



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES**

**“CUAUTITLAN”**

**ANTEPROYECTO PARA LA IMPLEMENTACION  
DE UN PROGRAMA DE ALIMENTACION DE UNA  
EXPLOTACION LECHERA EN EL MUNICIPIO DE  
TEPOTZOTLAN, ESTADO DE MEXICO.**

**TESIS PROFESIONAL**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO  
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**P R E S E N T A  
JORGE ROMERO GARCIA**

**ASESOR:**

**M. V. Z. ENRIQUE ARISTA PUIGFERRAT**

**CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO**

**1985**



## **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.

## I N D I C E

|  |    |
|--|----|
| I.- INTRODUCCION .....   | I  |
| II.- OBJETIVO .....  | 3  |
| III.- DESARROLLO   |    |
| PARTE I) Alimentos utilizados en la alimentación del ganado .....                                  | 4  |
| PARTE II) Requerimientos nutritivos del ganado-lechero .....                                       | 17 |
| PARTE III) Establecimiento del número de animales en producción .....                              | 24 |
| PARTE IV) Como establecer los requerimientos-nutritivos de los animales en explotación .....       | 31 |
| PARTE V) Alimentos disponibles para la formulación de las raciones del ganado en explotación ..... | 33 |
| PARTE VI) Formulación de raciones a mínimo costo para el ganado en explotación .                   | 34 |
| PARTE VII) Alimentación del ganado lechero .....   | 45 |
| IV.- COMENTARIOS .....   | 53 |
| V.- BIBLIOGRAFIA .....   | 54 |

## I) INTRODUCCION

En la mayoría de los países, la mayor parte de los productores de leche pretenden maximizar sus ingresos netos por vaca y año o por hora-hombre. Por lo cual, el consumo de alimento 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 agrícola, el nivel óptimo de la alimentación se logra cuando el ingreso de la producción física (leche ganancias de peso vivo y salud), 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 requiere datos técnicos que describan la relación consumo-producción (función de producción), así como los precios de los productos y los factores.

(Heady, 1984; Wragg et al, 1968; y de Boer et al, 1963).

En cada hato con su propio establero, sistema técnico de alojamiento y alimentación; 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 consumo de alimento es el único factor regulador ó controlador para el productor de leche en el manejo de producción, para dar el máximo ingreso.

De esta forma los productores de leche necesitan fórmulas ó programas de alimentación, para optimizar el consumo de alimento a través de la lactancia. El desarrollo de dichos programas sola-

mente es posible si se conocen las relaciones cuantitativas ---- (sobre una base a largo plazo) entre el consumo total de alimento y la producción de leche, las ganancias de peso vivo, la fertilidad y la sanidad. (V. Østergaard, 1979).

Un programa de alimentación óptimo debe involucrar la integra -- ción de muchos factores como son:

Las materias primas (ingredientes alimenticios) que se convienen de la mejor manera para ser procesados por la vaca lechera con -- el objeto de obtener el producto deseado (la leche) y un impor-- tante subproducto, (la carne).

El ganadero integra en última instancia, el conocimiento requere-- rido para llevar una alimentación exitosa que satisfaga su situa-- ción particular y los asesores agrícolas y veterinarios forman -- un conjunto de especialistas con cuyo consejo y dirección, el -- ganadero puede modificar su sistema para mejorarlo.

(J. B. Owen, 1979):

## II) O B J E T I V O

El objetivo del presente trabajo es presentar un programa de alimentación que pueda ser utilizado para la implementación de una explotación de ganado lechero que llegue a satisfacer los requerimientos diarios de la población de Tepetzotlán, Estado de México, y así mismo presentar una serie de fórmulas que sean útiles a las explotaciones lecheras con diferentes condiciones de producción.

III) D E S A R R O L L O

PARTE No. I

I. ALIMENTOS UTILIZADOS EN LA ALIMENTACION DEL GANADO LECHERO

I.I.I. Los alimentos del ganado lechero están divididos en dos -- grandes grupos:

- A) Alimentos voluminosos
- B) Alimentos no voluminosos

Cada uno presenta diferentes características, tanto en presenta-- ción como en contenido.

Los alimentos contenidos en el grupo de los alimentos voluminosos son alimentos ricos en fibras y generalmente bajos en proteína y-- energía, los cuales a su vez, tienen diferentes formas de presen-- tación como son las pasturas, pajas, henos y muchos otros forra-- jes para corte.

Los forrajes en general incluyen a dos tipos de categorías en su-- presentación:

I.I.2 Forrajes succulentos.

Caracterizados por su contenido de agua, más de 70% y aquí se in-- cluyen a las pasturas y ensilajes.

I.I.3 Forrajes secos.

Caraterizados por su bajo contenido de agua, alto en materia seca 80% y alto contenido de fibra cruda (más de 18%).

#### I.1.4 Alimentos no voluminosos.

Son alimentos ricos en su contenido de energía, proteína y su bajo contenido en fibra como son los granos, las pastas de oleaginosas, subproductos de origen animal, pulpas de cítricos, --- etc., así como suplementos vitamínicos, minerales y aditivos. - (Bath, 1978; Arista, 1980).

#### I.2 Alimentos voluminosos: Forrajes.

##### I.2.1 Pasturas.

Los pastos han sido por mucho tiempo el ingrediente básico de -- la mayoría de las raciones alimenticias del ganado lechero, los cuales cuando son manejados adecuadamente, son un alimento muy nutritivo. Sin embargo debido a la necesidad de las grandes extensiones de tierra necesaria para la producción de estos pas-- tos y a la gran concentración de animales pequeños, así como la gran demanda de la producción, el uso de las pasturas se ha vis-- to disminuído considerablemente, puesto que en las diferentes -- épocas del año y de acuerdo a los diferentes climas, se susci-- tan cambios en la composición química de los pastos alterando -- sus nutrientes y per lo tanto su calidad, lo cual se reflejará-- en la producción; el costo de este tipo de alimentos es muy --- bajo lo que lo hace un alimento utilizado en la producción le-- chera.

Las pasturas utilizadas en la alimentación del ganado pueden -- ser de dos tipos:

Gramíneas: Dentro de este tipo de pastos tenemos como ejemplo - los siguientes:

|                  |               |                 |
|------------------|---------------|-----------------|
| zacate guinea    | zacate pará   | zacate elefante |
| zacate Merckeron | zacate Buffel | zacate Pangola  |



|                |                 |                   |
|----------------|-----------------|-------------------|
| zacate Alemán  | + zacate Kikuyo | zacate Rhodes     |
| zacate Johnson | zacate Jaragua  | + zacate navajita |
| zacate Rye +   | + Kentucky      | + Panizo azul     |

Leguminosas:

|                 |                             |
|-----------------|-----------------------------|
| Alfalfa +       | Melilotos o Sweet Clevers + |
| Trébol rojo +   | Trébol de Alejandria +      |
| Trébol Ladino + | Chicharo de vaca +          |
| Soya +          | Ebo o Veza +                |
| Garbanzo +      | Trébol Crimmon +            |

+ Pastos de la zona templada del Valle de México.

(De Alba 1971; Flores Menéndez 1983).

Generalmente las leguminosas son más altas en su contenido de proteínas como en minerales y esto es debido a que las bacterias-nodulares de las raíces permiten fijar el nitrógeno, para la proteína de las plantas, situación de la cual carecen las gramíneas por lo que sus contenidos en dichos nutrientes es inferior y esto es más marcado en las etapas más maduras de los pastos.

Estos tipos de pastura se pueden suministrar también en forma verde, cortada y picada y de esta forma las gramíneas como el sorgo y el maíz también pueden suministrarse, teniendo la ventaja sobre el pastoreo, que se puede controlar el consumo de los forrajes, a la vez que se protegen las praderas del pisoteo de los animales. (Morrison, 1963).

### I.2.2 ENSILADO.

El ensilado es un producto resultante del almacenamiento y fermentación del 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 ensilado se hace adecuadamente se debe de alcanzar un pH entre 3.5 y 4.5, esto favorece la preservación del forraje manteniendo sus cualidades nutritivas. (Bath, et al 1978).

#### Fermentación del Ensilado.

La fermentación del ensilado la podemos dividir en cinco fases las tres primeras fases tienen lugar dentro de los 5 a 7 días después de haber llenado el silo y estas fases van a determinar el éxito ó el fracaso y la calidad del ensilado.

La primera 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 segunda fase, el ácido acético es el ácido orgánico que se produce principalmente por las bacterias anaeróbicas existentes; y en tanto la concentración de ácido acético vaya aumentando la fase tres dará principio.

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

En la cuarta fase del ensilado, 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 totalmente.

Los eventos de la quinta 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 ensilado se encuentra bien apisonado y no tiene aire, ningún cambio posterior tendrá lugar quedando preservado adecuadamente; pero si el nivel de los ácidos no es el adecuado, bacterias contaminantes como las productoras de ácido butírico pueden actuar sobre el ensilado resultando una descomposición del mismo, los aminoácidos de las proteínas atacadas se transforman en amoníaco y aminas con lo que se disminuye completamente la palatabilidad, y si el aire penetra favorece la proliferación de bacterias aeróbicas que lo descomponen, en estas condiciones se reduce el contenido energético del ensilado cuando se administra a los animales como alimento.

El ensilado puede ser complementado con algunas sustancias que van a aumentar su valor nutritivo así como en ocasiones ayudarán a que las fermentaciones se sucedan en una mejor forma. A estos compuestos se les denomina aditivos y los hay de tipo protéico y energético.

Los aditivos protéicos que más se utilizan son la urea y el sulfato de amonio a razón de 3 a 4 Kg. por tonelada de ensilado.

Los aditivos energéticos que se utilizan más frecuentemente son la melaza de caña o de remolacha ya que son ricas en sacarosa utilizadas a razón de 15 a 25 Kg. por tonelada preferentemente disueltas en agua para que se distribuyan en forma homogénea; o bien harinas de cereales que tienen gran cantidad de almidón.

Los principales forrajes para ensilar son el maíz, el sorgo, la avena, la cebada y zacates tropicales como el zacate elefante, -- el zacate Merckeron, el zacate Alemán y en ocasiones leguminosas -- como la alfalfa; pero se recomienda que se haga junto con gra --- míneas. También es común que se ensilen las pulpas de cítricos, - (subproductos de la industria del jugo), de remolacha y otros --- subproductos vegetales, (penca de nopal y penca de maguey).

### I.2.3 HENIFICADO.

El forraje que es cortado, secado y almacenado con más de 85-90% de materia seca es conocido como heno.

El secado del forraje se puede hacer enteramente por la acción -- solar en el campo teniendo el cuidado de voltearlo para que el --- secado sea homogéneo, posteriormente es levantado y empacado pa--- ra su almacenamiento en bodegas. La calidad del henificado dependerá de su contenido foliar ya que es la parte más nutritiva y -- su alto contenido de hojas indicará su valor biológico. Para ---- asegurarse que el heno tenga un gran contenido de hojas el forra--- je debe cortarse en estado inmaduro, en leguminosas se recomienda cuando la pradera está en un 10% de su floración. Hay que tomar - encuesta que la materia seca se incrementa con la madurez de la - planta, los tallos que contienen la menor cantidad de proteínas - y de minerales y la mayor cantidad de fibra cruda que las gramí--- neas (de dos a tres veces más), así como también menor palatabi--- lidad. (Gullison, 1983).

El proceso del henificado debe hacerse con cuidado, porque se --- puede caer en el descuido de un secado excesivo, donde se llega--- a perder gran cantidad de hojas, así como la exposición a la ---- lluvia que daña bastante la calidad del forraje.

Los forrajes que se utilizan para henificado son de dos grupos principales:

A) Leguminosas

B) Gramíneas

A) Leguminosas.

La principal representante es la alfalfa debido a su alto contenido de proteínas y minerales, principalmente el calcio y los carotenos, y otras leguminosas como los tréboles, la soya, etc.

B) Gramíneas.

Las gramíneas o henos de cereales como la avena, tienen las características de baja concentración de calcio, adecuado nivel de fósforo y alto contenido de E.L.N. y fibra cruda.

I.2.4 PRESENTACION Y TRATAMIENTO DE LOS FORRAJES.

La mayoría de los forrajes deben tener un manejo adecuado para su almacenamiento y conservación.

I.2.4.1 HENO EN GREÑA.

El forraje que es cortado y secado puede ser levantado y almacenado sin compactarse, sin embargo; tiene una desventaja, que en el manejo caen muchas hojas y su almacenamiento es incomodo por el volumen que ocupa por lo que actualmente no se utiliza.

I.2.4.2 EMPACADO.

Empacar los henificados es la forma más común de almacenarlos- este sistema varía desde la formación de pocos kilogramos de peso hasta los rollos o las pacas tipo pastel de varios kilos- de peso.

#### I.2.4.3 GRANULADO.

El molido del heno ha resultado ser un producto mucho más fácil de manejar que el heno en greña, pero desafortunadamente causa alteraciones en el metabolismo ruminal cambiando la proporción de los ácidos grasos volátiles, produciendo un incremento en la producción de ácido propiónico siendo causa de bajo contenido de grasa en la leche, por lo que el heno peletizado no puede ser utilizado como fuente única de forraje para el ganador de leche.

#### I.2.4.4 ENCUBADO.

El encubado es un sistema desarrollado para conservación de los henos, tiene todas las ventajas del peletizado pero sin las desventajas de este como lo es el tender a bajar la grasa de la leche, puesto que éste únicamente se pica en pedazos de aproximadamente 3 a 4 cm. de longitud, manteniendo sus características fibrosas, además el espacio requerido para su almacenamiento y transporte es menor. (Anderson, 1975).

#### I.3 ALIMENTOS NO VOLUMINOSOS.

Los alimentos no voluminosos contienen altos niveles de nutrientes como energía, proteína y son bajos en fibra cruda.

En los alimentos no voluminosos se incluyen los granos, subproductos vegetales como las pastas de oleaginosas, subproductos de origen animal, pulpas de cítricos, etc.

### I.3.1 GRANOS.

Los principales granos utilizados en la alimentación del ganado lechero son: maíz, sorgo, mijo, avena y cebada, entre los cuales se encuentran variaciones en cuanto a su contenido en proteínas y energía; sin embargo todos los granos tienen alto contenido energético y son deficientes en las concentraciones de proteína y calcio, los cuales se deben proporcionar a partir de otros recursos.

### I.3.2 SUBPRODUCTOS ALIMENTICIOS.

La mayoría de estos subproductos provienen de la industria harinera y aceitera, así como la industria del jugo y azucarera (pulpas de cítricos y de remolacha) y del desperdicio de la industria licorera, cervecera, panadera y también de la industria láctea, las cuales son utilizadas generalmente como ingredientes menores, pero que son eficientes alimentos en la dieta del ganado productor de leche.

### I.3.3 SUPLEMENTOS ALTOS EN PROTEINAS.

#### I.3.3.1 SUBPRODUCTOS DE ORIGEN VEGETAL.

Este tipo de alimento es requerido en la dieta del ganado lechero cuando se alimenta de forrajes de bajo contenido protéico. Los principales alimentos protéicos de origen vegetal son subproductos de la industria aceitera como lo son las pastas de soya, harinolina y linaza, así como girasol, cártamo y coco. De la soya, harinolina y linaza el contenido protéico varía desde un 35% mientras que las de girasol, cártamo y coco es alrededor de un 20 a un 25%.

El contenido energético en estos subproductos varía de acuerdo a el método utilizado en la extracción del aceite de la semilla, pues en general la extracción es a base de solventes y con este sistema se remueve más cantidad de aceite que con los métodos de compresión y en consecuencia pastas con baja cantidad de aceite serán más bajas en energía. (Shimada, 1983).

#### 1.3.3.2 FUENTES DE NITROGENO NO PROTEICO (NNP).

Una sustancia que se puede usar como suplemento de proteína cruda es la urea, fuente de nitrógeno no protéico (NNP), la cual -- puede ser utilizada por las bacterias reunidas para sintetizar -- la proteína bacteriana. La urea contiene entre un 42 y un 46% de nitrógeno con lo que puede dar un equivalente hasta de un 262 a un 288% de proteína cruda; sin embargo su uso está restringido -- por su toxicidad. (Huber, 1975; Hendericky, 1976).

#### 1.3.3.3 SUBPRODUCTOS DE ORIGEN ANIMAL.

De los subproductos de origen animal se pueden utilizar como --- fuente de proteína los desperdicios de la industria del abasto, -- con un tratamiento previo de deshidratación, de aquí tenemos las harinas de sangre, de carne con y sin hueso, de pluma, de pescado y de la industria de lácteos como es la harina de suero. Estos alimentos se caracterizan por carecer completamente de fibra cruda y su alto contenido protéico que va desde 46 hasta el 85% de proteína cruda; la desventaja es su alto costo.



### I.3.4 ADITIVOS.

Este tipo de alimentos no voluminosos han tomado mucha importancia en los últimos años debido a que día a día se demuestra que su utilización en la alimentación del ganado lechero ayuda a prevenir ciertos trastornos metabólicos, así como --- promover el crecimiento y la producción láctea.

#### I.3.4.I BUFFERS (AMORTIGUADORES).

Las raciones alimenticias que se componen de una alta cantidad de concentrado y bajas proporciones de forraje, es común que se presenten disturbios metabólicos, como bajas en la producción de la grasa de la leche, hasta llegar a casos extremos que presenten acidosis láctica. Estos trastornos van generalmente acompañados de acidosis ruminal, causando cambios en la fermentación del rumen, lo que produce una disminución en la producción de ácidos grasos volátiles (AGV), elevándose la producción de ácido propiónico y disminuyendo el ácido acético, acompañado a esto un descenso en el pH ruminal el cual decae de su valor normal que es de 6.5 a 5.0 e incluso hasta 4.0 cuando está presente el problema de acidosis.

El adicionar a la ración agentes amortiguadores tales como -- bicarbonato de sodio, bicarbonato de potasio, óxido de magnesio e incluso paja seca y bentonita de sodio (aglutinante del concentrado peletizado), a las raciones altas en granos son -- prácticas comunes en la alimentación del ganado lechero. Los minerales incluyendo la bentonita y los presentes en la paja seca, van a actuar restaurando la fermentación ruminal, así -- como también el magnesio estimula la captación de ácidos grasos volátiles por la glándula mamaria provenientes de la sangre. (NRC Dairy, 1978; Church, Vol. III, 1980).

Algunos trabajos recientes demostraron que añadiendo un 1.5% de bicarbonato de sodio ajustado a una relación de 60% de concentrado y 40% de ensilado de maíz, durante las primeras ocho semanas de lactancia incrementó el consumo de materia seca. (Erdman et al, 1978; citado por Church, 1980).

También se ha reportado el uso efectivo de bicarbonato de sodio en la adaptación de vacas en los principios de las lactancias a dietas altas en concentrados. Vacas recibiendo el 0.7% del total de la ración compuesta por un 60% de ensilado de maíz, y un 40% de concentrado, consumen hasta un 60% más de materia seca significando una mayor producción para las primeras semanas después del parto. (Kilmer et al, 1979, citados por Church, 1980).

#### I.3.4.2 SABORIZANTES.

Este tipo de aditivos es muy importante tomarlos en cuenta sobre todo cuando se trata de alimentos con sabor desagradable, ya que la baja palatabilidad de los alimentos reduce el consumo de materia seca resultando en una baja producción de leche, aunque el porcentaje de grasa sea adecuado, sobre todo cuando se adicionan aditivos amortiguadores, por lo que productos como la melaza pueden conferir a los concentrados con aditivos un sabor adecuado, así como el uso de paja deslactosada sobre todo cuando esta paja está siendo proporcionada en bajas cantidades. (Church, 1979; Shimada, 1983).

### I.3.5 SUPLEMENTOS MINERALES.

Este grupo de alimentos no voluminosos, son de suma importancia ya que la mayoría de los alimentos del ganado productor de leche, principalmente forrajes son definidos en estos elementos, los más importantes calcio y fósforo, aunque lo son también en cuanto a elementos traza se refiere, por lo que es indispensable la suplementación de dichos elementos en forma de sales minerales para prevenir las posibles deficiencias que estos elementos les pudieran ocasionar exponiendo a presentes problemas productivos y reproductivos reduciendo la capacidad de los animales, lo que ocasiona pérdidas económicas importantes. Dentro de la composición de este tipo de alimentos no voluminosos tenemos los siguientes:

|          |            |         |           |
|----------|------------|---------|-----------|
| Calcio   | 23.67      | Cloro   | 21.38     |
| Sodio    | 13.87      | Fósforo | 11.98     |
| Azufre   | 01.33      | Hierro  | 00.79     |
| Magnesio | 00.20      | Cobre   | 00.01     |
| Iodo     | 000.003413 | Zinc    | 00.002274 |
| Aluminio | 00.001638  | Bromo   | 00.001439 |
| Potasio  | 00.000824  | Flúor   | 00.000679 |
| Boro     | 00.000567  | Cobalto | 00.000224 |

(Minerales Vescor, 1982).

## PARTE No. II

### 2.0 REQUERIMIENTOS NUTRITIVOS DEL GANADO LECHERO.

#### 2.1 ENERGIA Y PROTEINA.

La energía y la proteína son dos de los principales y más importantes nutrientes utilizados en la alimentación del ganado lechero. La energía comprende del 70 al 80% del total de los nutrientes requeridos y la proteína de un 10 a 15%, mientras que los minerales y vitaminas comprenden menos del 10% del total de los requerimientos.

Asimismo la energía y la proteína son los nutrientes que más escasean en las dietas del ganado lechero, debido principalmente a diferencias que existen en las especies de forrajes, estado de madurez cuando el forraje es procesado, así como el éxito en la preservación de los nutrientes cuando se efectúa la cosecha, lo cual va a afectar el contenido de energía y proteína de los forrajes, por lo que se requiere la suplementación de dichos nutrientes para satisfacer las necesidades de crecimiento, mantenimiento y reproducción de los animales. (Hillman et al, 1980)

El apetito del ganado es medido como la cantidad de materia seca consumida en porcentaje a su peso vivo e independientemente de lo que suceda en el post parto, este consumo está influenciado por una serie de factores como la palatabilidad del alimento consumido, por lo que los forrajes de mala calidad así como granos son pobremente consumidos. (Brown et al, 1977).

Cuando la ración está compuesta principalmente por alimentos secos, el consumo normal de materia seca será el 3% de su peso vivo; sin embargo cuando en la dieta se incluyan alimentos como ensilados con un contenido elevado de humedad y otros alimentos, el total del consumo de materia seca puede variar desde 2.5 hasta 3.5% del peso vivo.

Dependiendo del tipo de forraje suministrado, el concentrado no deberá de exceder de un 50% del total de la cantidad de materia seca; pero arriba del 65% puede darse con una buena cantidad de heno.

### 2.1.1 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. (Bath, 1978).

El adicionar grasa a las raciones del ganado lechero es un método que puede ser utilizado para aumentar la cantidad de energía en la ración sin alterar a niveles peligrosos la cantidad de fibras.

Palmquist y Jenkins, (citados por Church, 1980), utilizaron en concentrados de ganado lechero 10% de grasa hidrolizada sin reducir la producción de leche, la grasa o las concentraciones de proteína, el consumo ni la digestibilidad de los nutrientes. Sin embargo conteniendo un 10% de sebo resultó una reducción significativa de la producción láctea y de sus componentes; por lo que adicionar grasa no siempre dá los resul-

tados adecuados, y habrá que tomar en cuenta factores diversos para su utilización. (Church, 1979).

### 2.1.2 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 diseminada y el resultado es la formación de amoniaco 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 mayoría de la proteína que se absorbe en el intestino.

La caseína, las lactoglobulinas, la lactoalbúmina y proteínas lácteas que ocupan el 90% del total de las proteínas de la leche son sintetizadas en la glándula mamaria a partir de aminoácidos sanguíneos libres. El restante 10 - 15% viene directamente de la albúmina sanguínea de la glándula mamaria. Una vaca produciendo alrededor de 900 Kg. de leche anuales deberá sintetizar aproximadamente 280 Kg. de proteína de la leche, así como también producir 20 Kg. de proteína requerida por el feto, y tejidos adyacentes; por tanto la vaca producirá un 200% de la proteína requerida por el total de su cuerpo, (Satter, 1974).

Es sabido 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 lactancia 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 aumentada. (Edwards y Bartley, 1979; citados por Church, 1980).

## 2.2 VITAMINAS

Actualmente se sabe que las vitaminas son esenciales para 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 importante las primeras para la nutrición del ganado lechero y de los rumiantes en general.

### 2.2.1 VITAMINAS HIDROSOLUBLES

Bajo circunstancias normales, la mayoría de las vitaminas del complejo B, son hidrolizadas por los microorganismos ruminales en cantidades suficientes para satisfacer los requerimientos de los rumiantes. Estos productos son elaborados en el rumen como subproductos metabólicos, los cuales contribuyen en el organismo, estableciendo de esta manera una compleja interrelación; al mismo tiempo con la combinación de diferentes subproductos provenientes de las diversas cepas bacterianas y protozoarias ruminales representan un significativo aporte de estas sustancias capaces de satisfacer las necesidades vitamínicas del ganado lechero, para producciones normales. (Cullison, 1983).

### 2.2.2 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 diver-- sas funciones, aparte de que estas vitaminas se secretan en la - leche obligando esto a que el aporte de estas vitaminas sea ---- obligado en la dieta o bien exogeneamente.

Estas vitaminas son las A, D, 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 los forrajes;-- sin embargo pueden existir algunos factores que alteren la con-- centración de esas vitaminas como por ejemplo; un calor excesivo durante el proceso de ensilado, el almacenamiento de forraje en-- forma henificada por mucho tiempo, que pueden disminuir la can-- tidad de vitamina hasta de un 15% de su valor original, entre --- otros factores.

Por otro lado las condiciones de acidez de los alimentos como -- por ejemplo el ensilado, protegen las concentraciones de vitami-- na A y E reduciendo al mínimo las pérdidas, así como el sol in - crementa la actividad de vitamina D debido a las radiaciones de-- luz ultravioleta. (Flores Menéndez, 1983).

### 2.3 MINERALES.

Los minerales junto con las vitaminas ocupan menos del 10% de -- el total de la ración; sin embargo su importancia es vital ya --- que todos los minerales que se consideran esenciales son reque-- ridos por el animal para su crecimiento, reproducción y produ--- cción óptima.



La suplementación mineral 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.

(Riquelme E., 1982).

Para el ganado lechero lo más importante es que el suministro de minerales esté bien balanceado proporcionalmente a las necesidades del animal, las funciones de los minerales son múltiples y variadas, aunque la más importante es la de tipo estructural, de transmisión nerviosa y reproductiva.

Los bovinos productores de leche requieren de elementos minerales como el Ca, Mg, Mn, K, P, Na, Fe, Cu, Co, Zn, Cl, S y Se, -- en cantidades suficientes para mantener su estado de salud.

El requerimiento de minerales es más alto durante la lactancia -- porque todos ellos son secretados en la leche y algunos son requeridos para la secreción de la misma.

El calcio es uno de los minerales que tiene gran importancia para vacas en lactancia, se requiere aproximadamente el 0.25% de calcio de la ración total, para llenar las necesidades de mantenimiento, crecimiento y el requerimiento diario para vacas lactando es de 10 a 15 grs., más 1.5 grs. por Kg. de leche producida.

Raciones para vacas altas productoras deberá contener un mínimo de 0.7% de calcio del total de la ración.

Las vacas altas productoras utilizan el calcio de la dieta y de las reservas óseas, posteriormente el calcio es recuperado cuando la producción se estandariza, esto ocurre en un tiempo corto de dos a tres meses. (Morrison, 1963).

### 2.3.I MINERALES TRAZA.

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

### REQUERIMIENTOS NUTRITIVOS DEL GANADO LECHERO PARA LA ELABORACION DE LAS RACIONES DE LA EXPLOTACION.

CUADRO No. I

| RACION                | PESO<br>(Kg.) | M.S.<br>(Kg.) | Pc.<br>(gr.) | ED.<br>(Mcal) | Ca.<br>(gr.) | P.<br>(gr.) | Pc.<br>(Kg.) |
|-----------------------|---------------|---------------|--------------|---------------|--------------|-------------|--------------|
| Altas productoras.    | 560           | 16.5          | 1906         | 41.2          | 68.81        | 48.8        | 2.5          |
| Medianas productoras. | 570           | 16.5          | 1724         | 38.3          | 60.06        | 43          | 2.4          |
| Bajas productoras.    | 580           | 16.5          | 1140         | 29.4          | 41.6         | 31          | 2.4          |
| Vacas secas           | 600           | 11.0          | 960          | 26.4          | 36.0         | 28          | 1.6          |

(NRC., 1971)

## PARTE No. III

ESTABLECIMIENTO DEL NUMERO DE ANIMALES EN PRODUCCION

La Organización Mundial de la Salud en colaboración con la FAO, - ha establecido un consumo mínimo de 300 ml. de leche por persona al día. (I.N.N., 1980).

En base a esto calcular el número de animales en producción para satisfacer la demanda de la población (8360.4 Kg. de leche) de Tepetzotlán, Estado de México que cuenta con 27868 habitantes. El primer paso es estimar el valor genético para producción de - leche de los animales a utilizar en la explotación.

ESTIMACION DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCION DEL GANADO A EXPLOTAR, EN LACTANCIAS AJUSTADAS A 305 DIAS.

CUADRO No. 2

| No. DEL PARTO | % DE LA PRODUCCION | Kg. DE LECHE |
|---------------|--------------------|--------------|
| I             | 62                 | 2976         |
| 2             | 75                 | 3600         |
| 3             | 89                 | 4272         |
| 4             | 92                 | 4416         |
| 5             | 100                | 4800         |
|               |                    | <u>20064</u> |

(Juárez López J.; Sanchez Oyaweburu, 1984).

El segundo paso es calcular el número total de animales en la explotación para lo cual realizaremos los siguientes procedimientos:

Primero dividir la producción total por vaca (en su vida productiva) entre el número de partos tentativos a explotar; lo cual nos proporciona el valor medio de producción por lactancia ajustada a 305 días por animal.

$$20064 \div 5 = 4013 \text{ Kg. de leche (305 días).}$$

Segundo establecer el valor en Kg. de leche al día por vientre.

$$4013 \div 365 = 11 \text{ Kg. de leche al día.}$$

El tercer paso es determinar el número necesario de cabezas de ganado necesarias para producir 8360.4 Kg. de leche. Esto se determina al dividir las necesidades de leche, entre la capacidad de producción promedio por cabeza.

$8360.4 \div 11 = 760$  cabezas de ganado, el cual lo ajustamos a 780 para poder manejar el mismo número de vacas por mes y por estado fisiológico.

El cuarto paso es estimar el número de vacas en línea (vacas ordeñadas al día).

El cálculo del número total de vacas en línea se realiza de la siguiente manera:

El promedio de producción de leche al día para las vacas en ordeña es igual a los Kilogramos de leche producidos por lactancia entre el número de días en ordeña estimado (305 días).

$4013 \div 305 = 13 \text{ Kg. } \bar{x}$  de producción de leche al día.

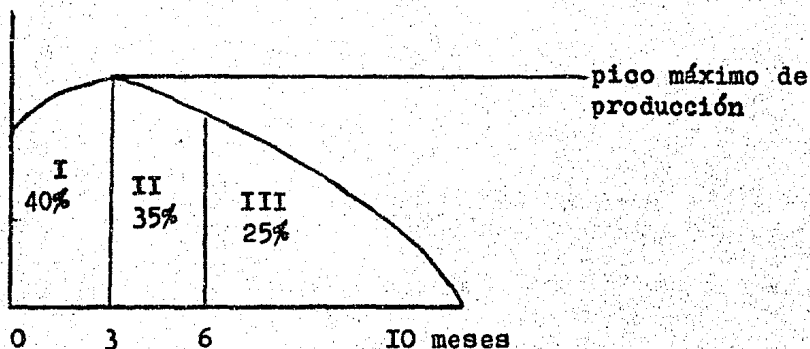
Si la cantidad de leche requerida por día es de 8360.4 Kg. de leche, el número de vacas en producción al día es igual a la cantidad de leche requerida entre el valor promedio de producción láctea.

$8360.4 \div 13.00 = 643$  animales.

El número 643 lo ajustamos a 650 para poder manejar un número --- constante de animales en la explotación en sus diferentes fases,-- el número de vacas secas se estima al restar del total de vacas -- establecidas (780) el número de vacas en producción:

$780 - 650 = 130$  animales en estado seco.

El quinto paso es dividir la curva de lactación en sus tres fases de producción y establecer el porcentaje de leche, y producción -- en cada una. (Richard F. Davis, 1983).



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

El resumen de esta información se presenta en el siguiente cuadro.

PRODUCCION DE LECHE POR VACA EN LINEA, PARA CADA FASE DE LACTACION Y PARA CADA PARTO.

CUADRO No. 3

| PARTO | FASE | $\bar{x}$ DE LECHE AL DIA<br>(Kg.) |
|-------|------|------------------------------------|
| 1     | I    | 13.00                              |
|       | 2    | 11.38                              |
|       | 3    | 6.09                               |
| 2     | I    | 15.73                              |
|       | 2    | 13.77                              |
|       | 3    | 7.37                               |
| 3     | I    | 18.67                              |
|       | 2    | 16.34                              |
|       | 3    | 8.75                               |
| 4     | I    | 19.30                              |
|       | 2    | 16.89                              |
|       | 3    | 9.04                               |
| 5     | I    | 20.98                              |
|       | 2    | 18.36                              |
|       | 3    | 9.83                               |

Una vez establecida la media de producción de leche, debemos - calcular el número total de vacas por fase de lactancia y para cada parto, este calculo se obtiene al multipticar la produ--- ción requerida por el porcentaje estimado para cada fase --- dividiendolo entre el 100% de las necesidades diarias, nos da- la leche requerida por fase de lactancia; luego dividiendo el- resultado obtenido entre el promedio de producción para cada - fase como se observa a continuación:

A)  $8360.4 = 100\%$  de la necesidad diaria.

B) Las fases producen:

I = 40% del total de la leche por día  
 fase II = 35% del total de la leche por día  
 III = 25% del total de la leche por día

C) Leche por fase:

I =  $8360.4 \times 40 \div 100 = 3344.16$   
 fase II =  $8360.4 \times 35 \div 100 = 2926.14$   
 III =  $8360.4 \times 25 \div 100 = 2090.10$

T O T A L 8360.4 Kg. de leche reque-  
 rida al día.

D) Vacas por fase:

I =  $3344.16 \div 17.83 = 188$  ajustado a 195 vacas  
 fase II =  $2926.14 \div 15.604 = 188$  ajustado a 195 vacas  
 III =  $2090.10 \div 8.024 = 260$  ----- 260 vacas

T O T A L 650 vacas en  
 producción.

ESQUEMA DE LA ORGANIZACION DE LA EXPLOTACION LACTEA

CUADRO No. 5

| PARTO | F A S E S |    |    |     |    |    |     |    |    |    | EDO. SECO            |                 |
|-------|-----------|----|----|-----|----|----|-----|----|----|----|----------------------|-----------------|
|       | I         |    |    | II  |    |    | III |    |    |    |                      |                 |
| 1     | I3        | I3 | I3 | I3  | I3 | I3 | I3  | I3 | I3 | I3 | I3                   | I3 = 156        |
| 2     | I3        | I3 | I3 | I3  | I3 | I3 | I3  | I3 | I3 | I3 | I3                   | I3 = 156        |
| 3     | I3        | I3 | I3 | I3  | I3 | I3 | I3  | I3 | I3 | I3 | I3                   | I3 = 156        |
| 4     | I3        | I3 | I3 | I3  | I3 | I3 | I3  | I3 | I3 | I3 | I3                   | I3 = 156        |
| 5     | I3        | I3 | I3 | I3  | I3 | I3 | I3  | I3 | I3 | I3 | I3                   | I3 = 156        |
|       | 65        | 65 | 65 | 65  | 65 | 65 | 65  | 65 | 65 | 65 | <u>65 + 65 = 780</u> |                 |
|       | 195       |    |    | 195 |    |    | 260 |    |    |    | +                    | 650 + 130 = 780 |

Por lo tanto:

+ 650 vacas en producción  
 + 130 vacas en estado seco  


---

 780 vacas en total.

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

También se puede observar que la vida productiva para las vacas la estimamos en cinco partos.



PARTE No. IVCOMO ESTABLECER LOS REQUERIMIENTOS NUTRITIVOS DE LOS ANIMALES EN LA EXPLOTACION.

Para poder establecer las necesidades nutritivas del ganado, se tiene que establecer el peso promedio para los animales y estimar la producción diaria de los mismos, de esta forma en el siguiente cuadro observamos los pesos calculados para los animales en la explotación en cada una de sus fases.

PESOS DE LOS ANIMALES EN LA EXPLOTACION POR PARTO Y FASE DE LACTACION.

CUADRO No. 6

| No. DE PARTO | I FASE  | II FASE | III FASE |
|--------------|---------|---------|----------|
| I            | 500 Kg. | 520 Kg. | 550 Kg.  |
| II           | 550 Kg. | 560 Kg. | 570 Kg.  |
| III          | 570 Kg. | 580 Kg. | 600 Kg.  |
| IV           | 600 Kg. | 600 Kg. | 600 Kg.  |
| V            | 600 Kg. | 600 Kg. | 600 Kg.  |

(Dairy Production Guide., 1982).

RACIONES UTILIZADAS DENTRO DE LA EXPLOTACION DE ACUERDO AL NIVEL DE PRODUCCION.

CUADRO No. 7

| RACION                   | $\bar{x}$ DE PRO-<br>DUCCION (Kg). | PESO<br>(Kg). | % DE GRASA | M.S.<br>(Kg) |
|--------------------------|------------------------------------|---------------|------------|--------------|
| ALTAS PRO-<br>DUCTORAS.  | 17.6 6 +                           | 550           | 3.5        | 16.5         |
| MEDIANAS<br>PRODUCTORAS. | 15.4                               | 580           | 3.5        | 16.5         |
| BAJAS PRODUC-<br>TORAS.  | 8.0 6 -                            | 600           | 3.5        | 16.5         |
| VACAS SECAS.             | _____                              | 600           | _____      | 11.0         |

(NRC., 1971).

PARTE V

ALIMENTOS DISPONIBLES PARA LA FORMULACION DE LAS RACIONES  
DEL GANADO EN EXPLOTACION

En el siguiente cuadro se puede observar los ingredientes disponibles de la zona, que se pueden utilizar en la elaboración de raciones para el ganado.

COMPOSICION DE LOS INGREDIENTES DISPONIBLES EN LA  
ZONA

CUADRO No. 8

| INGREDIENTE      | M.S.<br>(Kg.) | Pc.<br>(g) | ED<br>(Mcal) | Ca.<br>(g) | Pc.<br>(g) | P<br>(g) | COSTO<br>(B.H) | COSTO<br>(B.S) |
|------------------|---------------|------------|--------------|------------|------------|----------|----------------|----------------|
| Ensilado de maíz | 0.4           | 81         | 3.01         | 2.8        | 2.6        | 2.1      | 5.20           | 13             |
| Melaza           | 0.75          | 30         | 3.20         | 11.9       | 0          | 1.1      | 7.60           | 10.13          |
| Pasta de Coco    | 0.9           | 231        | 3.20         | 2.3        | 130        | 6.6      | 49.80          | 55.33          |
| Sorgo Molido     | 0.9           | 90         | 3.40         | 0.5        | 22         | 3.5      | 35.30          | 39.22          |
| Heno de Alfalfa  | 0.88          | 180        | 2.73         | 21.2       | 280        | 2.3      | 25.40          | 28.86          |

(I.N.I.P., 1976).

FORMULACION DE RACIONES A MINIMO COSTO PARA EL GANADO EN EXPLORACION.

La formulación de raciones para ganado resulta fácil cuando no es preciso tomar en consideración el precio de la fórmula final; sin embargo, si la ración se debe balancear con una combinación de ingredientes cuyo costo total sea el más bajo posible, la fórmula resultante se denomina "Ración de costo mínimo" y es muy difícil-determinarla manualmente. Si empleamos limitaciones de ingredientes y requerimientos de nutrientes iguales, las fórmulas o 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.

En este caso, el beneficio de las computadoras reside en que hacen posible las determinaciones 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. Se sabe que los ingredientes individuales de los alimentos no siempre funcionan como procesos lineales cuando se mezclan con otros ingredientes, además, muchas funciones biológicas son de naturaleza curvilínea en lugar de rectilínea. Las fórmulas de costo mínimo se pueden expresar con los -- porcentajes de cada ingrediente seleccionado como unidades de peso (sistema métrico decimal ó como sistema Inglés). Es evidente -- que la fórmula obtenida sólo servirá bajo el conjunto de especificaciones de restricciones y precios incluidos para los alimentos. Las restricciones son limitaciones especificadas ya sea mímo, máximo o igualdad (bajo este programa se trabaja - ó + ) sobre nutrientes y/o alimentos. A medida que se modifican los costos de

los alimentos y/o las restricciones que pesan sobre una ración,-- cambia también la fórmula de costo mínimo. La cantidad de alimentos escogidos para ración de costo mínimo es igual o menor número de restricciones que entran en la formulación de dicha ración-- por ejemplo, si las únicas restricciones específicas son de energía 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. Si en alguna circunstancia -- existiera un alimento cuya fuente de energía y proteína fuera la de costo mínimo la computadora solo escogería este alimento, es -- decir la ración solo estaría constituida por un solo alimento. -- Por otra parte, si se toman restricciones sobre energía y proteína, calcio, fósforo, fibra, vitamina A, etc., la máquina podría -- seleccionar hasta siete alimentos.

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 (precio de oportunidad).

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

Finalmente la máquina indica la cantidad excedida (positiva o negativa) para aquellos nutrientes que se vean involucrados. 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 o máximas o ambas se --- utilizan en lugar de las igualdades.



## RACION A MINIMO COSTO

37

Ingrediente (5) = 5.9I Heno de Alfalfa  
Superior = 4.12  
Inferior = 8.87

Ingrediente (I) = 4.00 Ensilado de Maíz  
Superior = 14.62  
Inferior = libre

Ingrediente (2) = 3.00 Melaza  
Superior = 11.34  
Inferior = libre

Ingrediente (3) = 3.59 Pasta de Coco  
Superior = 10.65  
Inferior = 26.47

COSTO MINIMO = 451.67 \$

## ANALISIS DE SENSITIVIDAD

- 1.- Costo del Nutriente (5) Heno de Alfalfa = -6.16  
Superior = 18.95  
Inferior = 15.45
- 2.- Costo del Nutriente (I) Ensilado de Maíz = 14.70  
Superior = 6.72  
Inferior = 1.84
- 3.- Costo del Nutriente (3) Pasta de Coco = -14.63  
Superior = 4.00  
Inferior = 4.15
- 4.- Costo del Nutriente (2) Melaza = -11.34  
Superior = 3.00  
Inferior = 2.05

## Excedentes

- 1.- Excedente (3) Energía Digestible = 8.06
- 2.- Excedente (4) Calcio = 114.59
- 3.- Excedente (6) Fibra Cruda = 0.66
- 4.- Excedente (2) Proteína Cruda = 401.24

COSTO REDUCIDO (4) = -2.97

CUADRO No. 10

RACION A MINIMO COSTO PARA VAGAS MEDIANAS PRODUCTORAS, DE  
15.4 Kg. DE LECHE.

| NUTRIENTE       | ING. | ENSILADO | MELAZA | PASTA DE | SORGO  | HENO DE | APORTES | REQUE-          |
|-----------------|------|----------|--------|----------|--------|---------|---------|-----------------|
|                 |      | DE MAIZ  |        | COCO     | MOLIDO | ALFALFA |         | RIMIE-<br>NTOS. |
| M.S<br>x<br>Kg. | B.H  | 0.4      | 0.75   | 0.9      | 0.9    | 0.88    |         | 16.5            |
|                 | B.S  | -I       | -I     | -I       | -I     | -I      |         | IV              |
| Pc g/Kg.        |      | -81      | -30    | -231     | -90    | -180    |         | 1725            |
| ED Mcal/Kg.     |      | -3.01    | -3.2   | -3.2     | -3.4   | -2.73   |         | IV -38.3        |
| Ca g/Kg.        |      | -2.8     | -11.9  | -2.3     | -0.5   | -21.2   |         | IV -60          |
| P g/Kg.         |      | -2.1     | -1.1   | -6.6     | -3.5   | -2.3    |         | IV -43          |
| Fe Kg.          |      | -0.26    | 0      | -0.13    | -0.022 | -0.28   |         | IV -2.5         |
|                 |      | 0        | I      | 0        | 0      | 0       |         | IV 3            |
|                 |      | I        | 0      | 0        | 0      | 0       |         | IV 4            |
| \$<br>COSTO     | B.H  | 5.2      | 7.6    | 49.8     | 35.3   | 25.4    |         | IV 0            |
|                 | B.S  | -13      | -10.13 | -55.33   | -39.28 | -28.86  |         | IV              |



RACION A MINIMO COSTO EN BASE SECA

1.- Ingrediente (5) Heno de Alfalfa = 7.30 Kg.

Superior = 4.12

Inferior = 8.87

2.- Ingrediente (2) Melaza = 3.00 Kg.

Superior = 11.34

Inferior = libre

3.- Ingrediente (1) Ensilado de Maíz = 4.00 Kg.

Superior = 14.63

Inferior = libre

4.- Ingrediente (3) Pasta de Coco = 2.20 Kg.

Superior = 10.65

Inferior = 26.47

COSTO MINIMO = \$ 414.73

ANALISIS DE SENSITIVIDAD

1.- Costo del Nutriente (5) Fósforo = -6.16

Superior = 24.95

Inferior = 9.45

2.- Costo del Nutriente (1) Materia Seca = -14.70

Superior = 4.11

Inferior = 2.42

3.- Costo del Nutriente (8) Ensilado de Maíz = -14.63

Superior = 4.00

Inferior = 5.29

4.- Costo del Nutriente (7) Melaza = -11.34

Superior = 3.00

Inferior = 3.70



RACION A MINIMO COSTO EN BASE SECA

1.- Ingrediente (5) Heno de Alfalfa = 9.50 Kg.

Superior = 10.36

Inferior = 15.86

2.- Ingrediente (2) Melaza = 3.00 Kg.

Superior = 18.73

Inferior = libre

3.- Ingrediente (1) Ensilado de Maíz = 4.00 Kg.

Superior = 15.86

Inferior = libre

COSTO MINIMO = \$ 356.56

ANALISIS DE SENSITIVIDAD

1.- Costo del Nutriente Materia Seca = -28.86 Kg.

Superior = libre

Inferior = I.II

2.- Costo del Nutriente Ensilado de Maíz = 15.86 Kg.

Superior = 4.00

Inferior = 9.50

3.- Costo del Nutriente Melaza = -18.73 Kg.

Superior = 3.00

Inferior = 2.13

Excedentes

1.- Excedente Energía Digestible = 18.18 Mcal.

2.- Excedente Fibra Cruda = 1.23 Kg.

3.- Excedente Proteína Cruda = 984 g.

4.- Excedente Fósforo = 2.55

5.- Excedente Calcio

COSTO DE OPORTUNIDAD

1.- Ingrediente Sorgo = -10.36

2.- Ingrediente Pasta de Coco = -26.47



RACION A MINIMO COSTO EN BASE SECA

I.- Ingrediente (5) Heno de Alfalfa = 2.35 Kg.

Superior = 4.12

Inferior = 8.87

2.- Ingrediente (2) Melaza = 3 Kg.

Superior = 11.34

Inferior = libre

3.- Ingrediente (1) Ensilado de Maíz = 4.00 Kg.

Superior = 14.63

Inferior = libre

4.- Ingrediente (3) Pasta de Coco = 1.65 Kg.

Superior = 10.65

Inferior = 26.47

COSTO MINIMO = \$ 241.84

ANALISIS DE SENSITIVIDAD

I.- Costo del Nutriente Ensilado de Maíz = 14.63

Excedentes

I.- Excedente Energía Digestible = 10.37

2.- Excedente Calcio = 146.7 g.

3.- Excedente Fibra Cruda = 0.90 Kg.

4.- Excedente Proteína Cruda = 512.08

COSTO DE OPORTUNIDAD

I.- Ingrediente Sorgo = \$ 2.97

PARTE No. VIIALIMENTACION DEL GANADO LECHERO

## Sistemas de alimentación.

El sistema de alimentación comprende los recursos en tierras para la producción de piensos, el programa de alimentación, el área o las áreas de almacenaje de piensos y el método de alimentación. El objetivo básico de la administración del sistema de alimentación es utilizar los recursos disponibles para proporcionar a cada vaca una ración nutricionalmente balanceada lo más económica y eficiente posible. Los lecheros tienen muchas alternativas al decir como usar los recursos en bienes raíces para cultivar y almacenar forrajes y concentrados. Muchos lecheros que dan ensilaje también dan heno, pero generalmente en cantidades limitadas. Algunos utilizan también pasto durante ciertas estaciones. La elección de un programa de alimentación depende en gran medida de el tipo y la calidad de piensos disponibles (cultivados en la granja o existentes en el comercio), mientras que la elección del método de alimentación depende en gran parte del tipo de distribución de las instalaciones.

En los establos ordinarios (pesebres de pies derechos o encadenados), la elección de un método de alimentación es algo limitada, porque todos los piensos suelen darse en el mismo pesebre.

Típicamente, los forrajes se dan de dos a cuatro veces por día y los concentrados se dan individualmente dos veces por día.

Las áreas para almacenar heno suelen estar situadas en lo alto o en un área adyacente al establo. Los silos están generalmente junto al establo y conectados a él. Los depósitos o áreas para almacenar concentrados se encuentran generalmente cercas del establo.

El transporte de los piensos de las áreas de almacenaje al pesebre se efectúa en gran medida manualmente. Esta labor es lenta y puede ser costosa, aunque permita la alimentación individual de las vacas según el nivel de producción.

Sin embargo, en las instalaciones (establo libre suelto y corral) existen muchos programas y métodos de alimentación alternativos. La mayor parte de las instalaciones están bien adaptadas a la alimentación mecanizada y, en algunas, a la autoalimentación de parte de la ración.

#### Alimento de heno, ensilaje y concentrado en áreas separadas

La principal ventaja de este sistema es que ofrece la posibilidad de utilizar y suministrar una variedad de piensos a las vacas. Se ha informado que el suministro de heno, especialmente con raciones principalmente de ensilaje de maíz, es útil para evitar ciertos trastornos metabólicos. Asimismo, hay un menor riesgo de deficiencias de micronutrientes si se da más de un forraje. Además, muchas de las instalaciones existentes han sido diseñadas y equipadas para manejar esos tres materiales alimenticios. Algunas de las limitaciones más importantes de este sistema son: 1) Ingestión inadecuada de concentrados para vacas de alta producción, 2) Uso ineficiente de la mano de obra en las operaciones de alimentación y 3) Altos costos de construcción y equipamiento.

Las vacas pueden consumir concentrados secos al ritmo de 226 a 271 g/min. y concentrados en bolos (pellets) al ritmo de 407 a 453 g/min. Las vacas de alta producción pueden necesitar 11 Kg. o más de pienso concentrado diariamente para satisfacer sus requerimientos de nutrientes. La eficiencia de la sala de ordeño hace que ha menudo la vaca pase 5 a 10 min. por ordeño en ella; este tiempo es inadecua-



cuado para que algunas vacas consuman pienso concentrado deficiente, lo que hace que no se alcance uno de los objetivos del sistema de alimentación. Por esta razón, muchos sistemas existentes han sido sustituidos por alimentación en grupo de parte del concentrado en otra área o por el uso de alimentadores magnéticos para vacas de alta producción.

#### Forraje único más concentrado

Heno como único forraje más concentrados en la instalación de ordeño es un método generalizado de alimentar a las vacas lecheras en las regiones del pacífico y sudoccidental de Estados Unidos. En estas regiones el heno es de alta calidad y las condiciones climáticas son tales que se necesitan pocas o ningunas instalaciones para almacenaje de heno. Puede mecanizarse en gran medida la alimentación reduciendo el heno en cubos o pastillas. Muchos lecheros de otras partes de Estados Unidos suministran ensilaje de maíz o una combinación de éste y pasto secado o ensilajes de leguminosas o henificados, todo lo cual puede ser transportado a un área por el mismo equipo de alimentación. Es también mayor el riesgo de trastornos metabólicos y deficiencias de micronutrientes, si se dan algunos forrajes únicos, tales como ensilaje de maíz o forrajes cultivados en tierras deficientes de nutrientes. Para obtener buenos resultados se requiere un análisis preciso de los forrajes y un balanceado de nutrientes con concentrados.

#### Suministro de parte de concentrados con el forraje

Con este sistema se mezclan cantidades mínimas de concentrado con el ensilaje, se esparce sobre la parte superior de éste, y se suministra al grupo. La principal razón para dar de esta manera parte del concentrado al grupo, es aliviar el problema de ingestión inadecuada de piensos concentrados en la sala de ordeño. La cantidad y el tipo dependen del contenido de nutrientes del forra-

je y del tipo de concentrado dado en la sala de ordeño. La principal ventaja del sistema es que puede aliviar el problema de ingestión inadecuada de concentrados para vacas de alta producción. Sus principales limitaciones son que se requiere más mano de obra o equipo o ambos, y en muchos casos es difícil alimentar a las vacas con la precisión deseada.

#### Uso de alimentadores magnéticos o electrónicos

En este sistema, uno o varios alimentadores activados magnéticamente se sitúan en el área de descanso o de alimentación. El alimentador suministra grano a una caja de pienso cuando es activado por un electroimán adherido a la cadena del cuello de las vacas de alta producción. Esto ofrece a las vacas de alta producción libre acceso al pienso concentrado, además del que reciben en la sala de ordeño. Los electroimanes suelen colocarse a las vacas al parir permaneciendo en ellas hasta que disminuye su producción a un nivel en el que sus requerimientos de nutrientes pueden ser satisfechos por la alimentación que se les da en la sala de ordeño, y luego se quitan los electroimanes. Este sistema tiene la ventaja de proporcionar a las vacas muy productivas concentrados adicionales con poca mano de obra extra y sin necesidad de agrupar a las vacas o desplazarlas de un grupo a otro. Las limitaciones del sistema son el posible consumo excesivo de grano con la consiguiente reducción en la prueba de grasa y problemas de inapetencia por algunas vacas al colocárseles por primera vez los electroimanes.

#### Raciones completas o mezcladas

Las raciones completas para el ganado lechero son mezcladas de piensos formuladas para satisfacer los requerimientos de nutrientes de las vacas que son alimentadas, los cuales los mezclan y

consumen ad libitum como un solo pienso. Si se formulan apropiadamente las raciones y se mezclan perfectamente, este sistema ofrece varias ventajas, algunas de las cuales son las siguientes:

1. Cada bocado de pienso contiene el mismo balance de nutrientes;-- este evita el consumo selectivo de varios piensos por vacas --- individuales, que podría originar un problema de ración no balanceada tal como depresión de la grasa de la leche si la ingestión de fibra fuera inadecuada, depresión de la ingestión de -- energía si se consumiera demasiada fibra, etc.
2. Se elimina la alimentación en 2 ó 3 áreas separadas, reduciendo así los costos de construcción y equipamiento y mejorando la -- eficiencia de la mano de obra.
3. El sabor de piensos menos apetitosos, pero altamente nutritivos puede ser enmascarado mezclándolo con piensos más apetitosos.
4. Pueden hacerse cambios importantes en los piensos, para aprovechar las ventajas de las fluctuaciones en los precios, con me-- nos riesgo de inducir problemas de inapetencia.
5. En pruebas de investigación y en rebaños lecheros se ha demos-- trado que las raciones completas formuladas apropiadamente mantienen altos niveles de producción.

El sistema tiene también limitaciones. Algunas de ellas son las --- siguientes:

1. Es necesario un aparato mezclador capaz de medir con precisión -- los componentes de la ración y mezclarlos perfectamente, lo que crea un gasto adicional.
2. Las vacas secas deben ser separadas de las vacas lactantes, pa-- ra evitar condicionamiento excesivo durante el período seco.

3. Los henos largos o enbalados deben ser picados para poder ser mezclados con otros ingredientes de la ración.

Este sistema de alimentación es más adaptable a rebaños numerosos cuyos principales forrajes son ensilajes, henificados o henos picados, en cubos o pastillas, y con una disposición conveniente de los establos para agrupar las vacas como mínimo en 3 o 4 grupos de producción más un grupo de vacas secas, de suerte que puedan formularse varias raciones completas para satisfacer con mayor precisión las necesidades de nutrientes del grupo.

ESPECIFICACIONES DE NUTRIENTES DE RACIONES COMPLETAS PARA VACAS

LECHERAS.

CUADRO No. 13

| Especificaciones               | NIVELES DE PRODUCCION |         |             |           |
|--------------------------------|-----------------------|---------|-------------|-----------|
|                                | Alto                  | Medio   | Bajo        | Vaca Seca |
| Producción (Kg)                | más de 27             | 18 - 26 | menos de 18 | —         |
| Ingestión de materia seca (Kg) | 20.8                  | 18      | 15          | 6.7       |
| Proteína bruta (%de MS)        | 16                    | 15      | 14          | 8.5       |
| Fibra bruta (%de MS)           | 16 -18                | 19 - 21 | 22 -24      | 30-34     |
| Calcio (%de MS)                | 0.7                   | 0.6     | 0.5         | 0.4       |
| Fósforo (%de MS)               | 0.5                   | 0.45    | 0.4         | 0.3       |
| Magnesio (%de MS)              | 0.3                   | 0.3     | 0.2         | 0.2       |
| Azufre (%de MS)                | 0.3                   | 0.3     | 0.2         | 0.2       |
| Sal (%de MS)                   | 0.5                   | 0.4     | 0.3         | 0.25      |

(W.R. Murley, Feeding Guidelines for Dairy Cattle, V.P.I. & S.U. Ext. Pub. 630, 1974).

En resumen podemos decir que un buen sistema de alimentación para el ganado lechero es aquel que utiliza los recursos disponibles -- para proporcionar a cada vaca una ración que satisfaga sus requerimientos de nutrientes para producción máxima, y de buen sabor, -- económica y fomentadora de un buen estado de salud. Es deseable -- también un alto grado de eficiencia de la mano de obra. No existe un programa esencial o mejor para todos los lecheros. Muchos piensos, combinaciones de piensos, programas de alimentación y métodos de alimentación son muy aceptables.

Claves para elaborar un programa práctico de alimentación:

1. Ingestión máxima de forraje de alta calidad, porque los forrajes son generalmente la fuente más económica de nutrientes para el ganado lechero. La calidad asegura alta ingestión y alta utilización.
2. Análisis preciso de los forrajes, que hace posible una mayor -- precisión en balancear una ración.
3. Una ración balanceada, que contiene todos los nutrientes necesarios y en la proporción correcta.
4. Evitar el exceso de alimentación y el exceso de condicionamiento de las vacas viejas y secas.

(William M. Etgen; Paul M. Reaves, 1985).

EN BASE A LOS DATOS OBTENIDOS DE LAS FORMULAS A EMPLEAR PARA EL GANADO EN PRODUCCION Y ESTADO SECO, RESUMIMOS EL SIGUIENTE CUADRO PARA DARNOS UNA IDEA DE LAS NECESIDADES DIARIAS, SEMANALES, MENSUALES Y ANUALES.

CUADRO No. 14

| FASE      | HENO DE ALFALFA  | MELAZA          | ENSILADO DE MAIZ | PASTA DE COCO    | TOTAL     | Kg.  |
|-----------|------------------|-----------------|------------------|------------------|-----------|------|
|           | 1152.45          | 585.0           | 780.0            | 700.05           | 3217.5    | día  |
| ALTAS     | 8067.15          | 4095.0          | 5460.0           | 4900.35          | 22522.5   | sem. |
| PRODUCTO- | 35149.725        | 17842.5         | 23790.0          | 21351.525        | 98133.75  | mes  |
| RAS.      | 420644.25        | 213525.0        | 284700.0         | 255518.25        | 1174387.5 | año  |
|           | 1423.5           | 585.0           | 780.0            | 429.0            | 3217.5    | día  |
| MEDIANAS  | 9964.5           | 4095.0          | 5460.0           | 3003.0           | 22522.5   | sem. |
| PRODUCTO- | 43416.75         | 17842.5         | 23790.0          | 13084.5          | 98133.75  | mes  |
| RAS.      | 519577.5         | 213525.0        | 284700.0         | 156585.0         | 1174387.5 | año  |
|           | 2470.0           | 780.0           | 1040.0           |                  | 4290.0    | día  |
| BAJAS     | 17290.0          | 5460.0          | 7280.0           |                  | 30030.0   | sem. |
| PRODUCTO- | 75335.0          | 23790.0         | 31720.0          |                  | 130845.0  | mes  |
| RAS.      | 901550.0         | 284700.0        | 379600.0         |                  | 1565850.0 | año  |
|           | 305.5            | 390.0           | 520.0            | 214.5            | 1430.0    | día  |
| VACAS     | 2138.5           | 2730.0          | 3640.0           | 1501.5           | 10010.0   | sem. |
| SECAS     | 9317.75          | 11895.0         | 15860.0          | 6542.25          | 43615.0   | mes  |
|           | 111507.5         | 142350.0        | 189800.0         | 78292.5          | 521950.0  | año  |
|           |                  |                 |                  |                  | 4904542.5 | Kg.  |
| T O T A L | 2159310.0<br>Kg. | 944190.0<br>Kg. | 1258920.0<br>Kg. | 542122.42<br>Kg. | 4904542.5 | Kg.  |

## IV) COMENTARIOS

Tomando como referencia los capítulos expuestos con anterioridad, consideramos que el número total de animales en la explotación -- (780) es un número ideal desde el punto de vista matemático, ya -- que si nosotros pudiéramos manejar nuestra explotación en la forma tan precisa como hemos expuesto, podremos optimizar los recursos existentes dentro del Municipio. Sin embargo, reconocemos que esto es imposible llevarlo a la práctica ya que muchos factores del medio ambiente como son: clima, alimentación, manejo y -- otros influyen significativamente en el comportamiento de los -- animales.

El sistema de alimentación que nosotros proponemos incluye una -- modificación de animales de acuerdo a la fase de lactación y no -- de acuerdo al nivel de producción, lo cual puede traer problemas prácticos, ya que algunos animales pueden estar abajo ó arriba de los aportes nutritivos ofrecidos. Sin embargo este planteamiento -- facilita el movimiento y la utilización de los recursos.

Asimismo consideramos conveniente establecer que el sistema de -- alimentación que proponemos debiera ofrecer raciones integradas -- con un mínimo de tres veces al día (no se dará concentrado en la sala de ordeño), ya que este sistema de alimentación optimiza, -- alimento y mano de obra en la sala de ordeño.

## V) BIBLIOGRAFIA.

- Anderson, 1975. Cube Versus Baled Alfalfa for Dairy Cows. J. ---  
Dawy 58:72.
- Arista E., Baños C., 1984. Manual de formulación de raciones --  
para ganado, Centro nacional de investigaciones Hidroponicas, --  
A. C.
- Bath, Dickenson, Tucker, Appleman, 1978, Dairy Cattle: principa-  
les problemas y ganancias, 2a. edition, ed. Lea & Feiger, USA.
- Bath, D.L., 1978. Maximizing incence above feed cost a computeri  
zed dairy ration programs 75 sp/3008, division of agric. scien--  
ces, univ. of Calif., USA.
- Brown, G.A, P.F. Chandler and J. B. Helter, 1977, Development---  
of predictive equation for milk yield and dry matter intake in--  
lactating cows. J . Dairy sci. 60:1739.
- Gullison F. 1983. Compendio de alimentación de animales Ia. edi  
ción, Edi. Diana, México.
- Church D.C., 1980. Digestive Phsicology and Nutrition of ru-----  
miants, Vol. III, Practical Nutrition, 2a. Edition, Editorial --  
O & B, USA.
- Church D. G., 1979. Livestock Feeds and Feeding, 4th edition, --  
editorial O & B, USA.
- De Alba J. 197I. Alimentación del ganado en America Latina 3a. -  
Edición. Ed. Prensa Médica Mexicana, México.
- Ergen Williams, M. Roaves Paul. Ganado lechero Alimentación y --  
administración. Ed. Limusa, Ia Edición 1985.



- Flores Menéndez J. A., Bromatología animal 3a. Edición 1983. Ed. Limusa, México.
- Heady, 1980; Wragg et al, 1968; y De Boer et al, 1963.
- Haber J.T., 1975 Quantitative aspects of nitrogen utilization -- in practical dairy rations, J. Animal. sci. 4I:954.
- Henderick C., 1976. Aspectos Cuantitativos del uso del NNP en -- la alimentación de los rumiantes, Revista Cubana de Ciencias --- Agrícolas, 10:19, Cuba.
- Juarez López J. y Sanchez Oyaweburu, México, D.F., 1984.
- Morrison F. B. 1963. Compendio de alimentación del ganado 8va. - Edición, Ed. Uthea, México.
- N.R.C., 1971. Requerimientos nutritivos del ganado, México.
- N.R.C., Dairy, 1978. Nitrients Requeriments of dairy cattle, -- USDA, USA.
- Riquelme E. 1982. Alimentación práctica de vaquillas, vacas se-- oss, vacas en producción, manual sobre ganado productor de leche 1a Edición, Ed. Diana, México.
- Satter L.D. and L.L. Slyter, 1974. Efect of ammonia concentra--- tion on vumen microbial protein, in vitro, Br. J. Nutrient, --- 32:198.
- Shimada A., 1983. Fundamentos de nutrición animal comparativa,-- 1a. Edición, Ed. I.N.I.P., México.
- Vescor, 1982. Minerales, Voletin informativo, minerales para gana do bovino.
- W.R. Murley, Feeding guidelines for Dairy Cattle, V.P.I., 1974.