre. Estos incrementos de amoníaco en la sangre son convertidos a -- urea por el hígado, pudiéndose llegar a incrementar los niveles de nitrógeno - urea en la sangre. La sangre llega a los riñones, los cuales excretan por medio de la orina los niveles excedidos de urea.

Los aminoácidos absorbidos por el torrente sanguíneo, son utilizados -- para la formación de proteínas corporales (músculos, pelo, pezuñas) y para -

la síntesis de proteínas de la leche. La excesiva cantidad de proteína es hidrolizada a una fracción de energía (cadena de carbono) y urea, la cual es excretada por los riñones ó reciclada dentro del rumen por la saliva. Normalmente cerca del 15% del total de nitrógeno absorbido es reciclado dentro del rumen como urea por medio de la saliva.

NITROGENO NO PROTEICO.-

Como ya mencionamos, los microorganismos del rumen utilizan los compuestos nitrogenados para la formación de proteína microbiana, la cual es digerida y convertida por el animal para la formación de carne y leche.

UREA.-

La urea es la fuente más aceptada de nitrógeno no proteico (NNP) y sus usos en los rumiantes se han ido incrementando rápidamente. Aunque se usa en pocas cantidades, la urea tiene un sabor desagradable para el ganado. Su concentración en los alimentos varía de 1.0 a 1.5% de la ración de grano.

La urea es altamente soluble en agua, y al contacto con la enzima ureasa del rumen libera amoníaco, el cual se incorpora a la proteína microbiana. El ensilaje de maíz es comúnmente utilizado como vehículo de la urea, distribuyendo la ingestión de éste durante el día, permitiendo así un uso más eficiente del nitrógeno de la urea. Más del 30% del nitrógeno total para vacas altas productoras pueden obtenerse de ensilados de maíz agregados con urea.

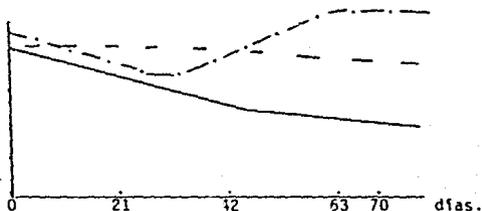
Experimentos realizados en la Universidad Estatal de Michigan, han demostrado que la urea agregada al ensilaje de maíz, es utilizada eficientemente como fuente de nitrógeno para la producción de leche. Normalmente el ensilaje de maíz (materia seca) contiene de un 8 a un 9% de proteína cruda, la adición de 4.5 kgs. de urea por cada tonelada de ensilaje incrementa el contenido de proteína cruda de un 12 a un 13%. Por lo tanto aproximadamente -- de un 30 a un 40% del total de la proteína cruda del ensilaje, proviene de la adición con urea. (BLAXTER, 1977)

La importancia de una adecuada cantidad de proteína cruda en la ración y los beneficios que aporta la urea y la proteína natural al suplementar a los ensilajes, para vacas con una alta producción, se muestra en la siguiente figura:

GRAFICA # 1

Producción
de
leche
por
vaca
(kg.)

31.7
27.2
22.6
18.1
13.6



- Ensilaje con urea + 13% Prot.
- Ensilaje sin urea + 18% Prot.
- Ensilaje sin urea + 8% Prot.

La deficiencia de proteínas se manifiesta más en las vacas en producción que en otro tipo de ganado que se alimenta con los mismos ingredientes,

debido ésto, a los altos requerimientos de protefna que necesitan para la - producción de leche. Los signos de la deficiencia son: una baja producciónde leche, disminución del apetito y emaciación (baja de peso).

LA UREA EN LOS ALIMENTOS COMERCIALES.-

La urea puede ser incluida en las raciones de granos, proporcionando - una parte del nitrógeno requerido por el ganado. Muchos suplementos protefnicos comerciales contienen algo de urea, ésta tiene un sabor desagradable - cuando la concentración en la ración es muy alta, por esta razón, puede reducirse el consumo de grano ó aumentar el tiempo requerido para la ingestión - del mismo.

Las raciones de grano que contienen más del 1.5% de urea son menos agrables al paladar de los animales, que aquellas que contienen menos urea, a menos que el sabor de la urea sea enmascarado con cantidades de melaza. La adición del 3 al 10% de melaza ó del 2% de melaza seca aumentan la palatabilidad de la urea.

Los suplementos de protefna líquida tales como la de melaza-urea, se encuentran disponibles en algunas áreas y pueden ser utilizados para reemplazar a los suplementos de protefna natural cuando los niveles de urea están - limitados del 1.5 a 2.0% de la ración de grano, y los precios de estos suplementos son competitivos con los de otros suplementos. El mezclar los suplementos líquidos con el ensilaje ó con el grano es conveniente, ya que la cantidad de urea puede ser controlada dentro de los límites recomendados.

SUPLEMENTOS PROTEINICOS COMERCIALES.-

La proteína proporcionada por la urea en los suplementos proteínicos -- comerciales, se indican en forma de % de proteína (formada a partir de nitrógeno no proteico (NNP)). El % de proteína puede ser convertido a % de urea, dividiendo dicho porcentaje de proteína entre 2.81, es decir:

$$\% \text{ de urea} = \frac{\% \text{ de proteína}}{2.81}$$

Los suplementos proteínicos varían considerablemente en su contenido de urea, por lo tanto, uno debe de calcular la cantidad de urea agregada a la ración en el suplemento comercial, para evitar una cantidad excesiva.

LIMITES PRACTICOS.-

El rendimiento animal puede ser menor que el deseable, cuando la captación de urea excede a 12 grs. por cada 45 kgs. de peso corporal, estas cantidades son aproximadamente 0.8% de la ración total de materia seca, ó 160 grs de urea por día, para una vaca de 540 kgs.

Es importante notar que la urea no debe agregarse a las raciones de grano cuando el ensilaje de maíz (conteniendo 4.5 kg/ton) es el único forraje - que se le da al animal. Cuando se les da otros forrajes (que no contengan - urea), la captación de ensilaje de maíz y urea es reducida proporcionalmente de tal forma, que la urea puede ser incluida en la ración de grano a una proporción correspondiente a la cantidad de dichos alimentos.

La cantidad máxima de urea que pueda ser contenida en las raciones de grano y permanecer dentro de las limitaciones a que nos hemos referido se muestra en la siguiente tabla:

CUADRO # 4

ENSILAJE DE MAIZ ADICIONADO
CON UREA
(4.5 kgs./tonelada)

MAXIMO EN LA RACION DE GRANO

HENO DE LEGUMINOSAS O GRAMINEAS. Kg/día	UREA		PROTEINA-NITROGENO
	%	Kg/ton	NO PROTEICO. %
0	0	0	
2.2	0.3	2.7	0.8
4.5	0.6	5.4	1.7
6.8	0.9	8.1	2.5
9.0	1.1	9.9	3.0
11.3	1.5	13.6	4.2

ENSILAJE DE MAIZ SIN LA ADICION DE UREA

MAXIMO EN LA RACION DE GRANO

1.5% de urea

13.6 kg/ton. ó 4.2% de proteína, formada a partir de nitrógeno no proteico (NNP), en la ración de grano.

(HILLMAN, HUBER., 1980)

ADAPTACION A LA UREA.-

El ganado y los microorganismos del rumen requieren aproximadamente 3 semanas para adaptarse completamente a la urea. Es conveniente empezar con un bajo nivel (aprox. 1/3 de la cantidad final), e ir aumentando el contenido de la urea gradualmente hasta llegar al nivel deseado. El ganado puede comer raciones de grano más lentamente hasta que esté completamente adaptado.

PREVENCION Y TRATAMIENTO DE LA INTOXICACION CON UREA.-

Es importante hacer una mezcla completa de la urea con todos los demás ingredientes para evitar accidentes que puedan causar una toxicidad fatal.

- 1.- Nunca se proporcione urea ó suplementos proteínicos con urea sin antes diluirlo, mezclandolo completamente con la ración de grano u otro alimento.
- 2.- Ningún alimento debe contener arriba del 2% de urea.
- 3.- Tener cuidado de mezclar la urea con maíz húmedo u otros ingredientes, evitando con esto una distribución uniforme.
- 4.- Evitar hacer mezclas caseras, a menos que, tenga equipo adecuado en su casa para que obtenga una distribución uniforme.
- 5.- Nunca deje la urea ó los suplementos con alto contenido de urea en sitios accesibles al ganado.
- 6.- Realizar una premezcla con pequeñas cantidades de grano seco, es conveniente para asegurar una distribución uniforme de la urea.

La intoxicación por urea se desarrolla rápidamente, cuando el ganado -- consume cantidades excesivas. Los signos incluyen: intranquilidad, temblo - res musculares, respiración dificultosa, ataxia, tétanos y muerte.

Antídoto: Acido acético en solución al 5% ó vinagre en forma oral, es una -- terapéutica efectiva. Para el tratamiento de una vaca adulta, aproximadamen - te 3.5 lts. de vinagre es suficiente, puede ser necesario un segundo trata - miento 3 hrs. después. (HILLMAN et al., 1980)

Las plantas normalmente toman el nitrógeno a partir del suelo en forma - de nitratos. Los nitratos (NO_3) son convertidos rápidamente a iones amonio - (NH_4^+) y después a aminoácidos para la formación de proteínas vegetales. - Cuando grandes cantidades de nitratos son absorbidos, la planta puede conver - tir una gran parte de estos a aminoácidos y los restantes se llegan a acumu - lar generalmente en las partes bajas de la planta. Las fuertes aplicaciones de fertilizantes nitrogenados, de estiércol, sequías severas y otros facto - res, reducen el metabolismo de la planta, originando con ésto acumulaciones - de nitratos.

Numerosos estudios indican que el ganado puede consumir con seguridad - cantidades de nitratos a no más del 2% del total de la materia seca de la ra - ción. Aproximadamente 20 grs. de nitrato por cada 45 kgs. de peso vivo. El contenido de nitratos de los alimentos puede ser expresado en diferentes ba - ses de acuerdo a reportes de laboratorio y deberán ser convertidos ó expresa - dos en forma de ion nitrato (NO_3) para que sean significativos.

Los niveles de nitratos en el alimento y en el agua frecuentemente son - reportados en partes por millón (ppm). Para convertir las partes por millón

en porcentajes (%), se recorre el punto decimal cuatro lugares hacia a la izquierda y viceversa. ejemplo: 5500 ppm = 0.500% ó 0.55%.

Los nitratos (NO_3) son reducidos a nitritos (NO_2), éstos a óxido nítrico y luego a amoníaco (NH_4) en el rumen. El proceso químico es como sigue: $\text{NO}_3 + 10 \text{H}^+ + \text{enzimas} = \text{NH}_4$ (amoníaco) y $3 \text{H}_2\text{O}$ (agua). Esta reacción ocurre más rápidamente cuando el grano está presente en la dieta y el rumen está adaptado a la presencia de nitratos. El amoníaco es utilizado por bacterias y protozoarios para la síntesis de proteína microbiana.

Si el contenido de nitratos es lo suficientemente alto, la conversión es lenta ó baja, entonces una mayor parte de nitratos es reducida a nitritos y parte de éstos pueden entrar al torrente sanguíneo. El nitrato es excretado por orina, pero el nitrito puede desplazar al oxígeno de la hemoglobina de la sangre, provocando una metahemoglobinemia. Esta reacción origina una sangre oscura cuando una cantidad considerable de metahemoglobina se ha formado, el animal puede morir por falta de oxígeno. Se considera que los animales pueden tolerar pequeñas cantidades de metahemoglobina en su sangre sin presentar signos, y además poseen una enzima (metahemoglobina reductasa), que convierte la metahemoglobina otra vez en hemoglobina.

El ganado alimentado con altos niveles de nitrato por un largo período de tiempo, tiende a adaptarse a la baja capacidad de transporte de oxígeno de su sangre, incrementando los glóbulos rojos.

Los niveles tóxicos de nitratos (más del 2% en la dieta), pueden resultar en niveles máximos de metahemoglobina, aproximadamente 4 horas después -

de haber comido. Respiración dificultosa, salivaciones espumosas en la boca y la coloración café-negruzca de la piel no pigmentada y de las membranas -- mucosas, son signos de intoxicación con nitratos. Las vacas preñadas pueden abortar cuando la capacidad de oxígeno en la sangre se ha reducido. Estos -- días recientes indican que alimentos con altos niveles de nitratos no tienen efecto sobre la vitamina A y sobre la tiroides, cuando la ración posee niveles adecuados de carotenos ó vitamina A e iodo. (CHURCH., 1980)

Cuando se sabe que el alimento contiene altas cantidades de nitratos -- (por análisis de laboratorio), éste puede ser administrado en cantidades limitadas ó diluido con otros ingredientes hasta un nivel de 2% ó menos.

C A P I T U L O VI

ENFERMEDADES METABOLICAS DEL GANADO LECHERO

Las derivaciones patológicas de una alimentación inadecuada son múltiples. Desde manifestaciones subclínicas que pueden pasar desapercibidas, -- descenso de la producción, bajo porcentaje de grasa en la leche, crías débiles, baja fertilidad, etc., hasta la presentación más ó menos frecuente de casos bien definidos de procesos patológicos de origen metabólico.

Las enfermedades metabólicas se pueden dividir en dos grupos:

- A) Las producidas por alteraciones en el metabolismo de la energía.
- B) Las producidas en el metabolismo de los elementos inorgánicos.

ENFERMEDADES Y METABOLISMO DE LA ENERGIA.-

En la alimentación de los rumiantes normalmente la glucosa se presenta escasamente y de llegar a presentarse sería catabolizada rápidamente por los microorganismos del rumen.

Es en el hígado donde se produce la síntesis de la glucosa a partir del propionato, 50 a 60%, el resto a partir de los aminoácidos formadores de glucosa. La función del propionato se da en los casos de una alimentación energética suficiente y equilibrada entre fibra y almidones solubles. En los -- casos de subalimentación energética ó desviación de las fermentaciones rumi-

nales, la fuente principal de formación de glucosa en el hígado proviene de los aminoácidos, ya sean aminoácidos de origen alimenticio, ó aquellos procedentes del catabolismo tisular. (ESPINASSE., 1977)

Cuando la glucosa sintetizada en el hígado excede a las necesidades de consumo, es almacenada en el mismo hígado y en los músculos en forma de glucógeno, el cual, es reciclado nuevamente cuando el organismo lo requiera. Debido a que las reservas de glucógeno son poco elevadas en la vaca, la neoglucogénesis es una función permanente, de ahí que un déficit alimentario de energía que provoque un agotamiento del glucógeno hepático, ocasiona un cambio rápido del metabolismo energético en el sentido de que el organismo recurre a la movilización de las grasas de reserva y, en último término, de las proteínas orgánicas.

LA ACETONEMIA O CETOSIS.-

Es una enfermedad metabólica que suele aparecer en vacas altas productoras, especialmente entre la segunda y la sexta semana después del parto, debida a las alteraciones en el metabolismo de los carbohidratos.

Las vacas altas productoras tienen grandes necesidades de glucosa para la síntesis de la lactosa (glucosa + galactosa). Se considera que para la síntesis de la lactosa contenida en 30 kgs. de leche, se necesitan 1.86 kgs. de glucosa. Además de las necesidades de glucosa para la producción de leche, la vaca debe cubrir sus necesidades energéticas para el funcionamiento del ciclo de Krebs, para lo cual es indispensable la combinación de dos ele-

mentos: el ácido acético y el oxalacetato. El oxalacetato proviene del piruvato que se produce en el catabolismo de la glucosa.

Cuando por cualquier causa llegara a disminuir la formación de glucosa, la producción de oxalacetato no sería suficiente y el ácido acético disponible no podría ser incorporado al ciclo, por lo cual, se produciría un excedente del ácido acético. El animal en este caso puede recurrir a metabolizar los triglicéridos de reserva para obtener el glicerol y de éste, el oxalacetato que se combinará con el ácido acético formando citrato y así completar el ciclo de Krebs. Pero la síntesis del glicerol a partir de los triglicéridos produce solamente el 20% de glicerol y el 80% de ácidos grasos, los cuales evolucionarán rápidamente a la formación de ácido acético, el cual, se transforma en cuerpos cetónicos que se acumulan en la sangre (cetonas, -- ácido aceto-acético, ácido hidroxibutírico). (CASADEVALL G., 1980)

ORIGEN DE LA CETOSIS.-

Según su causa ú origen se podría clasificar a la cetosis en:

- Cetosis Primaria
- Cetosis Secundaria

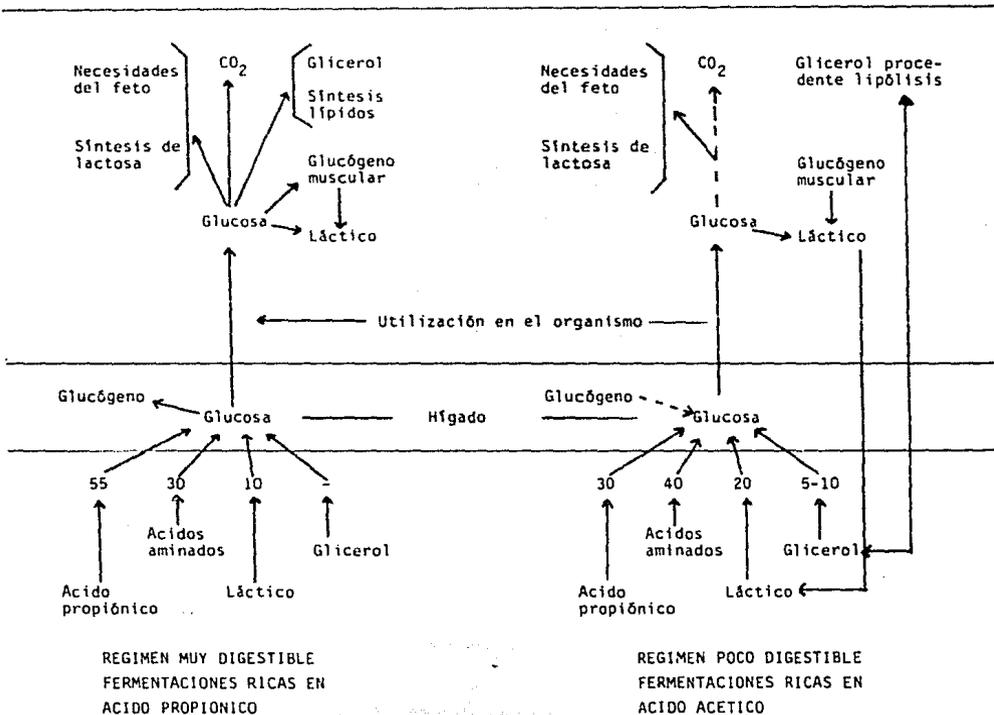
Las cetosis primarias son las que tienen origen en una causa interna -- del animal. Son bastante específicas de las vacas lecheras.

Las cetosis secundarias son las que se producen cuando por otra enfermedad ó trastorno se presenta una perturbación del funcionamiento de los com -

partimientos estomacales. Las cetosis primarias pueden ser debidas a causas de: origen alimenticio, fisiológico ó de ambiente.

CUADRO # 5

UTILIZACION DE LOS PRINCIPALES SUBSTRATOS FORMADORES DE GLUCOSA A NIVEL DE HIGADO.



("LA VACHE LAITIERE", INRA., 1978)

ALIMENTACION.-

Los ensilajes de mala calidad con fuerte proporción de ácido butírico (2 a 4%), forrajes inmaduros, e ingredientes ricos en ácidos grasos saturados, son alimentos que pueden llegar a producir un cuadro de acetonemia o cetosis. Las carencias en iodo (demostrado en Finlandia como factor influyente en el desarrollo de la cetosis), en cobalto y, por lo tanto, de vitamina B₁₂, estos dos últimos determinantes de la insuficiencia de oxalacetato a nivel del ciclo de Krebs. El cobalto y la vitamina B₁₂ actúan de catalizadores en la transformación del propionato en oxalacetato.

CAUSAS FISIOLÓGICAS.-

Estado de lactación, Insuficiencia hepática.

En el período de máxima producción de la vaca lechera es común que sufra una insuficiencia de aporte energético en la ración alimentaria y esto conduce al animal a utilizar sus grasas de reserva para obtener glicerol. Se sabe que las vacas altas productoras tienen una gran aptitud para la movilización de sus reservas, y por ello son más propensas a la cetosis que las medianas o bajas productoras.

La insuficiencia hepática puede también dar origen a la cetosis, puesto que una alteración en el metabolismo hepático desvía su funcionalidad hacia la producción de cuerpos cetónicos. Las razones de esta alteración no se conocen aún, pero algunos factores son determinantes; falta de ejercicio y por consiguiente de consumo muscular de cuerpos cetónicos.

En cuanto a las causas ambientales, se puede mencionar que todos los -- tipos de stress son causa de un aumento de la movilización de las grasas y -- acrecientan el riesgo de cetosis.

CUADRO # 6

COMPARACIONES DE LAS CONCENTRACIONES DE ALGUNOS PARAMETROS SANGUINEOS EN LAS
VACAS LECHERAS NORMALES Y ACETONEMICAS

		Concentraciones (mg/100 ml.)	Normal	Acetonemia
Sangre	Glucosa		52	28
	Cuerpos cetónicos		3	41
Plasma	Acidos grasos libres		3	33
	Triglicéridos		14	8
	Colesterol libre		29	15
	Colesterol esterificado		226	150
	Fosfolípidos		174	82

(SCHULTZ., 1973)

SIGNOS CLINICOS.-

La forma subclínica, sin manifestaciones claras externas, consiste únicamente en una pérdida del apetito (más ó menos perceptible), ligero estreñi

miento, disminución de la producción láctea y lento enflaquecimiento. Pero siempre hay una presencia de cuerpos cetónicos más acentuada en la orina y - en la leche.

En la forma clínica ó aguda, se observan trastornos digestivos muy aparentes como son: apetito disminuido y caprichoso, rumia escasa ó inconstante, fuerte olor en la boca y en la orina. Signos nerviosos en forma de espasmos musculares ó de temblores.

El diagnóstico puede llegar a completarse a nivel de laboratorio, con la observación bioquímica de la glicemia que se encuentra siempre reducida - y, por el contrario, el nivel plasmático de cuerpos cetónicos, de ácidos grasos libres y de acetato se halla siempre aumentado. Los cuerpos cetónicos - pasan posteriormente a orina y a la leche de donde son detectados fácilmente.

PREVENCIÓN.-

En el transcurso del período seco de la vaca, la alimentación está constituida generalmente de forrajes, ensilados y heno, ricos en celulosa, sin aportación de harinas. Los microorganismos dominantes en el rumen son los - celulolíticos, protozoos y bacterias, y es muy escasa la presencia de lactobacilos y estreptococos amilolíticos. En vacas altas productoras, al inicio de la lactación, aumentan sus necesidades energéticas de tal modo que ya no es posible cubrir tales necesidades simplemente con forrajes, aunque sean de excelente calidad. Es preciso el suministro de concentrados que pueden llegar hasta un 50 a un 60% ó más del total de la ración, según producción de -

la vaca y la calidad de los forrajes suministrados. Existe el problema de que la población microbiana del rumen no está adaptada a este nuevo alimento. Para la digestión y proceso fermentativo de esta nueva dieta rica en almidones, es necesaria la presencia abundante de lactobacilos y estreptococos, pero la adaptación completa no se hace en 24 horas, necesita de 15 a 20 días para adaptarse, y mientras tanto la vaca tendrá menos apetito y se hallará con un déficit energético importante que, como ya se ha visto, la obligará a la movilización de las grasas periféricas con el peligro consiguiente de la aparición de la cetosis.

Para prevenir la cetosis es conveniente realizar la preparación de la alimentación de la vaca que es próxima a parto. Unos 15 días a 3 semanas antes del parto conviene suministrar de 1.5 a 2 kgs. de concentrado energético por día, al principio del período, e ir aumentando paulatinamente hasta llegar al parto, suministrando casi del 70 al 80% de los concentrados que la vaca deberá consumir según su producción prevista. En el concentrado a suministrar durante la preparación, se debe tener cuidado en no añadir calcio, si la ración base contiene un buen heno de leguminosas, de lo contrario, añadir carbonato cálcico, de modo que la vaca sólo consuma con el pienso unos 50 grs. por día. (ESPINASSE., 1977)

TRATAMIENTO.-

- Aportación de glucosa por vía intravenosa, para limitar lo más rápidamente posible la formación de glicerol a partir de los lípidos de reserva.

- Inyectar corticosteroides de acción rápida diariamente, para favorecer la movilización del glucógeno hepático y estimular el ciclo de Krebs.

- Inyección de preparados de complejo B y de fósforo orgánico con vitamina B₁₂.

- Administración oral de glicerina, que metabolizada produce propionato y después oxalacetato.

ESTEATOSIS HEPATICA.-

Es una enfermedad metabólica propia de vacas altas productoras que proviene también de una perturbación del metabolismo de la energía, pero en éste caso, del metabolismo de las grasas. Se presenta al final de la gestación ó en los primeros días del parto, sobre todo en animales con alto grado de engrasamiento. La enfermedad resulta del incremento de la síntesis hepatocitaria de los triglicéridos, por un exceso de ácidos grasos circulantes - procedentes de la movilización de las grasas de reserva.

CAUSAS.-

La enfermedad puede aparecer al final de la gestación en aquellas vacas sometidas a un estado de ayuno, sea debido a una falta de suministro de alimentos, ó sea por una falta de apetito producido por cualquier causa. El ayuno ó una alimentación muy deficiente, hace que el organismo movilice sus reservas grasas para compensar el déficit energético.

Una parte de estos ácidos grasos serán utilizados para alimentar el metabolismo energético, transformados en glicerol, ciclo de Krebs, y la otra parte en forma de triglicéridos, invadirán el hepatocito, pudiendo llegar a la asfíxia ó paralización de la función hepática, provocando el síndrome de la enfermedad.

El mismo fenómeno puede ocurrir en el momento del parto, si el animal no ingiere la energía suficiente para cubrir sus necesidades de producción, como ya se mencionó anteriormente, las grandes productoras tienen gran capacidad de movilización de sus reservas adiposas y que la mayoría sufren una disminución del apetito en los primeros días después del parto, lo que constituyen factores predisponentes a la enfermedad.

La enfermedad también puede aparecer por una carencia ó déficit acentuado de factores lipotrofos, especialmente metionina y colina. La puesta en circulación de los triglicéridos a partir de la célula hepática, necesita la formación de complejos lipoprotéicos, formados en una apoproteína y de un grupo lipídico - triglicéridos, ésteres del colesterol y sobre todo de fosfo lípidos. La metionina aporta los grupos CH_3 necesarios para la síntesis de la colina y después de las lecitinas y conduce a la formación de los complejos lipoproteicos de la sangre.

SIGNOS CLINICOS.-

Los signos clínicos característicos son: convulsiones ó temblores e ictericia más ó menos marcada, pero generalmente estos signos no suelen durar-

más que unas horas, ya que la muerte es bastante rápida.

PREVENCIÓN.-

Vigilar el nivel energético de la ración durante el período de reposo - de las vacas, a fin de evitar un engrasamiento excesivo, sobre todo en aquellas explotaciones en las que emplean un buen ensilaje de maíz suministrado a discreción. Evitar los ayunos prolongados al final de la gestación y en los primeros días del parto, puesto que puede provocar las formas agudas de la enfermedad.

TRATAMIENTO.-

Los mismos que en la celosis, el tratamiento tenderá a frenar la utilización de las grasas de reserva, mediante la aportación de sustancias energéticas fácilmente metabolizables. En los casos subagudos y en los agudos, - si hay tiempo, administrar rápidamente y cada 12 hrs. por vía intravenosa de 500 a 700 cc. de metionina glucosada (como protector hepático).

(CASADEVALL G., 1980)

ACIDOSIS LÁCTICA.-

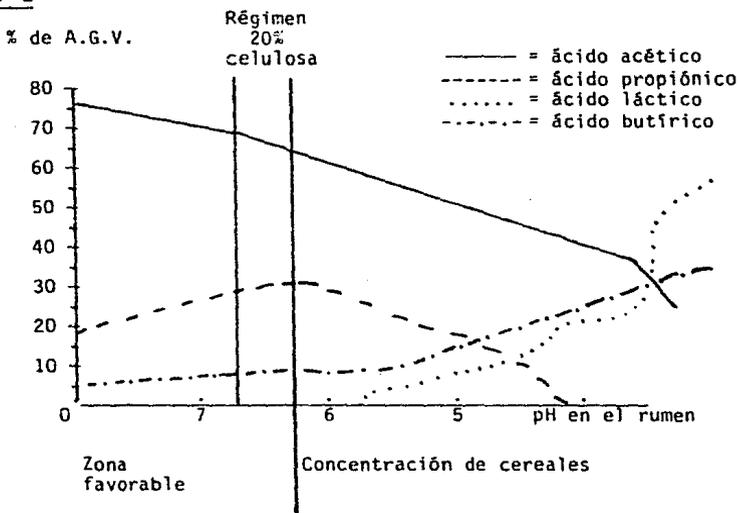
Es una enfermedad metabólica, originada por una alteración de las fermentaciones ruminales, con elevada producción de ácido láctico. La enfermedad, en su forma aguda, suele aparecer cuando se produce un cambio rápido, a

menudo accidental, de una alimentación de amplia base forrajera a un régimen alto de concentrados. También puede ser producida por una ración muy rica - en glúcidos solubles como es el caso de la remolacha y excesos de melaza.

Las formas subagudas y subclínicas de la enfermedad pueden darse también cuando se distribuye un ensilaje de maíz con alto contenido de ácido láctico, sobre todo si va acompañado de una alta proporción de concentrados y de poco heno. Los 35 a 40 kgs. de ensilaje de maíz que llegan a consumir las vacas altas productoras cuando se les suministra a discreción o en autoconsumo, aportan de 1 a 1.5 kgs. de ácido láctico, el que añadido con el procedente de la fermentación del almidón aportado por el concentrado, orienta los microorganismos ruminales hacia el predominio de lactobacilos y estreptococos amilolíticos.

En un sistema de alimentación correcto desde el punto de vista fisiológico, el contenido en la ración de alimentos ricos en celulosa, tiene una gran importancia, puesto que de ello dependerá la producción en el rumen de ácido acético, propiónico y butírico, y el mantenimiento de un pH adecuado. En el caso de un régimen alimentario que contenga una proporción cada vez mayor de concentrados, la proporción de ácido acético va disminuyendo y las de propiónico y butírico llegan primero a un punto máximo para seguidamente disminuir a su vez. Por el contrario, aparece el ácido láctico y se constituye en dominante. El pH del rumen va descendiendo progresivamente, pasando de un pH normal de 6.5 - 7 a menos de 5.

GRAFICA # 2



PROPORCIÓN DE CEREALES EN LA RACION Y NIVEL DE ACIDOS GRASOS VOLATILES EN EL RUMEN (CASADEVALL G., 1980)

SIGNOS CLINICOS.-

La forma subclínica se da en aquellas explotaciones que proporcionan en silajes ácidos y gran proporción de concentrados, con escasa aportación de henificados. Es decir, en aquellos casos en que las vacas pasan de un régimen exclusivamente forrajero de fin de gestación a un régimen alto de concentrados de principio de lactación. Los signos clínicos son: poca vitalidad de los recién nacidos y algo menores del tamaño normal, disminución de la producción láctea y del porcentaje de grasa, disminución del consumo de alimentos, casos de desplazamiento de abomaso, etc... El pH urinario constitu-

ye una buena indicación, baja de 7 a 5, según el grado de la acidosis.

La forma aguda suele ser debida a un consumo accidental de una gran cantidad de concentrados ó harinas de cereales. Al poco tiempo de la ingesta, el descenso del pH del rumen provoca la desaparición de los microorganismos celulolíticos, quedando solamente los estreptococos y los lactobacilos amilolíticos, los cuales activan la fermentación láctica, bajando cada vez más el pH ruminal.

Por un efecto hipertónico provocado por la concentración de ácido láctico, se produce el paso de agua desde el sistema circulatorio al rumen, provocando una repleción hídrica de la misma y un cuadro de deshidratación hemática y tisular. La acción del ácido láctico provoca una irritación de la mucosa intestinal con la consiguiente diarrea fétida. El estado general se -- agrava rápidamente y en los casos sobreagudos la muerte puede producirse de 24 a 48 hrs.

PREVENCION.-

Realizar una preparación de las vacas poco antes del parto, tal como se señalaba en la prevención de la cetosis. Procurar en todo momento, que la proporción de concentrados en la ración no sobrepase de 60 a 65%, ó que contenga del 17 al 20% de fibra. Es conveniente añadir de un 2 a un 4% de bicarbonato en los concentrados cuando la proporción de éstos en la ración es alta. Los efectos son muy benéficos para contrarrestar la acidez del rumen y de acción favorable para mejorar el porcentaje de grasa en la leche.

TRATAMIENTO.-

En los casos graves, la ruminotomía (ó rumentomía) y el vaciado del rumen con enjuagues repetidos y la terapéutica inyectable de antihistamínicos, tónicos cardíacos, soluciones intravenosas y subcutáneas de gluconato cálcico y magnésico, vitaminas del complejo B, solución Ringer bicarbonatada, es el método más seguro de salvar al animal. En los casos no tan graves se recomienda la administración oral de 3 a 4 grs. de neomicina ó de 8 a 10 grs. de clortetraciclina ó de 10 a 15 grs. de cloranfenicol. Dosis para vacas -- adultas. La eritromicina por su efecto más específico contra los grampositivos, de 5 a 7 grs. puede ser mejor que los antibióticos de espectro más amplio. (JOHNSON., 1975)

DESPLAZAMIENTO DEL ABOMASO.-

En principio, esta enfermedad pudiera parecer que no encaja dentro del grupo de las enfermedades metabólicas, puesto que no presenta primariamente modificaciones bioquímicas de los líquidos orgánicos, pero posteriormente se acompaña de una cetosis (cetosis secundaria).

Aunque no se conoce de manera definitiva la causa de desplazamiento de abomaso, se han realizado varias teorías. Cualquier cosa que reduzca el volumen del contenido ruminal, permitiendo en esa forma un hueco entre el rumen y el piso, puede dar como resultado dicho problema. Las raciones que -- contienen proporciones elevadas de concentrados y cantidades inadecuadas de forrajes, se han considerado responsables, por el reducido volumen ruminal, -- como resultado de esas dietas, que permite que el rumen se retire de la pa --

red del cuerpo. También puede llegar a producirse en el transcurso de metritis, mastitis y retenciones placentarias, algunos de cuyos agentes causales pueden ser productores de toxinas que puedan paralizar ó disminuir el tono del abomaso y crear las condiciones favorables a su desplazamiento.

PREVENCIÓN.-

Vigilar el suministro de concentrados en las últimas semanas de gestación hasta el parto, tal como se señalaba al tratar la prevención de la acidosis. Observar los porcentajes de concentrados en la ración, máximo de 60 a 65% y su contenido total en fibra, no menor del 17 al 20%.

TRATAMIENTO.-

Se ha desarrollado un procedimiento quirúrgico simple para suturar la parte inferior de la pared del abomaso con el peritoneo, evitando con esto, que el abomaso se desplace. Este tratamiento es el más recomendado, ya que el voltear al animal, y la aplicación de laxotónicos llegan a corregir el problema pero posteriormente el abomaso se vuelve a desplazar.

(CASADEVALL G., 1980)

Se ha visto, que un mal racionamiento energético de las vacas lecheras de alta producción puede traer una serie de trastornos metabólicos más ó menos agudos. Las perturbaciones del metabolismo de los elementos inorgánicos, por otra parte, pueden dar origen a la hipocalcemia (fiebre de leche, -

síndrome vitular) a osteopatías y a tetanias que se pueden manifestar a distintos grados de gravedad.

HIPOCALCEMIA.-

La hipocalcemia (fiebre de leche, síndrome vitular), es una enfermedad del metabolismo de los elementos inorgánicos que afecta normalmente a vacas a partir del tercer parto y en un espacio comprendido entre dos y tres días antes del parto y dos - tres días después.

El animal afectado presenta una debilidad muscular generalizada que le impide levantarse y, en los casos más agudos, trastornos de la conciencia -- (somnolencia), aunque en algunos casos puedan ser de excitación. En las alteraciones bioquímicas a nivel de plasma destacan: una hipocalcemia de menos de 7 mg./100 ml., y una hipofosfatemia de menos de 3 mg./100 ml. La magnesemia unas veces puede estar disminuida y otras aumentada. Las vacas altas productoras son las que tienen mayor predisposición a presentar la enfermedad, y las que la padecen una vez vuelven a repetir en un 70% en partos sucesivos.

CAUSAS DE HIPOCALCEMIA.-

A) Hipocalcemia debida a una hipofunción de la paratiroides en el momento del parto.

Según BODA y COLE., 1965, una aportación elevada de calcio en la ración antes del parto, provoca un aumento de la frecuencia de casos de hipocalcemia. Por el contrario, aportaciones limitadas de calcio antes del parto (30 a 40 grs. día), seguidos de aportaciones más ricas después (140 a 190 grs. día), protegen eficazmente a los animales contra este síndrome.

(WESTERHUIS., 1974)

El fenómeno antes mencionado, que en un principio pudiera parecer contradictorio, se explica a través del papel que juega la paratiroides en el mantenimiento del equilibrio cálcico. Como se sabe, la paratiroides segrega la parathormona que tiene por objeto la movilización del calcio óseo cada vez que se produce un descenso del nivel hemático, descenso que se produce fácilmente cuando la ración es deficitaria, puesto que según JORGENSEN., 1974, la cantidad de calcio disponible en plasma y líquidos intersticiales no excede de 10 grs. Por el contrario, si la ración al final de la gestación es suficiente, la paratiroides no sería necesaria y permanecería poco activa. Pero en el momento del parto comienza la producción de calostro y leche, y las necesidades de calcio aumentan grandemente, sobre todo en vacas altas productoras y, por el contrario, la actividad de la paratiroides sería muy débil y necesitaría un plazo de 24 a 48 hrs. para adaptarse e incrementar la secreción de parathormona, mientras tanto en este tiempo puede aparecer la enfermedad (hipocalcemia).

Existen discrepancias entre los diferentes autores para determinar la causa ó las causas de la hipocalcemia. Según BARLET y CARE., 1972, dicen que en cuanto a la hipocalcemia y la hipofunción paratiroidea podría explicarse, pero es difícil de concebir que una disminución de la secreción

de parathormona pueda inducir una hipofosfatemia en la vaca, siendo así que la parathormona produce una hiperfosfaturia y consecuentemente una baja del nivel de fósforo sanguíneo, por tanto, si disminuye la actividad paratiroidea explica la caída del calcio hemático, pero no debería producirse una -- disminución de la fosfatemia.

Según estos autores, actualmente el síndrome de hipocalcemia no puede ser considerado como resultado de un déficit paratiroideo transitorio.

B) Hipocalcemia y participación de la tiroides.

La calcitonina (CT), hormona polipeptídica hipocalcemiante e hipofosfatemiante, segregada por las células C de la tiroides, juega un papel importante en la presentación de la enfermedad. En el momento del parto hay un aumento del nivel hemático de calcitonina en todas las vacas, pero más intenso en aquellas que presentan signos clínicos de hipocalcemia, esto fué -- comprobado por dosificación biológica sobre ratas con calcitonina bovina -- plasmática (BARLET., 1969, BLACK y CAPEN., 1973). Los niveles de calcitonina en la sangre son de gran importancia en relación con la aparición de la hipocalcemia, ya que esta hormona tiroidea aumenta la excreción urinaria de calcio y de magnesio, reduce el catabolismo en el tejido -- óseo acrecentando la actividad osteoblástica.

Según MAYER, BLUM y DEFTOS., 1975, el nivel plasmático de -- calcitonina de las vacas hipocalcémicas no sería superior a los de los testigos normales. Pero BARLET menciona que aunque ésto parezca contradic --

torio, no excluye la posibilidad de una elevación de calcitonina plasmática más intensa en las vacas afectadas, puesto que la calcitonemia basal es muy variable según los animales.

En conclusión, parece ser, que la hipocalcemia no es debida a un déficit de hormona paratiroidea, sino más bien a una hipersecreción transitoria de calcitonina en el momento del parto de la vaca, sin embargo, el origen - del aumento de la secreción de calcitonina en el parto queda, hasta ahora, - totalmente inexplicada.

C) Papel de los metabolismos de la vitamina D en el síndrome de la hipocalcemia.

De LUCAS en Estados Unidos y KODIECK en Inglaterra, han demostrado que los efectos sobre la movilización y el aumento de la absorción intestinal del calcio no son producto de una acción directa de la vitamina D, sino de sus metabolitos procedentes de una doble hidroxilación. La primera hidroxilación se produce en el hígado y en ella se transforma la vitamina D_3 (25-hidroxicolecalciferol); la segunda hidroxilación se produce en el riñón con la formación de 1,25-dihidroxicolecalciferol. Este último metabolito - de la vitamina D_3 , sería el biológicamente activo y se comportaría como una verdadera hormona esteroide y cuya síntesis sería regulada por la calcemia, la parathormona y la calcitonina.

El 1,25-dihidroxicolecalciferol sería el que restablecería la calcemia aumentando la absorción intestinal de calcio y su movilización a partir del esqueleto.

En resumen, parece estar demostrado que la hipocalcemia, es el resultado de una hipersecreción transitoria de calcitonina, que se produce en la vaca en el momento del parto. Las causas de esta hipersecreción en la actualidad son desconocidas y probablemente sean múltiples. En cuanto a los metabolitos de la vitamina D_3 , se menciona que pueden llegar a ser utilizados para mejorar la profilaxis y el tratamiento de la hipocalcemia.

SIGNOS CLINICOS.-

Muchos animales presentan una rigidez característica de las extremidades posteriores a nivel del corvejón. Si no es tratado rápidamente en esta fase, se presenta la fase aguda con parálisis del tercio posterior y decúbito permanente, hasta los casos más agudos con estados semicomatosos de somnolencia profunda, excitación y espasmos musculares. Se debe de considerar que una parálisis del tercio posterior después del parto, no significa necesariamente que se trate de hipocalcemia, ya que existen otras alteraciones (traumatismos, óseos ó nerviosos) que presentan un cuadro similar.

En todos los casos de duda ó de falta de respuesta al tratamiento, un medio muy seguro para comprobar el diagnóstico, sería reiterar la caída del calcio y del fósforo, menos de 7 mg.% de calcio y de 3 mg.% de fósforo.

PREVENCION.-

Racionar el calcio al final de la gestación a 50 grs. vaca/día. Después del parto aumentar hasta 150-200 grs. para altas productoras.

Por lo tanto, no suplementar con calcio al final de la gestación y reducir el consumo de leguminosas si éstas constituyeran la base de la ración.

TRATAMIENTO.-

Inyección intravenosa de preparados de calcio (borogluconato de calcio) y de fósforo de 250 a 500 ml., junto con algún preparado de fósforo orgánico con vitamina B₁₂ 20 a 30 c.c.

OSTEOPATIAS.-

Las osteopatías son enfermedades metabólicas debidas a un desequilibrio entre la demanda de calcio y fósforo para cubrir las necesidades productivas y el aporte de la ración.

Las osteopatías presentan una fragilidad de los miembros, de la columna vertebral y, en las vacas lecheras, de los huesos de la pelvis. Estas enfermedades producen dolores óseos intensos, cojeras sin localización precisa y fracturas.

Las dos osteopatías más frecuentes de origen metabólico por carencia de calcio y/ó fósforo, son las osteoporosis y las osteomalacias. La primera -- está ligada, parece ser, únicamente a un desequilibrio cálcico importante en la ración. La segunda ha sido considerada además ligada a una hipofosfate -- mia.

C A P I T U L O V I I

FORMULACION DE RACIONES DE MINIMO COSTO Y MAXIMA EFICIENCIA PARA EL
CENTRO DE PRODUCCION AGROPECUARIA (C.P.A.)

La formulación de raciones para ganado lechero resulta fácil cuando no es preciso tomar en consideración el precio de la mezcla final, sin embargo, si la ración se debe balancear con una combinación de ingredientes* al costo total más bajo posible, la fórmula resultante se denomina "Ración de mínimo costo" y es muy difícil determinarla manualmente. Si se emplean limitaciones de ingredientes y requerimientos de nutrientes iguales, las raciones de costo mínimo no son mejores ni peores que otras raciones desde el punto de vista nutricional, la única diferencia es el precio, siempre más bajo para la ración de costo mínimo.

Las raciones de costo mínimo se pueden calcular a mano, utilizando el método simplex, pero se necesita una cantidad de tiempo enorme cuando se toman en consideración grandes cantidades de alimentos y requerimientos de nutrientes. En este caso, los beneficios de las computadoras residen en que hacen posible la determinación de la fórmula de costo mínimo en un lapso de tiempo extremadamente corto.

La técnica utilizada para calcular raciones de costo mínimo se denomina "Programación lineal", la cual se puede definir como la maximización ó la -- minimización de alguna función, sujeta a restricciones. En el caso para raciones de ganado lechero, se trata de la minimización del costo de una ración -- ción.

Se sabe que los nutrientes individuales de los ingredientes no siempre funcionan como procesos lineales cuando se mezclan con otros nutrientes, además, muchas funciones biológicas son de naturaleza curvilínea en lugar de -- rectilínea, pero ésto se puede superar por medio de diversas técnicas que -- convierten los procesos curvilíneos en segmentos lineales más cortos que se aproximan estrechamente a la función curvilínea. (BATH D.L., 1982)

La fórmula de costo mínimo se expresa por lo común en términos del porcentaje de cada ingrediente seleccionado que se incluye en la mezcla final, como unidades de peso (Sistema métrico decimal ó Sistema Inglés). La fórmula sólo es válida bajo el conjunto especificado de restricciones de las raciones y precios incluidos para los alimentos. Una restricción es una limitación especificada, ya sea mínimo, máximo ó igualdad, (bajo este programa se trabaja \leq ó \geq) sobre nutrientes y/ó alimentos. A medida que cambian los precios ó al modificarse las restricciones que pesan sobre una ración, cambia también la fórmula de costo mínimo.

La cantidad de alimentos escogidos para la ración es igual ó menor que el número de restricciones que entran en la fórmula de dicha ración. Por -- ejemplo, si las únicas restricciones especificadas son de energía neta y proteína, la ración final tendrá un máximo de dos ingredientes. Uno será la -- fuente de energía de costo mínimo y el otro la fuente de proteína de costo -- mínimo. En ciertas condiciones, es posible que un ingrediente sea la fuente de costo mínimo tanto de energía como de proteína, en cuyo caso, se escogerá solamente un alimento. Por otra parte, si se toman restricciones sobre energía, calcio, fósforo, fibra, vitamina A, etc..., la máquina podría seleccionar hasta siete ingredientes.

A continuación se muestra un ejemplo de la formulación de una dieta -- para Bovinos Lecheros adultos con un peso de 550 Kg. y con una producción de 20 kg. de leche con un 3.0% de grasa.

NECESIDADES PARA MANTENIMIENTO:

PESO	M.S. kg.	P.C. g.	E.D. Mcal.	Ca g.	P g.	F.C. g/kg.
550	15.4	461	17.60	20	16	2618

NECESIDADES PARA PRODUCCION POR kg. DE LECHE CON 3.0% DE GRASA.

PESO	M.S. kg.	P.C. g.	E.D. Mcal.	Ca g.	P g.	F.C. g/kg.
550		77	1.24	2.5	1.7	

NECESIDADES TOTALES:

PESO	M.S. kg.	P.C. g.	E.D. Mcal.	Ca g.	P g.	F.C. g/kg.
550	15.4	2001	42.4	70	50	2618

INGREDIENTES DISPONIBLES PARA LA FORMULA:

INGREDIENTES	MS%	PCg	EDMcal	Ca g.	P g.	FC kg	COSTO B.S./kg.
ALFALFA	20	176	2.65	14.9	2.7	310	40.00
AVENA	92	72	2.71	3.4	2.4	310	47.83
MAIZ-SORGO	30	61	3.01	2.7	1.8	320	27.3
CONCENTRADO	90	170	3.2	6.0	5.2	80	127.7
GALLINAZA	82	282	1.89	52.3	25.2	132	9.6
MELAZA	75	30	3.1	11.9	1.1	-	18.0

SE COLOCAN LOS DATOS EN EL CUADRO DE FORMULACION CON UN MAXIMO DE 11 RENGLONES
Y 11 COLUMNAS.

Nu- triente	Ingre- diente	Alfalfa	Avena	Maiz- Sorgo	Concentrado	Gallinaza	Melaza		Req.
M.S. por kg.	B.H. B.S.	20% 1	92% 1	30% 1	90% 1	82% 1	75% 1		≤ 15.1
PC g/kg.		-176	-72	-61	-170	-282	-30		≧ -2001
ED Mcal/kg.		-2.76	-2.71	-3.01	-3.2	-1.89	-3.1		≧ -42.4
FC g/kg.		-310	-310	-320	-80	-132	-		≧ -2618
Ca g/kg.		-14.9	-3.4	-2.7	-6	-52.3	-11.9		≧ -70
P g/kg.		-2.7	-2.4	-1.8	-5.2	-25.2	-1.1		≧ -50
		0	0	0	0	0	1		≧ 2 kg.
		0	0	0	0	1	0		≧ 1 kg.
Costo por kg.	B.H. B.S.	8.00 -40.00	44.00 -47.83	8.20 -27.3	115 -127.7	7.90 -9.6	13.50 -18		≧ 0

Bajo la colocación de los ingredientes y de los nutrientes a cubrir se especifican las restricciones. En este ejemplo presentamos las restricciones.

- 1.- Proteína Cruda \geq - 2001*
- 2.- Energía Digestible \geq - 42.4
- 3.- Materia Seca \leq 15.4**
- 4.- Fibra Cruda \geq - 2618
- 5.- Calcio \geq - 70
- 6.- Fósforo \geq - 50

* Si la restricción es \geq los valores del renglón se escriben en negativo.

** Si la restricción es \leq los valores del renglón se escriben en positivo.

En este ejemplo se colocan dos restricciones para ingredientes en los dos últimos renglones, marcando el límite para cada uno de ellos.

- Gallinaza menor ó igual a 1 kg.
- Melaza menor ó igual a 2 kg.

Si se desea una mayor cantidad de ingredientes ó alimentos que los seleccionados por la computadora, se pueden especificar niveles mínimos de algunos ingredientes. Generalmente la calidad de la ración no se ve afectada al forzar ciertos alimentos en la solución, porque la computadora los balancea con las cantidades de otros ingredientes que se requieren para satisfacer los requisitos. El costo de la ración es siempre más elevado cuando se

fuerzan en la selección de alimentos que normalmente no se escogerían, debido a la relación desfavorable entre su precio y su contenido de nutrientes.

(ARISTA P. E., BAÑOS L.C., 1982)

Los resultados del ejemplo fueron los siguientes:

Ración de Mínimo Costo:

Ingrediente (1) Alfalfa = 7.88
 Sup = 21.73
 Inf = 15.97

Ingrediente (6) Melaza = 2.00
 Sup = 5.83
 Inf = libre

Ingrediente (5) Gallinaza = 1.00
 Sup = 39.36
 Inf = libre

Ingrediente (3) Ensilaje = 4.46
 Sup = 18.13
 Inf = 4.61

(costo mínimo) \$ Min = 482.59

Análisis de Sensibilidad:

costo nutriente (2) Protefna = -0.13
 Sup = 60.21
 Inf = 735.34

costo nutriente (8) = -39.36
 Sup = 0.31
 Inf = 0.44

costo nutriente (7) = -5.83
 Sup = 2.00
 Inf = 3.52

costo nutriente (3) Energía = -6.42
 Sup = 0.19
 Inf = 9.33

Excedentes

Requerimientos

Nutriente (1) M.S. = 0.06	15.4
Nutriente (5) Ca = 135.56	70
Nutriente (6) P = 6.71	50
Nutriente (4) F.C. = 1384.36	2618

Costos Reducidos:

Ingrediente (2) Avena = -21.02
 Ingrediente (4) Concentrado = -84.95

Además de la fórmula de costo mínimo, la computadora calcula un rango - de precios para los ingredientes seleccionados, sin que ésto altere la fórmu - la de mínimo costo. Si el precio del ingrediente escogido cae por debajo -- del rango más bajo y todos los demás precios permanecen iguales, se utiliza - rá una cantidad mayor de ese ingrediente en la fórmula de costo mínimo. Si - se eleva por encima del rango superior y otros precios permanecen iguales, - se utilizará una cantidad menor. En cada caso, las cantidades de los otros - alimentos de la fórmula cambian también con las adiciones o las eliminacio - nes posibles de los ingredientes. Por ejemplo, en la fórmula presentada an - teriormente, la ración de mínimo costo seleccionó al ingrediente (1) alfalfa con un total de 7.88 kg. y se conoce que el costo por kg. en base seca es de \$ 40.00, la calculadora programable nos indica un rango de 15.97 inferior y - 21.73 superior.

Si el precio del ingrediente alfalfa cae por debajo de \$ 15.97 pesos -- (rango más bajo 7.88 - 15.97), es decir, que puede bajar \$ 8.09 pesos, la - ración no se alterará en nada ya que todos los demás ingredientes permanecen constantes, y se podrá utilizar una cantidad mayor de este ingredien - te en la fórmula de mínimo costo. Si dentro del rango inferior aparece la indicación "libre", ésto significa que aunque el ingrediente reduzca su costo no se uti - lizará más que en esa cantidad, debido a que el ingrediente se tiene restrin - gido a una cantidad máxima. Si por el contrario el costo se eleva por enci - ma del rango superior (Sup = 21.73) y el costo de los otros ingredientes per - manecen iguales, se utilizará una cantidad menor. Si dentro del rango supe - rior aparece la indicación "libre", ésto significa que aunque el costo del - ingrediente se incremente no se utilizará menos de esa cantidad, es decir, - la cantidad del ingrediente permanecerá constante.

La calculadora programable también muestra una lista de los ingredientes disponibles no utilizados y su precio más bajo, es decir, el costo al -- que debería adquirirse (precios de oportunidad) y los precios de todos los -- demás alimentos se mantienen constantes. Tomemos como ejemplo la fórmula -- anterior, aquí se nos muestra el costo reducido del ingrediente (2) avena -- \$ 21.02, es decir, el costo de \$ 47.83 por kg. en base seca de la avena no -- constituye un precio de buena adquisición; pero se deberá escoger para la ración de mínimos costo si su precio es de \$ 26.81 ($47.83 - 21.02$) y los precios de todos los demás alimentos se mantienen constantes.

El rechazo de ingredientes por la calculadora programable, no significa necesariamente que sean buenas ó malas fuentes de nutrientes, sólo quiere -- decir que su precio es muy alto en relación a otros alimentos disponibles -- que se pueden utilizar para satisfacer las especificaciones de la ración.

La calculadora computa también los costos de las restricciones que afectan a la solución de la fórmula. Los costos marginales son el costo de la -- última unidad de esa restricción, de modo adicional, se da un rango de valores entre los que se aplican los precios marginales. Esta información resulta útil para evaluar la contribución relativa de las diversas restricciones al costo total de la ración. Finalmente la máquina indica la cantidad excesiva (positiva ó negativa) para aquellos nutrientes que se vean involucrados. -- Tomemos como ejemplo la fórmula anterior:

NUTRIENTE REQUERIDO		EXCEDENTE	TOTAL
Materia seca	15.4	0.06	15.46
Calcio	70 g.	135.56 g.	205.56 g.
Fósforo	50 g.	6.71 g.	56.71 g.
Fibra Cruda	2618 g.	1348.36 g.	4002.36 g.

En algunos casos es más económico incluir un exceso de un nutriente en lugar de limitarlo al nivel exacto, lo que constituye una razón por lo que -- las restricciones mínimas ó máximas ó ambas se utilizan en lugar de las -- igualdades.

Las calculadoras programables permiten una rápida formulación de raciones que cubren las especificaciones nutritivas para una fórmula dada de míni costo. La fórmula obtenida con la calculadora programable sólo es válida, -- en tanto los datos suministrados sean exactos; por lo que las tablas de composición de nutrientes deben ser revisadas, para estar seguro de las cantida des de nutrientes contenidas en los ingredientes que se van a emplear.

Las especificaciones nutritivas también deberán ser revisadas, para estar al día de los cambios producidos por nuevas investigaciones. Es conve -- niente que la fórmula producida por programación lineal en la calculadora -- programable, sea revisada por un especialista en Nutrición animal, él podrá determinar si la fórmula obtenida es razonable.

A continuación se muestra el desarrollo de las fórmulas de mínimo costo para las diferentes etapas que forman a el Hato de Bovinos Productores de -- Leche del Centro de Producción Agropecuaria (C.P.A.), de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán.

Desarrollo de la Fórmula de Mínimo Costo para Bovinos Lecheros con un peso de 75 kgs.

NECESIDADES PARA MANTENIMIENTO:

PESO	M.S. kg.	P.C. g.	E.D. Mcal.	Ca g.	P g.	F.C. g/kg.
75	2.25	318	7.67	15	8	382

NECESIDADES TOTALES:

PESO	M.S. kg.	P.C. g.	E.D. Mcal.	Ca g.	P g.	F.C. g/kg.
75	2.25	318	7.67	15	8	382

Ingrediente (1) Alfalfa = 1.75
 Sup = 6.77
 Inf = 15.97

Ingrediente (6) Melaza = .14
 Sup = 28.79
 Inf = libre

Ingrediente (5) Gallinaza = .18
 Sup = 18.93
 Inf = libre

Ingrediente (3) Ensilaje = .75
 Sup = 18.73
 Inf = libre

(costo mínimo) \$ Min = \$ 94.74

Análisis de Sensibilidad:

Costo nutriente (9) = -18.13
 Sup = .75
 Inf = .65

Costo nutriente (8) = -18.93
 Sup = .12
 Inf = 2.45

Costo nutriente (7) = -28.79
 Sup = .14
 Inf = .52

Costo nutriente (3) Energía = -15.09
 Sup = libre
 Inf = 1.37

Excedentes:

Materia seca (1) = .57
 Calcio (5) = 24.18
 Fósforo (6) = 2.77
 Fibra cruda (4) = 424.35
 Proteína cruda (2) = 90.75

Costo Oportunidad:

Avena (2) = -6.92
 Concentrado (4) = -79.40

Desarrollo de la Fórmula de Mínimo Costo para Bovinos Lecheros con un peso de 150 kgs.

NECESIDADES PARA MANTENIMIENTO:

PESO	M.S. kg.	P.C. g.	E.D. Mcal.	Ca g.	P g.	F.C. g/kg.
150	4.50	510	12.17	19	12	770

NECESIDADES TOTALES:

PESO	M.S. kg.	P.C. g.	E.D. Mcal.	Ca g.	P g.	F.C. g/kg.
150	4.50	510	12.17	19	12	770

Ingrediente (1) Alfalfa = 2.36
 Sup = 7.83
 Inf = 12.70

Ingrediente (6) Melaza = .28
 Sup = 22.00
 Inf = libre

Ingrediente (5) Gallinaza = .35
 Sup = 30.40
 Inf = libre

Ingrediente (3) Ensilaje = 1.50
 Sup = 12.70
 Inf = libre

(costo mínimo) \$ Min = \$ 143.85

Análisis de Sensibilidad:

Costo nutriente (9) = -12.70
 Sup = .41
 Inf = .93

Costo nutriente (8) = -30.40
 Sup = .29
 Inf = .19

Costo nutriente (7) = -22.00
 Sup = .28
 Inf = .73

Costo nutriente (3) Energía = -40.00
 Sup = libre
 Inf = .06

Excedentes:

Materia seca (1) = .15
 Calcio (5) = 42.37
 Fósforo (6) = 6.45
 Fibra cruda (4) = 489.12
 Proteína cruda (2) = 106.78

Costo Oportunidad:

Avena (2) = -7.83
 Concentrado (4) = -87.70

Desarrollo de la Fórmula de Mínimo Costo para Bovinos Lecheros con un peso de 300 Kg.

NECESIDADES PARA MANTENIMIENTO:

PESO	M.S. kg.	P.C. g.	E.D. Mcal.	Ca g.	P g.	F.C. g/kg.
300	7.20	771	20.11	24	18	1220

NECESIDADES TOTALES:

PESO	M.S. kg.	P.C. g.	E.D. Mcal.	Ca g.	P g.	F.C.
300	7.20	771	20.11	24	18	1220

Ingrediente (1) Alfalfa = 3.92
 Sup = 6.77
 Inf = 15.97

Ingrediente (6) Melaza = .45
 Sup = 27.79
 Inf = libre

Ingrediente (5) Gallinaza = .58
 Sup = 18.93
 Inf = libre

Ingrediente (3) Ensilaje = 2.40
 Sup = 18.13
 Inf = libre

(costo mínimo) \$ Min. = \$ 236.09

Análisis de Sensibilidad:

Costo nutriente (9) = -18.13
 Sup = 2.40
 Inf = 1.12

Costo nutriente (8) = -18.93
 Sup = .52
 Inf = 5.50

Costo nutriente (7) = -28.79
 Sup = .45
 Inf = .90

Costo nutriente (3) Energía = -15.09
 Sup = libre
 Inf = .40

Excedentes:

Materia seca (1) = .15
 Calcio (5) = 76.62
 Fósforo (6) = 12.02
 Fibra cruda (4) = 840.56
 Proteína cruda (2) = 242.83

Costo Oportunidad:

Avena (2) = -6.92
 Concentrado (4) = -79.40

Desarrollo de la Fórmula de Mínimo Costo para Bovinos Lecheros con un peso de 400 kgs.

NECESIDADES PARA MANTENIMIENTO:

PESO	M.S. kg.	P.C. g.	E.D. Mcal.	Ca g.	P g.	F.C. g/kg.
400	8.60	864	24.03	25	20	1462

NECESIDADES TOTALES:

PESO	M.S. kg.	P.C. g.	E.D. Mcal.	Ca g.	P g.	F.C. g/kg.
400	8.60	864	24.03	25	20	1462

Ingrediente (1) Alfalfa = 4.71
 Sup = 6.77
 Inf = 15.97

Ingrediente (6) Melaza = .53
 Sup = 28.72
 Inf = 1libre

Ingrediente (5) Gallinaza = .69
 Sup = 18.93
 Inf = 1libre

Ingrediente (3) Ensilaje = 2.86
 Sup = 18.13
 Inf = 1libre

(costo mínimo) \$ Min. = \$ 282.53

Análisis de Sensibilidad:

Costo nutriente (9) = -18.13
 Sup = 2.86
 Inf = 1.38

Costo nutriente (8) = -18.93
 Sup = .65
 Inf = 6.60

Costo nutriente (7) = -28.79
 Sup = .53
 Inf = 1.10

Costo nutriente (3) Energía = -15.09
 Sup = 1libre
 Inf = .50

Excedentes:

Materia seca (1) = .19
 Calcio (5) = 95.25
 Fósforo (6) = 15.83
 Fibra cruda (4) = 1003.54
 Proteína cruda (2) = 349.42

Costo Oportunidad:

Avena (2) = -6.92
 Concentrado (4) = -79.40

Desarrollo de la Fórmula de Mínimo Costo para Bovinos Lecheros con un -
peso de 450 kgs.

NECESIDADES PARA MANTENIMIENTO:

PESO	M.S. kg.	P.C. g.	E.D. Mcal.	Ca g.	P g.	F.C. g/kg.
450	9.10	892	25.66	27	21	1547

NECESIDADES TOTALES:

PESO	M.S. kg.	P.C. g.	E.D. Mcal.	Ca g.	P g.	F.C. g/kg.
450	9.10	892	25.66	27	21	1547

Ingrediente (1) Alfalfa = 5.07
Sup = 6.77
Inf = 15.97

Ingrediente (6) Melaza = .56
Sup = 28.79
Inf = 1libre

Ingrediente (5) Gallinaza = .73
Sup = 18.93
Inf = 1libre

Ingrediente (3) Ensilaje = 3.03
Sup = 18.13
Inf = 1libre

(costo mínimo) \$ Min. = \$ 302.43

Análisis de Sensibilidad:

Costo nutriente (9) = -18.13
Sup = 3.03
Inf = 2.10

Costo nutriente (8) = -18.93
Sup = .73
Inf = 7.10

Costo nutriente (7) = -28.79
Sup = .56
Inf = 1.68

Costo nutriente (3) = -15.09
Sup = 1libre
Inf = .76

Excedentes:

Materia seca (1) = .29
Calcio (5) = 101.50
Fósforo (6) = 17.14
Fibra cruda (4) = 1089.31
Proteína cruda (2) = 407.05

Costo Oportunidad:

Avena (2) = -6.92
Concentrado (4) = -79.4

Desarrollo de la Fórmula de Mínimo Costo para Bovinos Lecheros con un peso de 500 kgs.

NECESIDADES PARA MANTENIMIENTO:

PESO	M.S. kg.	P.C. g.	E.D. Mcal.	Ca g.	P g.	F.C. g/kg.
500	9.50	903	26.28	27	21	1615

NECESIDADES TOTALES:

PESO	M.S. kg.	P.C. g.	E.D. Mcal.	Ca g.	P g.	F.C. g/kg.
500	9.50	903	26.28	27	21	1615

Ingrediente (1) Alfalfa = 5.10
Sup = 6.77
Inf = 15.97

Ingrediente (6) Melaza = .59
Sup = 28.79
Inf = 1libre

Ingrediente (5) Gallinaza = .76
Sup = 18.93
Inf = 1libre

Ingrediente (3) Ensilaje = 3.16
Sup = 18.13
Inf = 1libre

(costo mínimo) \$ Min. = \$ 308.00

Análisis de Sensibilidad:

Costo nutriente (9) = -18.13
Sup = 3.6
Inf = .75

Costo nutriente (8) = -18.93
Sup = .37
Inf = 7.14

Costo nutriente (7) = -28.79
Sup = .59
Inf = .62

Costo nutriente (3) Energía = -15.09
Sup = 1libre
Inf = .28

Excedentes:

Materia seca (1) = .11
Calcio (5) = 104.22
Fósforo (6) = 18.25
Fibra cruda (4) = 1076.12
Proteína cruda (2) = 418.58

Costo Oportunidad:

Avena (2) = -6.92
Concentrado (4) = -79.40

Desarrollo de la Fórmula de Mínimo Costo para Bovinos Lecheros con un peso de 600 kgs. (vacas secas)

NECESIDADES PARA MANTENIMIENTO MAS LOS 2 ULTIMOS MESES DE GESTACION DE VACAS MADURAS SECAS:

PESO	M.S. kg.	P.C. g.	E.D. Mcal.	Ca g.	P g.	F.C. g/kg.
600	10.80	931	24.37	37	26	1836

NECESIDADES TOTALES:

PESO	M.S. kg.	P.C. g.	E.D. Mcal.	Ca g.	P g.	F.C. g/kg.
600	10.80	931	24.37	37	26	1836

Ingrediente (1) Alfalfa = 2.12
Sup = 21.73
Inf = 15.97

Ingrediente (6) Melaza = 2.00
Sup = 5.83
Inf = libre

Ingrediente (5) Gallinaza = 1.00
Sup = 39.36
Inf = libre

Ingrediente (3) Ensilaje = 3.54
Sup = 18.13
Inf = 4.61

(costo mínimo) \$ Min. = \$ 227.08

Análisis de Sensibilidad:

Costo nutriente (2) P.C. = -0.13
Sup = 492.24
Inf = 259.07

Costo nutriente (8) = -39.36
Sup = .62
Inf = .69

Costo nutriente (3) Energía = -6.42
Sup = 6.84
Inf = .85

Costo nutriente (7) = -5.83
Sup = 2.00
Inf = .27

Excedentes:

Materia seca (1) = 2.14
Calcio (5) = 80.23
Fósforo (6) = 13.50
Fibra cruda (4) = 86.86

Costo Oportunidad:

Avena (2) = -21.02
Concentrado (4) = -84.95

Desarrollo de la Fórmula de Mínimo Costo para Bovinos Lecheros con un peso de 550 kgs., produciendo 20 kg. de Leche con 3.0% de grasa.

NECESIDADES PARA MANTENIMIENTO DE VACAS MADURAS EN LACTACION:

PESO	M.S. kg.	P.C. g.	E.D. Mcal.	Ca g.	P g.	F.C. g/kg.
550	15.4	461	17.60	20	16	2618

NECESIDADES PARA PRODUCCION POR kg. DE LECHE, CON 3.0% DE GRASA:

PESO	M.S. kg.	P.C. g.	E.D. Mcal.	Ca g.	P g.	F.C. g/kg.
550	-	77	1.24	2.5	1.7	-

NECESIDADES TOTALCS:

PESO	M.S. Kg.	P.C. g.	E.D. Mcal.	Ca g.	P g.	F.C. g/kg.
550	15.4	2001	42.2	70	50	2618

Ingrediente (1) Alfalfa = 7.88
 Sup = 21.72
 Inf = 15.97

Ingrediente (6) Melaza = 2.00
 Sup = 5.83
 Inf = libre

Ingrediente (5) Gallinaza = 1.00
 Sup = 39.36
 Inf = libre

Ingrediente (3) Ensilaje = 4.46
 Sup = 18.13
 Inf = 4.61

(costo mínimo) \$ Min. = \$ 482.59

Análisis de Sensibilidad :

Costo nutriente (2) P.C. = -0.13
 Sup = 60.21
 Inf = 735.34

Costo nutriente (8) = -39.36
 Sup = .31
 Inf = .44

Costo nutriente (7) = -5.83
 Sup = 2.00
 Inf = 3.52

Costo nutriente (3) Energía = -6.42
 Sup = .19
 Inf = 9.33

Excedentes:

Materia seca (1) = .06
 Calcio (5) = 135.56
 Fósforo (6) = 6.71
 Fibra cruda (4) = 1384.36

Costo Oportunidad:

Avena (2) = -21.02
 Concentrado (4) = -84.95

Desarrollo de la Fórmula de Mínimo Costo para Bovinos Lecheros con un peso de 550 kgs., produciendo 17 kg. de Leche con 3.5% de grasa.

NECESIDADES PARA MANTENIMIENTO DE VACAS MADURAS EN LACTACION:

PESO	M.S. kg.	P.C. g.	E.D. Mcal.	Ca g.	P g.	F.C. g/kg.
550	16.5	461	17.60	20	16	2805

NECESIDADES PARA PRODUCCION POR kg. DE LECHE, CON 3,5% DE GRASA:

PESO	M.S. kg.	P.C. g.	E.D. Mcal.	Ca g.	P g.	F.C. g/kg.
550	-	82	1.34	2.6	1.75	-

NECESIDADES TOTALES:

PESO	M.S. kg.	P.C. g.	E.D. Mcal.	Ca g.	P g.	F.C. g/kg.
550	16.5	1855	40.3	64.2	45.7	2805

Ingrediente (1) Alfalfa = 7.03
 Sup = 21.73
 Inf = 15.97

Ingrediente (6) Melaza = 2.00
 Sup = 5.83
 Inf = 1libre

Ingrediente (5) Gallinaza = 1.00
 Sup = 39.36
 Inf = 1libre

Ingrediente (3) Ensilaje = 4.51
 Sup = 18.13
 Inf = 4.61

(costo mínimo) \$ Min. = \$ 450.04

Análisis de Sensibilidad:

Costo nutriente (2) P.C. = -0.13
 Sup = 626.23
 Inf = 860.24

Costo nutriente (8) = -39.36
 Sup = 0.40
 Inf = 3.53

Costo nutriente (7) = -58.3
 Sup = 2.00
 Inf = 2.95

Costo nutriente (3) Energía = -6.42
 Sup = 6.27
 Inf = 9.35

Excedentes:

Materia seca (1) = 1.96
 Calcio (5) = 128.88
 Fósforo (5) = 8.81
 Fibra cruda (4) = 950.19

Costo Oportunidad:

Avena (2) = -21.02
 Concentrado (4) = -84.95

Desarrollo de la Fórmula de Mínimo Costo para Bovinos Lecheros con un peso de 550 kgs., produciendo 15 kg. de leche con 3.0% de grasa.

NECESIDADES PARA MANTENIMIENTO DE VACAS MADURAS EN LACTACION:

PESO	M.S. kg.	P.C. g.	E.D. Mcal.	Ca g.	P g.	F.C. g/kg.
550	16	461	17.60	20	16	2720

NECESIDADES PARA PRODUCCION POR kg. DE LECHE, CON 3.0% DE GRASA:

PESO	M.S. kg.	P.C. g.	E.D. Mcal.	Ca g.	P g.	F.C. g/kg.
550	-	77	1.24	2.50	1.70	-

NECESIDADES TOTALES:

PESO	M.S. kg.	P.C. g.	E.D. Mcal.	Ca g.	P g.	F.C. g/kg.
550	16	1616	36.2	57.5	41.5	2720

Ingrediente (1) Alfalfa = 5.76
Sup = 21.73
Inf = 15.97

Ingrediente (6) Melaza = 2.00
Sup = 5.83
Inf = 1libre

Ingrediente (5) Gallinaza = 1.00
Sup = 39.36
Inf = 1libre

Ingrediente (3) Ensilaje = 4.27
Sup = 18.13
Inf = 4.61

(costo mínimo) \$ Min. = \$ 392.50

Análisis de Sensibilidad:

Costo nutriente (2) P.C. = -0.13
Sup = 592.93
Inf = 704.33

Costo nutriente (8) = -39.36
Sup = 0.42
Inf = 2.89

Costo nutriente (7) = -5.83
Sup = 2.00
Inf = 1.75

Costo nutriente (3) Energía = -6.42
Sup = 9.51
Inf = 5.54

Excedentes:

Materia seca (1) = 2.97
Calcio (5) = 115.94
Fósforo (6) = 9.13
Fibra cruda (4) = 563.27

Costo Oportunidad:

Avena (2) = -21.02
Concentrado (4) = -84.85

CUADRO # 7

RESUMEN DEL PROGRAMA DE FORMULACION

In- gre- diente	Fase 75 kg.	150 kg.	300 kg.	400 kg.	450 kg.	500 kg.	vacas secas 600 kg.	fase I* 20 kg.	fase II* 17 kg.	fase III* 15 kg.
Alfalfa B.S. (kg.)	1.75	2.36	3.92	4.71	5.07	5.10	2.12	7.88	7.03	5.76
Ensilaje B.S. (kg.)	.75	1.50	2.40	2.86	3.03	3.16	3.54	4.46	4.51	4.27
Melaza B.S. (kg.)	.14	.28	.45	.53	.56	.59	2.00	2.00	2.00	2.00
Gallinaza B.S. (kg.)	.18	.36	.58	.69	.73	.76	1.00	1.00	1.00	1.00
TOTAL kg. al día	2.82	4.50	7.35	8.79	9.39	9.61	8.66	15.34	14.54	13.03

* Producción de leche \bar{x} al día.

CUADRO # 8

RESUMEN DE APORTES NUTRITIVOS PARA CADA ETAPA

Nu- triente	Fase	75 kg.	150 kg.	300 kg.	400 kg.	450 kg.	500 kg.	vacas secas 600 kg.	fase I* 20 kg.	fase II* 17 kg.	fase III* 15 kg.
Materia seca (B.S.) (kg.)		2.25	4.50	7.20	8.60	9.10	9.50	10.80	15.4	16.5	16.0
Proteína cruda (g.)		318	510	771	864	892	903	931	2001	1855	1616
Energía Digestible (Mcal.)		7.67	12.17	20.11	24.03	25.66	26.28	24.37	42.4	40.3	36.2
Fibra cruda (g.)		382	770	1220	1462	1547	1615	1836	2618	2805	2720
Calcio (g.)		15	19	24	25	27	27	37	70	64.2	57.5
Fósforo (g.)		8	12	18	20	21	21	26	50	45.7	41.5

* Producción de leche \bar{x} al día.

C A P I T U L O V I I I

CALENDARIO DE MANEJO DE RECURSOS FORRAJEROS

El presente capítulo, presenta un resumen de las necesidades de los ingredientes en el programa de alimentación del capítulo VII.

La información la hemos presentado de tal forma, que permita al lector-identificar, las necesidades de los ingredientes para el hato productor de -leche de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán y para el hato considerado por nosotros como el ideal, expresando así, las necesidades por día,-semana, mes y año.

La información proporcionada de esta forma, permite estimar la superficie de terreno necesario para el cultivo del forraje (alfalfa y maíz forraje ro), así como las necesidades de los suplementos energéticos y proteicos de la ración.

En el cuadro # 9, se puede observar el resumen de la información para -las fórmulas de costo mínimo expuestas en el capítulo VII, que incluyen las-fases fisiológicas desde el destete hasta vacas en producción.

CUADRO # 9

RESUMEN DE LOS REQUERIMIENTOS DE LOS DIFERENTES ALIMENTOS, DE ACUERDO
A LA FASE FISIOLÓGICA

In- Fase gre- diente.	75	150	300	400	450	500	Vacas secas	fase I 20 kg.*	fase II 17 kg.*	Fase III 15 kg.*	
Alfalfa B.S. (kg.)	Día	1.75	2.36	3.92	4.71	5.07	5.10	2.12	7.88	7.03	5.76
	Sem	12.25	16.52	27.44	32.97	35.49	35.70	14.84	55.16	49.21	40.32
	Mes	53.37	71.98	119.56	143.65	124.63	155.55	64.66	240.34	214.41	175.68
	Año	638.75	861.4	1430.8	1719.15	1850.55	1861.5	773.8	2876.2	2565.95	2102.4
Ensilaje B.S. (Kg.)	Día	.75	1.50	2.40	2.86	3.03	3.16	3.54	4.46	4.51	4.27
	Sem	5.25	10.5	16.8	20.02	21.21	22.12	24.78	31.22	31.57	29.89
	Mes	22.87	45.75	73.2	87.23	92.41	96.38	107.97	136.03	137.55	130.23
	Año	273.75	574.5	876	1043.9	1105.9	1153.4	1292.1	1627.9	1646.15	1558.55
Melaza B.S. (kg.)	Día	.14	.28	.45	.53	.56	.59	2.00	2.00	2.00	2.00
	Sem	.98	1.96	3.15	3.71	3.92	4.13	14	14	14	14
	Mes	4.27	8.54	13.72	16.16	17.08	17.99	61	61	61	61
	Año	51.1	102.2	164.25	193.45	204.4	215.35	730	730	730	730
Gallinaza B.S. (kg.)	Día	.18	.36	.58	.69	.73	.76	1.00	1.00	1.00	1.00
	Sem	1.26	2.52	4.06	4.83	5.11	5.32	7	7	7	7
	Mes	5.49	10.98	17.69	21.04	22.26	23.18	30.5	30.5	30.5	30.5
	Año	65.7	131.4	211.7	251.85	266.45	277.4	365	365	365	365

* = Producción de Leche \bar{x} al día.

El cuadro #10, muestra las necesidades para el hato productor de leche de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, de acuerdo a la población animal y a la etapa fisiológica.

CUADRO # 10

RESUMEN DE LOS REQUERIMIENTOS DE LOS DIFERENTES ALIMENTOS, DE
ACUERDO A LA FASE FISIOLÓGICA, DEL HATO PRODUCTOR DE LECHE
DE LA FES-C.

In- fase gre- diente	10 anim. con 75 kg.	10 anim. con 150 kg.	16 anim. con 300 kg.	5 anim. con 400 kg.	5 anim. con 450 kg.	5 anim. con 500 kg.	10 anim. en estado seco	fase I 20 kg.* con 13 anim	fase II 17 kg.* con 11 anim	fase III 15 kg.* con 8 anim.	
Alfalfa B.S. (kg.)	Día	17.5	23.6	62.72	23.55	25.35	25.5	21.2	102.44	77.33	46.08
	Sem	122.5	165.2	439.04	164.85	177.45	178.5	148.4	717.08	639.73	322.56
	Mes	533.7	719.8	1912.96	718.25	773.15	777.75	646.6	3123.12	2358.51	1405.44
	Año	6387.5	8614	22892.8	8595.75	9252.75	9307.5	7738	37390.6	28225.4	16819.2
Ensilaje B.S. (kg.)	Día	7.5	15	38.4	14.3	15.15	15.8	35.4	57.98	99.61	34.16
	Sem	52.5	105	268.8	100.1	106.05	110.6	247.8	405.86	347.27	439.12
	Mes	228.75	457.5	1171.2	436.15	462.05	481.9	1079.7	1768.39	1513.05	1041.84
	Año	2737.5	5745	14016	5219.5	5229.75	5767	12921	21162.7	18107.6	12468.4
Melaza B.S. (kg.)	Día	1.4	2.8	7.2	2.65	2.8	2.95	20	26	22	16
	Sem	9.8	19.6	50.4	18.55	19.6	20.65	140	182	154	112
	Mes	42.7	85.4	219.52	80.8	85.4	89.95	610	793	671	488
	Año	511	1022	2628	967.25	1022	1076.75	7300	9490	8030	5840
Gallinaza B.S. (kg.)	Día	1.8	3.6	9.28	3.45	3.65	3.8	10	13	11	8
	Sem	12.6	25.2	64.96	24.15	25.55	26.6	70	91	77	56
	Mes	54.9	109.8	283.04	105.2	111.3	115.9	305	396.5	335.5	244
	Año	657	1314	3387.2	1259.25	1332.25	1387	3650	4745	4015	2920

* = Producción de Leche al día.

DESARROLLO DE UN HATO LECHERO IDEAL CON 120 VACAS EN PRODUCCION

La Organización Mundial de la Salud en colaboración con la FAO, han establecido un consumo mínimo de 300 ml. de leche por persona al día.

(I.N.N., 1980)

Tomando ésto en consideración, cualquier Médico Veterinario Zootecnista podría realizar el desarrollo de un hato lechero, considerando la cantidad de habitantes de una determinada comunidad para cubrir así sus requerimientos. Basándose obviamente en el procedimiento del desarrollo de un hato lechero según JUAREZ LOPEZ J., SANCHEZ OYAWEBURU., 1984.

Primeramente se debe de considerar el número de animales con que se va a trabajar, en este caso son 120 vacas en producción, en las diferentes fases de la lactación (curva de la lactancia), considerando animales de 1^o a 5^o parto por mes. Es decir, 120 entre 60 (12 meses del año X 5 partos = 60) igual a 2 animales por parto y por mes.

CUADRO # 11

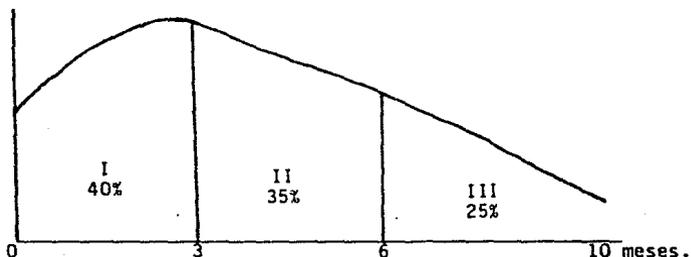
ESQUEMA DE LA ORGANIZACION DE LA EXPLOTACION LACTEA

PARTO	FASES			ESTADO SECO
	I	II	III	
1	2 2 2	2 2 2	2 2 2 2	2 2 = 24
2	2 2 2	2 2 2	2 2 2 2	2 2 = 24
3	2 2 2	2 2 2	2 2 2 2	2 2 = 24
4	2 2 2	2 2 2	2 2 2 2	2 2 = 24
5	2 2 2	2 2 2	2 2 2 2	2 2 = 24
	10 10 10	10 10 10	10 10 10 10	10 10 = 120 vacas.

En el cuadro anterior se resume el diagrama de flujo de animales que -- nos permite mantener un número constante de vacas por fase.

Según DAVIS F.R., 1962, la curva de la lactancia se puede dividir en fases considerando en cada una de éstas, el porcentaje de producción de -- leche durante el período de la lactancia.

GRAFICA # 3



De esta forma podemos establecer los promedios en cada fase de los di -- ferentes partos de nuestra explotación.

Si consideramos nuestros porcentajes de cada una de las fases, más apar -- te un 20% de vacas secas, tendríamos:

- 120 vacas: - 20% = vacas secas = 2.4
- 40% = 38.4 vacas en 1^a fase = 2.56
- 35% = 33.5 vacas en 2^a fase = 2.24
- 25% = 24 vacas en 3^a fase = 1.2

vacas 1^a lactancia = 24
 2^a lactancia = 24
 3^a lactancia = 24
 4^a lactancia = 24
 5^a lactancia = 24

30 vacas I fase \bar{x} 20 kg. (producción establecida anteriormente)
 = 600 kg./día = 40% = 684 kg./día.

30 vacas II fase \bar{x} 17 kg. (producción establecida anteriormente)
 = 510 kg./día = 35% = 598.5 kg./día.

40 vacas III fase \bar{x} 15 kg. (producción establecida anteriormente)
 = 600 kg./día = 25% = 427.5 kg./día.

La suma total de la producción es:

30 vacas I fase \bar{x} 20 kg. = 600 kg./día.
 30 vacas II fase \bar{x} 17 kg. = 510 kg./día.
 40 vacas III fase \bar{x} 15 kg. = 600 kg./día.

Producción = 1710 kg. de leche/día.

Considerando la producción por día (1710 kg.), obtendremos la producción anual:

- Producción anual (1710 X 305 (días de lactancia))
= 521,550 kg. de leche.
- Producción anual por vaca (521,550 entre 100 vacas)
= 5215.5 kg. de leche.
- Producción promedio por línea (5215.5 entre 305 días)
= 17.1 kg. de leche.

- Producción promedio por vientre (5215.5 entre 365 días)
= 14.25 kg. de leche.

Como resultado tendremos que entran a recría 4 hembras mensualmente = 48 hembras anuales, ya que según la probabilidad, en dos partos, uno es hembra y el otro producto es macho, pero si consideramos que las vacas de primer parto pierden sus productos por causas de distocias, nos quedan 4 hembras mensualmente.

Y tomando en cuenta los porcentajes de eliminación de vientres tenemos:

- Muerte ó pérdida al nacimiento (5%) = 48 hembras - 2.4 = 45.5 hembras
- Muertes del nacimiento a los 6 meses de edad (15%) = 45.5 - 6.84 = 38.76 hembras.
- Muertes ocurridas de los 6 meses al parto (2%) = 38.76 - .77 = 37.99 hembras.
- Desecho por fertilidad y tipo (5%) = 37.99 - 1.89 = 36.1 hembras.
- Muerte al parto (2%) = 36.1 - .72 = 35.38 hembras.
- Reemplazos (25%) = 30 vacas, es decir, sobran 5 animales.

(CABELLO F., MARTINEZ C., 1984)

El cuadro #12, resume la información de las necesidades de los alimentos del hato lechero ideal (120 vacas en producción), expuesto con anterioridad.

CUADRO # 12

RESUMEN DE LOS REQUERIMIENTOS DE LOS DIFERENTES ALIMENTOS, DE ACUERDO
A LA FASE FISIOLÓGICA, DE UN HATO LECHERO IDEAL.

In- gre- diente	Fase	3 anim. con 75 kg.	3 anim. con 150 kg.	14 anim. con 300 kg.	4 anim. con 400 kg.	4 anim. con 450 kg.	4 anim. con 500 kg.	20 anim. en estado seco	fase I 20 kg.* con 30 anim.	fase II 17 kg.* con 30 anim.	fase III 15 kg.* con 40 anim.
Alfalfa B.S. (kg.)	Día	2.25	7.08	54.88	18.84	20.84	20.4	42.4	236.4	210.9	230.4
	Sem	36.75	29.56	384.16	131.88	141.96	142.8	296.8	1654.8	1476.3	1612.8
	Mes	160.11	215.94	1637.84	574.6	618.52	622.2	1293.2	7210.2	6432.3	7027.2
	Año	1916.25	2584.2	20031.2	6876.6	7402.2	7446	15476	86286	76978.5	84096
Ensilaje B.S. (kg.)	Día	2.25	4.5	33.6	11.44	12.12	12.64	70.8	135.8	135.3	170.8
	Sem	15.75	31.5	235.2	80.80	84.84	88.48	495.6	936.6	947.1	1195.6
	Mes	68.61	137.25	1024.8	348.92	369.64	385.52	2159.4	4080.9	4126.5	5209.2
	Año	821.25	1723.5	12264	4175.6	4423.8	4613.6	25842	48837	49384.5	52092
Melaza B.S. (kg.)	Día	.42	.84	6.3	2.12	2.24	2.36	40	60	60	80
	Sem	2.94	5.88	44.1	14.84	15.68	16.52	280	420	420	560
	Mes	12.81	25.62	192.08	64.64	68.32	71.96	1220	1830	1830	2440
	Año	153.3	306.6	2299.5	773.8	817.6	861.4	14600	21900	21900	29200
Gallinaza B.S. (kg.)	Día	.54	1.08	8.12	2.76	2.92	3.04	20	30	30	40
	Sem	3.78	7.56	56.84	19.32	20.44	21.28	140	210	210	280
	Mes	16.47	32.94	247.66	84.16	89.04	92.72	610	915	915	1220
	Año	197.1	394.2	2963.38	1007.4	1065.8	1109.6	7300	10950	10950	14600

* = Producción de Leche \bar{x} al día.

Finalmente exponemos información sobre los forrajes utilizados en el -- programa de alimentación donde incluimos información general sobre el forraje, cálculo de la superficie necesaria para producir el forraje requerido, y el cálculo de la área de almacenamiento.

ALFALFA.-

La alfalfa es una leguminosa, de las más antiguas plantas forrajeras, - originaria del Medio Oriente y que debido a sus grandes cualidades es llamada con justa razón "La reina de las plantas forrajeras".

Es una planta perenne que prospera bien en climas templados ó templados fríos y en terrenos francos ó con buenas proporciones de arcillas, prefiriendo suelos alcalinos para su desarrollo. Se necesitan de 30 a 40 kg. de semilla por hectárea cuando se siembra sola, reduciéndose proporcionalmente esa cantidad cuando se siembra con otras gramíneas ó leguminosas; de preferencia se siembra al voleo a mano, ó con máquina. (HUGHES, HEATH., 1980)

En México se acostumbra a sembrar la alfalfa generalmente sola y aprovecharla como planta de corte, dándosele al año de 8 a 10 cortes, rindiendo en promedio de 8 a 12 toneladas por Ha. y por corte. Necesita forzosamente el riego para poder dar esos rendimientos, pudiéndose sembrar en cualquier época del año.

¿ Como determinar la superficie de terreno a cultivar de alfalfa para -
satisfacer las necesidades del Hato lechero de la FES-C ?

a) Establecer la cantidad total de alfalfa por un año expresado en base
seca.

- Para el hato de la FES-C. (149.5 toneladas)

b) Establecer la producción total de alfalfa por año.

- hato FES-C (16 toneladas)

c) Dividir las necesidades totales sobre el rendimiento anual en B.S.

- hato FES-C (149.5/16 ton. = 9.34 Has.)

d) Redondear la cantidad para fines prácticos.

- (9.34 = 10 Has.)

¿ Como determinar la superficie de terreno a cultivar de alfalfa para -
satisfacer las necesidades de un Hato lechero Ideal ?

a) Establecer la cantidad total de alfalfa por un año expresado en base
seca.

- Para el hato lechero Ideal (309 toneladas).

b) Establecer la producción total de alfalfa por año.

- hato lechero Ideal (16 toneladas).

c) Dividir las necesidades totales sobre el rendimiento anual en B.S.

- hato lechero Ideal (309/16 ton. = 19.31 Has.)

d) Redondear la cantidad para fines prácticos.

- (19.31 = 20 Has.)

MAIZ.-

El maíz oriundo de tierras tropicales; es una gramínea que prospera perfectamente en las llamadas zonas templadas, produciendo una cosecha anual en latitudes y dos cosechas anuales en los trópicos. (FLORES MENENDEZ., -- 1980)

La mayor parte del maíz usado para forraje se recolecta en la fase de maduración blanda del grano, que es la adecuada para ensilaje. La mejor calidad de ensilaje se consigue cortando el maíz cuando sus granos pasan de estado lechoso al estado vidrioso, estando la mayoría bien formada. El forraje cortado en trozos, se comprime bien en el silo y contiene suficiente azúcar pura que produce en el ensilaje una cantidad de ácidos que evitan la alteración del producto. (WILKINS R.J., 1970)

El rendimiento de ensilaje por hectárea varía considerablemente con el suelo y la estación. Según FLORES MENENDEZ., 1980, en nuestro país, el maíz, constituye la planta agrícola predominante; produce 20 toneladas en base seca por hectárea de un forraje con elementos nutritivos digestibles y equiparables a los de la alfalfa.

¿ Como determinar la superficie de terreno a cultivar de maíz para satisfacer las necesidades de la FES-C ?

a) Establecer la cantidad total de maíz por un año expresado en base -- seca.

- Para el hato lechero de la FES-C (103.6 toneladas)

- b) Establecer la producción total de maíz por año
 - hato FES-C (20 toneladas)
- c) Dividir las necesidades totales sobre el rendimiento anual en B.S.
 - hato FES-C ($103.6/20 \text{ ton.} = 5.18 \text{ Has.}$)
- d) Redondear la cantidad para fines prácticos.
 - ($5.18 = 6 \text{ Has.}$)

¿ Como determinar la superficie de terreno a cultivar de maíz para sa -
tisfacer las necesidades de un Hato lechero Ideal ?

- a) Establecer la cantidad total de maíz expresado en base seca.
 - Para el hato lechero Ideal (157.2 toneladas)
- b) Establecer la producción total de maíz por un año.
 - hato lechero Ideal (20 toneladas)
- c) Dividir las necesidades totales sobre el rendimiento anual en B.S.
 - hato lechero Ideal ($157.2/20 \text{ ton.} = 7.86 \text{ Has.}$)
- d) Redondear la cantidad para fines prácticos.
 - ($7.86 = 8 \text{ Has.}$)

HENIFICACION.-

El objeto de la henificación es reducir el contenido de agua de los fo
rrajes verdes para que puedan almacenarse en grandes cantidades sin que pre
sented una fermentación pronunciada ó que se enmohezca.

La henificación debe realizarse de tal manera que el forraje no se decolore, que no se pierdan sus elementos nutritivos y que se mantenga al mínimo la pérdida de hojas. Las características de un buen heno son las siguientes:

- Debe hacerse de plantas cortadas en un estado de madurez conveniente.
- Que conserve hojas en abundancia.
- Con tallos blandos y plegadizos.
- Color verde.
- Con pocas materias extrañas.
- Libre de moho.
- Fragancia típica del cultivo de que está hecho.

Las leguminosas que se siegan para henificar contienen generalmente de 70 a 75% de agua; las gramíneas de 60 a 75%. Para conservar bien el forraje henificado debe reducirse de agua, cuando menos un 25%.

El heno que contiene más humedad que la indicada está propenso a experimentar fermentaciones y calentamientos, por lo que su valor nutritivo puede disminuirse considerablemente. Siempre se pierden elementos nutritivos en la elaboración del heno, pero en condiciones favorables, esta pérdida no es grande. Las pérdidas que ocurren en la elaboración del heno son:

- Pérdidas de hidratos de carbono por fermentaciones.
- Pérdidas de elementos nutritivos solubles por acción del agua.
- Pérdidas mecánicas de las hojas y partes finas por desprendimiento.
- Pérdidas de vitaminas por decoloramiento o fermentaciones.

Se debe de escoger el momento preciso para el corte. Hay que ver que el forraje tenga una madurez adecuada, por ejemplo, la alfalfa debe tener --

por lo menos un 10% de floración. Hay que tener en cuenta que el corte deberá realizarse de acuerdo a la máxima altura con el mejor nivel nutritivo de la especie a henificar. (MORFIN L.L., 1983)

¿ Como calcular la área de almacenamiento de forrajes ?

1.- Cálculo del área para conservación del forraje como heno. (FES-C)

a) Determinar las fases ó estados fisiológicos de los animales que consumirán heno en el hato lechero de la FES-C.

- hato FES-C (fase 75, 150, 300 kgs., vacas secas) (46 animales)

b) Establecer el consumo total por año de estas fases.

- hato FES-C (45.6 toneladas)

c) Determinar la capacidad de forraje por metro cúbico (m^3), para almacenar en forma ideal, el tipo de forraje que se desea trabajar.

- Alfalfa (320 kg./ m^3)

d) Dividir la necesidad total por año en base seca entre la capacidad de almacenamiento en base seca por m^3 establecido.

- (45.6/.320 = 142.5 m^3)

Habiendo realizado el cálculo tenemos, que necesitamos 142.5 m^3 para -- poder almacenar 45.6 toneladas de alfalfa henificada, cubriendo así el requerimiento anual de las diferentes fases antes mencionadas.

¿ Como calcular la área de almacenamiento de forrajes ?

2.- Cálculo del área para conservación del forraje como heno (hato Ideal)

a) Determinar las fases ó estados fisiológicos de los animales que consumirán heno en un hato lechero Ideal.

- hato lechero Ideal (fase = 75, 150, 300 kgs., vacas secas)
(40 animales)

b) Establecer el consumo total por año de estas fases.

- hato lechero Ideal (40 toneladas)

c) Determinar la capacidad de forraje por metro cúbico (m^3), para almacenar en forma ideal el tipo de forraje con que se desea trabajar.

- Alfalfa (320 kg./ m^3)

d) Dividir la necesidad total por año en base seca entre la capacidad de almacenamiento en base seca por m^3 establecido.

- (40/320 = 125 m^3)

Habiendo realizado el cálculo tenemos, que necesitamos 125 m^3 para poder almacenar 40 toneladas de alfalfa henificada, cubriendo así el requerimiento anual de las diferentes fases antes mencionadas.

ENSILAJES.-

El ensilaje es un producto resultante del almacenamiento y fermentación de forraje verde bajo condiciones anaeróbicas. Las bacterias que se encuentran en el forraje fermentan los carbohidratos a ácidos orgánicos, con lo --

que se provoca un estado de acidez en el forraje logrando una esterilidad -- parcial que permite almacenar el forraje por largo tiempo. Cuando el ensilaje se hace adecuadamente, se debe de alcanzar un pH entre 3.5 y 4.5, ésto favorece la preservación del forraje manteniendo sus cualidades nutritivas. (HUGHES., 1980)

La fermentación del ensilaje la podemos dividir en cinco fases:

Las 3 primeras fases tienen lugar dentro de los 5 a 7 días después de llenado el silo y estas fases van a determinar el éxito ó el fracaso y la calidad del ensilaje.

La 1a. fase comienza con el llenado del silo con el forraje, las células de las plantas continúan produciendo calor y bióxido de carbono, hasta el cese de la respiración celular y su muerte. El calor producido en este lapso, así como el bióxido de carbono, reducen el espacio y causan condiciones anaeróbicas esenciales para el crecimiento bacteriano que producirán los ácidos orgánicos.

Durante la 2a. fase, el ácido acético es el principal ácido orgánico -- que se produce por las bacterias anaeróbicas existentes; y en tanto la concentración de ácido acético vaya aumentando la fase 3 dará principio.

La 3a. fase empezará con un incremento gradual de la población bacteriana formadora de ácido láctico, y como consecuencia una disminución en la población bacteriana formadora de ácido acético, debido a que no pueden subsistir en un medio tan ácido.

En la 4a. fase del ensilaje, el ácido láctico es el que se produce en -- una mayor cantidad, la cual va a durar de 15 a 21 días, y cuando el grado de acidez alcanza un pH de 3.5 a 4.5 la acción bacteriana se suspende totalmen- te.

Los eventos de la 5a. fase dependerán de los resultados de las cuatro -- primeras; la suficiente cantidad de ácido acético y láctico previene una -- nueva acción bacteriana, y si el ensilaje se encuentra bien apisionado y no contiene aire, ningún cambio posterior tendrá lugar quedando preservado ade- cuadamente. Pero si el nivel de los ácidos no es el adecuado, bacterias con- taminantes como las productoras de ácido butírico pueden actuar sobre el en- silaje resultando una descomposición del mismo, los aminoácidos de las pro- teínas atacadas se transforman en amoníaco y aminas, con lo que se disminuye completamente la palatabilidad, y si el aire penetra favorece la prolifera- ción de bacterias aerobias, que lo descomponen como antes se mencionó y en -- estas ocasiones se utiliza energía para la producción de calor reduciendo el contenido energético del ensilado cuando se administra a los animales como - alimento.

Los principales forrajes usados para ensilar son el maíz, el sorgo, la - avena y otras gramíneas como la cebada y zacates tropicales como zacate ele- fante, zacate merckeron, zacate alemán y en ocasiones leguminosas como la -- alfalfa; pero se recomienda que se haga junto con gramíneas. También es co- mún que se ensilen las pulpas de cítricos (subproductos de la industria del- jugo), de remolacha y otros subproductos vegetales (penca de nopal y de ma - guey). (FLORES MENENDEZ., 1980)

¿ Como calcular la capacidad total de un silo sobre-tierra ó depósito - de cuba ?

a) Se multiplican todas las dimensiones de nuestro silo, es decir, --- Largo X Ancho X Alto = Volúmen (m^3)

b) El siguiente paso es transformar los m^3 resultantes a kgs. de ensilaje, mediante la equivalencia siguiente:

$$1 m^3 = 600 \text{ kgs. de ensilaje.}$$

c) Se multiplica la cantidad de m^3 por 600, dandonos el resultado en -- kgs. de ensilaje.

El cuadro # , muestra un resumen para las necesidades de superficie -- para los diferentes forrajes utilizados en la alimentación, tanto del hato - lechero de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán (FES-C), como del - hato lechero Ideal.

CUADRO # 13

RESUMEN PARA LAS NECESIDADES DE SUPERFICIE PARA LOS DIFERENTES FORRAJES
UTILIZADOS EN LA ALIMENTACION DEL HATO LECHERO.

INGREDIENTE	CORTES \bar{x} POR AÑO	RENDIMIENTO CORTE/Ha. (B.S.)	RENDIMIENTO ANUAL/Ha. (B.S.)	SUPERFICIE Has. FES-C	Has. IDEAL
ALFALFA	8	2	16	10	20
MAIZ	2 *	8	16	6	8

* = dos cultivos por año, primavera y otoño.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1.- ABRAMS. J.T., 1965. Nutrición Animal y Dietética Veterinaria, Cuarta - Edición, Editorial Acribia, Zaragoza España.
- 2.- ARISTA. P.E., Baños L.C., 1984. Manual de Formulación de Raciones para Ganado, Centro Nacional de Investigaciones Hidropónicas, A.C., México.
- 3.- BARLET. J.P., 1969. Variation de la Calcémie et de la Phosphatémie --- chez la Vache Laitière au moment du vélage; rôle probable de la Calci - tonine dans l'Étiologie de Syndrome Vitulaire. Recher. Vétér., 2.
- 4.- BARLET. J.P., 1972. Régulation Endocrinienne de la Calcémie des Rumi - nants et Hypocalcémie Vitulaire de la Vache Laitière. Bull, Techn., -- CRVZ de Theix - INRA, 10.
- 5.- BATH. D.L., Dickinson. F.N., 1982. Ganado Lechero, Principios, Prácti - cas, Problemas y Beneficios. Editorial Interamericana, México D.F.
- 6.- BLAXTER. K.L., 1977. Metabolismo Energético de los Rumiantes. Edito -- rial Acribia, Zaragoza España.
- 7.- BROWN. C.A., et al, 1977. Development of Predictive Equation for Milk - Yield and Dry Matter intake Lactating Cows, J. Dairy Cattle Sci, ----- 60:1739.
- 8.- CABELLO. F.E., Martínez. C.S., 1984. Manual de Operaciones de un Hato - Lechero, México D.F.
- 9.- CASADEVALL. G.J., 1980. Enfermedades Metabólicas y Alimentación del -- Vacuno Lechero. S.I.N.A. XVIII Reunión Científica Anual, Gerona 1980.
- 10.- CHURCH. D.C., 1979. Digestive Physiology and Nutrition of Ruminants. - Volumen II, Second Edition Corvallis Oregon U.S.A.
- 11.- CHURCH. D.C., 1979. Livestock Feeds and Feeding, Fourth Edition Corva - llis Oregon U.S.A.
- 12.- CHURCH. D.C., 1980. Digestive Physiology and Nutrition of Ruminants. - Volumen III, Practical Nutrition, Second Edition Corvallis Oregon U.S.A.
- 13.- CULLISON. E. A., 1983. Alimentos y Alimentación de Animales, Primera - Edición, Editorial Diana, México D.F.

- 14.- DAVIS. F.R., 1962. Modern Dairy Cattle Management, Editorial Prentice - Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, U.S.A.
- 15.- DEAN. G.W., et al. 1969. Computer Program for Maximizing Income above Fedd Cost from Dairy Cattle, J. Dairy Sci. 52:1008.
- 16.- DUKES. H.H., Swenson., 1981. Fisiología de los Animales Domesticos,- Tomo I, Editorial Aguilar, Mexico D.f.
- 17.- ESPINASSE. J., 1977. Las Enfermedades Metabólicas de las Vacas de -- Alta Producción, Curso de la Escuela Superior de Agricultura de Pur - pan (Toulouse), Febrero 1977.
- 18.- ETGEN. W., Reaves., 1985. Ganado Lechero. Alimentación y Administra - ción. Editorial Limusa, México D.F.
- 19.- FLORES. M.J., 1980. Bromatología Animal, Segunda Edición, Editorial - Limusa, México D.F.
- 20.- HILLMAN. D.H., Huber. J.T., 1980. Basic Dairy Cattle Nutrition, De - partment of Dairy Sci. Michigan State University, 58:1164.
- 21.- HUGAN. J.P., 1975. Quantitative Aspects of Nitrogen Utilization in - Practical, J. Dairy Sci.
- 22.- HUGHES. Heath., 1980. Forrajes, Editorial C.E.C.S.A., México D.F.
- 23.- HUBER. J.T., 1975. Protein and Non-Protein Nitrogen Utilization in -- Practical Dairy Rations, J. Animal Sci. 41:954.
- 24.- I.N.N., 1980. Reporte del Instituto Nacional de Nutrición, México -- D.F.
- 25.- I.N.R.A., 1978. Alimentation des Ruminants, Institut National de la - Recherche Agronomique, ED. I.N.R.A. Publications, Versailles, France.
- 26.- JARRIGE. R., 1981. Alimentación de los Rumiantes, Editorial Mundi - Prensa, Madrid España.
- 27.- JOHNSON. D.E., 1975. Adaptational Responses in Nitrogen and Energy - Balance of Lamb Fed a Methane inhibitor. J. Animal Sci. 38:154.
- 28.- JORGENSEN. N.A., 1974. Combating Milk Fever. J. Dairy Sci. 57, 933 - 934.

- 29.- KROMANN. R.P., 1973. Evaluation of Net Energy System, *J. Animal Sci.* - 37:200.
- 30.- LANDEROS. J., et al, 1983. Programa de Ración de Mínimo Costo para --
Calculadora Programable HP41-CV, Programas Personales.
- 31.- LEROY. A.M., 1973. La Vaca Lechera. Segunda Edición, Ediciones G.E.A.
Barcelona España.
- 32.- LUCAS. H.F., 1973. 25-hidroxicholecalciferol; Traitement des Paresies
Vitaiñaires. *J. Dairy Sci.*, 56.
- 33.- MARSHALL. H. Jurgens., 1974. Applied Animal Feeding and Nutrition. --
Third Edition, Kendall Hunt Publishing Iowa U.S.A.
- 34.- MAYER. E., et al, 1976. Grandes Unités de Production, Haute Produc --
tion Laitière et Fécondité. Pro. 6^a Int. Meeting on Diseases of Cattle
Paris, 725-742.
- 35.- Mc.DONALD. I.W. and A.C.I. Warner (eds.), 1979. Digestion and Metabg
lism in the Ruminant, University of New England Publishing Unit, Armi-
dale, N.S.W., Australia.
- 36.- MAYNARD. L.A., Loosli., 1981. Animal Nutrition, Seventh Edition, ED.-
McGraw-Hill Book Co., New York, N.Y., U.S.A.
- 37.- MAYNARD. L.A., Loosli., 1983. Nutrición Animal, Séptima Edición, ED.-
McGraw-Hill, México D.F.
- 38.- MORFIN. L.L., 1982. Bromatología, Manual de Laboratorio FES-Cuauti --
tlán, U.N.A.M., México.
- 39.- MORRISON. F.B., 1963. Compendio de Alimentación del Ganado, Octava --
Edición, Editorial UTHEA, México D.F.
- 40.- N.R.C., 1978. Nutrient Requirements of Domestic Animals. No.3, Nu ---
trient Requirements of Dairy Cattle. Fifth Revised Edition. National -
Academy of Sciences. Washington, D.C.
- 41.- ORCASBERRO. R., 1976. Alimentación del Hato Lechero, Memorias del Cur
so, México D.F.
- 42.- OSTERGAARD. V., 1983. Estrategias de Alimentación para Vacas Lecheras
de Alta Producción., Capítulo 8 AGT, Editor S.A., México D.F.

- 43.- REGISTROS, EVALUACION Y CONTROL., 1983. Centro de Producción Agropecuaria (C.P.A.), FES-C, U.N.A.M., México.
- 44.- RIQUELME. E., 1982. Alimentación Práctica de Vaquillas, Vacas secas y Vacas en Producción. Manual sobre Ganado Productor de Leche, Primera Edición, Editorial Diana, México.
- 45.- RUCKEBUSCH. Y., 1980. Digestive Physiology and Metabolism in Ruminants AVI Publishing Company Great Britain.
- 46.- SATTER. L.D., 1975. Nitrogen Requirements and Utilization in Dairy Cattle, J. Dairy Sci. 58:1219.
- 47.- SHIMADA. A., 1983. Fundamentos de Nutrición Animal Comparativa, Primera Edición, INIP, México.
- 48.- TYRELL. H.F., 1975. Produccion Efficiency in the High Producing Cow,- Effect of intake Digestive Efficiency, J. Dairy Sci. 58:1151.
- 49.- WESTERHIUS. J.A., 1974. Parturient Hypocalcémie prevention in Parturient Cows prone to Milk Fever by Dietary Measures Thesis, Utrecht, -- 1974.
- 50.- WILKINS. R.J., 1970. Conservación de Forrajes, Editorial Acribia, -- Zaragoza España.

A N E X O

REQUERIMIENTOS NUTRITIVOS DE LOS BOVINOS PRODUCTORES DE LECHE

Fuente:

National Research Council 1978. Nutrient Requirements of Domestic Animals. No. 3 Nutrient Requirements of Dairy Cattle. Fifth Revised Edition. National Academy of Sciences. Washington, D.C.

REQUERIMIENTOS NUTRITIVOS DEL GANADO PRODUCTOR DE LECHE

Requerimientos nutritivos del ganado productor de leche (nutrimentos diarios por animal).

Peso corporal (kg)	Tamaño y edad (semanas)	Ganancia diaria (g)	Materia seca (kg)	Energía del alimento			Proteína cruda total (g)	Minerales		Vitamina A (miles de UI)
				EM (Mcal)	ED (Mcal)	TND (%)		Ca (g)	P (g)	
Vaquillas y torretes alimentados con raciones balanceadas.										
50	C-10 ^{a, b}	400	1.40	4.36	4.94	1.12	176	9	6	2.1
50	G-3	500	1.45	4.82	5.42	1.23	198	10	6	2.1
75	C-19	500	2.10	5.96	6.94	1.55	275	13	7	3.2
75	G-10	700	2.10	6.71	7.67	1.72	318	15	8	3.2
Vaquillas en crecimiento.										
100	C-26	500	2.80	7.17	8.35	1.89	360	16	8	4.2
100	G-16	700	2.80	8.09	9.26	2.10	402	18	9	4.2
150	C-40	500	4.00	9.42	11.11	2.52	474	17	11	6.4
150	G-26	700	4.00	10.49	12.17	2.76	510	19	12	6.4
200		300	5.00	10.44	12.57	2.85	533	18	12	8.5
200		400	5.20	11.20	13.41	3.04	571	19	13	8.5
200	C-54	500	5.20	11.86	14.06	3.19	586	20	13	8.5
200		600	5.20	12.39	14.59	3.31	604	21	14	8.5
200	G-36	700	5.20	13.01	15.20	3.45	620	21	14	8.5
200		800	5.20	13.52	15.70	3.56	640	22	15	8.5
250	C-69	500	6.30	13.81	16.49	3.74	678	22	16	10.6

Peso corporal (kg) ^a	Tamaño y edad (semanas)	Ganancia diaria (g)	Materia seca (kg)	Energía del alimento			Proteína cruda total (g)	Minerales		Vitamina A (miles de UI)
				DEM (Mcal)	ED (Mcal)	TND (kg)		Ca (g)	P (g)	
250	G-47	700	6.30	15.20	17.86	4.05	704	23	17	10.6
300	C-83	500	7.20	15.69	18.74	4.25	746	23	17	12.7
300	G-57	700	7.20	17.07	20.11	4.56	771	24	18	12.7
350	C-97	400	7.42	15.99	19.14	4.34	738	23	17	14.8
350	G-67	700	8.00	18.88	22.26	5.05	826	25	19	14.8
400	C-115	200	7.26	14.85	17.94	4.07	692	21	16	17.0
400	G-77	700	8.60	20.40	24.03	5.45	864	25	20	17.0
450	G-87	700	9.10	21.82	25.66	5.82	892	27	21	19.1
500	G-98	600	9.50	22.26	26.28	5.96	905	27	21	21.3
550	G-109	400	9.80	21.33	25.48	5.78	913	27	20	23.3
600	G-127	200	9.58	19.60	23.68	5.37	879	25	18	25.4

^a Tamaño: C para razas chicas (e.g. Jersey); G para razas grandes (e.g. Holstein).

^b La edad en semanas indica la probable de los animales cuando alcanzan el peso indicado.

Requerimientos nutritivos de vacas lactando y preñadas (nutrimentos diarios por animal o por kg de leche).

Peso corporal (kg)	ED (Mcal)	TND (kg)	Proteína total (g)	Calcio (g)	Fósforo (g)	Vitamina A (miles de UI)
Mantenimiento de vacas maduras en lactación ^a .						
350	12.54	2.85	341	14	11	27
400	13.86	3.15	373	15	13	30
450	15.14	3.44	403	17	14	34
500	16.39	3.72	432	18	15	38
550	17.60	4.00	461	20	16	42
600	18.79	4.27	489	21	17	46
650	19.95	4.53	515	22	18	50
700	21.09	4.79	542	24	19	53
750	22.21	5.04	567	25	20	57
800	23.32	5.29	592	27	21	61

Mantenimiento más últimos 2 meses de gestación de vacas maduras secas.

350	16.26	3.71	642	23	16	27
400	17.98	4.10	702	26	18	30
450	19.64	4.47	763	29	20	34
500	21.25	4.84	821	31	22	38
550	22.83	5.20	877	34	24	42
600	24.37	5.55	931	37	26	46
650	25.87	5.90	984	39	28	50
700	27.35	6.23	1,035	42	30	53
750	28.81	6.56	1,086	45	32	57
800	30.24	6.89	1,136	47	34	61

Producción láctea — Nutrimentos por kg de leche de diferentes porcentajes de grasa.

(% de grasa)	ED	TND	Proteína	Calcio	Fósforo	Vitamina A
2.5	1.15	0.260	72	2.40	1.65	
3.0	1.24	0.282	77	2.50	1.70	
3.5	1.34	0.304	82	2.60	1.75	
4.0	1.44	0.326	87	2.70	1.80	
4.5	1.52	0.344	92	2.80	1.85	
5.0	1.61	0.365	98	2.90	1.90	
5.5	1.71	0.387	103	3.00	2.00	
6.0	1.81	0.410	108	3.10	2.05	

Contenido de nutrimentos recomendados en raciones para ganado productor de leche (concentración de nutrimentos en la ración -- base seca).

Nutrimentos (concentración en la dieta, base seca)	Vacas en lactancia				Ganado no-lactante				Concentra- ciones má- ximas (Todas las cla- sas de a- nimalca)	
	Peso (kg)	Producción diaria de leche (kg)			Vacas secas preña- das	Toros ma- duros	Vaquillas y toretas en creci- miento	Concen- trado de inicia- ción para be- cerros		Substi- tuto de leche
		< 400	< 8	8-13						
	500	< 11	11-17	17-23	> 23					
	600	< 14	14-21	21-29	> 29					
	> 700	< 18	18-26	26-35	> 35					
Ración No.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Máx.
Proteína total, %	13.0	14.0	15.0	16.0	11.0	8.5	12.0	16.0	22.0	—
Energía										
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	—
TND, %	63	67	71	75	60	56	60	80	95	—
Fibra cruda, %	17	17	17	17	17	15	15	—	—	—
Fibra ácido detergente, %	21	21	21	21	21	19	19	—	—	—
Extracto etéreo, %	2	2	2	2	2	2	2	2	10	—
Minerales										
Calcio, %	0.43	0.48	0.54	0.60	0.37	0.24	0.40	0.60	0.70	—
Fósforo, %	0.31	0.34	0.38	0.40	0.26	0.18	0.26	0.42	0.50	—
Magnesio, %	0.20	0.20	0.20	0.20	0.16	0.16	0.16	0.07	0.07	—
Potasio, %	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	—
Sodio, %	0.18	0.18	0.18	0.18	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	—
Cloruro de sodio, %	0.46	0.46	0.46	0.46	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	5
Azufre, %	0.20	0.20	0.20	0.20	0.17	0.11	0.16	0.21	0.29	0.35
Hierro, ppm	50	50	50	50	50	50	50	100	100	1,000

Nutrimentos (concentración en la dieta, base seca)	Vacas en lactancia					Ganado no-lactante				Concentra- ciones má- ximas (Todas las cla- ses de a- nimaes)	
	Peso (kg)	Producción diaria de leche (kg)				Vacas secas preña- das	Toros ma- duros	Vaquillas y toretas en creci- miento	Concen- trado de inicia- ción para be- cerros		Substi- tuto 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						
Ración No.		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Máx.
Cobalto, ppm		0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	10
Cobre, ppm		10	10	10	10	10	10	10	10	10	80
Manganeso, ppm		40	40	40	40	40	40	40	40	40	1,000
Zinc, ppm		40	40	40	40	40	40	40	40	40	500
Yodo, ppm		0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.25	0.25	0.25	0.25	50
Molibdeno, ppm		-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
Selenio, ppm		0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	5
Fluor, ppm		-	-	-	-	-	-	-	-	-	30
Vitaminas											
Vit. A, UI/kg		3,200	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200	2,200	2,200	3,800	-
Vit. D, UI/kg		500	500	500	500	500	500	500	500	600	-
Vit. E, ppm		-	-	-	-	-	-	-	-	300	-