

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

PROCESOS DE ELABORACION DE CONCENTRADOS PARA  
GANADO LECHERO COMO UNA ESTRATEGIA DE REDUCCION DE COSTOS  
EN LA FINCA EL PORVENIR, TAXISCO, SANTA ROSA  
TESIS DE GRADO

**LENNIE EDGARDO ESTRADA GUERRA**  
CARNET 54871-95

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, ENERO DE 2016  
CAMPUS CENTRAL

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

PROCESOS DE ELABORACION DE CONCENTRADOS PARA  
GANADO LECHERO COMO UNA ESTRATEGIA DE REDUCCION DE COSTOS  
EN LA FINCA EL PORVENIR, TAXISCO, SANTA ROSA  
TESIS DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE  
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR  
**LENNIE EDGARDO ESTRADA GUERRA**

PREVIO A CONFERÍRSELE  
EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, ENERO DE 2016  
CAMPUS CENTRAL

## **AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**

RECTOR:	P. EDUARDO VALDES BARRIA, S. J.
VICERRECTORA ACADÉMICA:	DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN:	DR. CARLOS RAFAEL CABARRÚS PELLECCER, S. J.
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA:	P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO:	LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS
SECRETARIA GENERAL:	LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

## **AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS**

DECANO:	DR. ADOLFO OTTONIEL MONTERROSO RIVAS
VICEDECANA:	LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ
SECRETARIA:	ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES
DIRECTOR DE CARRERA:	MGTR. JULIO ROBERTO GARCÍA MORÁN

## **NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**

ING. MIGUEL EDUARDO GARCÍA TURNIL

## **TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN**

MGTR. MANFREDO RANIER CORADO ESQUIVEL

ING. LUIS FELIPE CALDERÓN BRAN

ING. LUIS ROBERTO AGUIRRE RUANO

Guatemala 28 de Octubre 2006

**Honorable Consejo**  
**Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas**  
**Campus Central**  
**Presente**

Distinguidos miembros del Consejo:

Por este medio hago constar que he procedido a revisar el informe final de tesis del estudiante Lennie Edgardo Estrada Guerra, carné 54871-95, dentro del Programa Extraordinario de Graduación, titulado **"PROCESO DE FORMULACION Y ELABORACION DE CONCENTRADOS PARA EL GANADO LECHERO COMO UNA ESTRATEGIA DE REDUCCION DE COSTOS EN LA FINCA "EL PORVENIR", TAXISCO, SANTA ROSA"**, el cual considero que cumple los requisitos establecidos por la Facultad para ser aprobado, por lo cual solicito sea revisada por la terna que designe el Honorable Consejo de la Facultad, previo a su autorización de impresión.

Atentamente:



**Ing. Agr. MSc. Miguel Eduardo García Turnil**  
**Colegiado No. 829**  
**Asesor**



Universidad  
Rafael Landívar

Tradición Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
No. 061-2006

### Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante LENNIE EDGARDO ESTRADA GUERRA, Carnet 54871-95 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS, del Campus Central, que consta en el Acta No. 061-2006 de fecha 5 de octubre de 2006, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

PROCESOS DE ELABORACION DE CONCENTRADOS PARA  
GANADO LECHERO COMO UNA ESTRATEGIA DE REDUCCION DE COSTOS  
EN LA FINCA EL PORVENIR, TAXISCO, SANTA ROSA

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 11 días del mes de enero del año 2016.

  
ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES, SECRETARIA  
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
Universidad Rafael Landívar



## RESUMEN

La Finca El Porvenir es una empresa dedicada a la explotación lechera que durante los últimos años experimento un aumentos de costos, en especial en los concentrados; mismos que son esenciales para una producción lechera. Este aumento motivo a la gerencia a buscar formas de ahorro para mitigar este ascenso a través de fabricar sus propios concentrados.

El presente trabajo busca describir el proceso que llevo a elección de una formulación de concentrado así como su implementación dentro el programa nutritivo utilizando en finca, haciendo énfasis no solo en el concentrado si no que también en las actividades que dentro de la finca se llevan para que la relación entre el concentrado y el impacto dentro de la finca pueda ser apreciada.

La metodología se baso en la recopilación, ordenamiento y análisis de la información recabada en la Finca El Porvenir, utilizando la entrevista personal como principal método de recopilación de información.

La gerencia de la Finca El Porvenir realizo un análisis FODA que sirvo como marco de referencia a las acciones a tomar, concentrándose primeramente en las debilidades. Finalizado este análisis coincidió que la estrategia de elaborar concentrados proveía medidas para reducir el impacto de las debilidades.

Al concluir el análisis se encontró que la fabricación de concertados en finca si es factible, pero depende de la calidad de los ingredientes utilizados, la disponibilidad de los ingredientes, el tamaño del hato y el impacto que tenga la reducción de coste en términos de reinversión de lo ahorrado, es decir que el monto aproximado de Q 13,000.00 que es el ahorro anual corresponde a mas del valor de adquirir una nueva cabeza productiva de leche con potencial de producción de 1,600 litros de leche, sin necesidad a recurrir a fuentes externas de inversión y su consecuente impacto en el flujo de caja.

**FORMULATION AND PREPARATION OF NUTRITIONAL CONCENTRATES  
AS A STRATEGY TO REDUCE COSTS IN “EL PORVENIR” DAIRY FARM,  
TAXISCO SANTA ROSA**

**SUMMARY**

El Porvenir is a dairy farm that faced increased costs in their daily operations. One of the most important input costs are the dairy cattle feeding by nutritional concentrates. The present document seeks to systematize the experience gathered in the process of on site formulation and manufacturing of the concentrates. The management board of the dairy farm evaluated three different concentrate formulas to achieve cost reduction. The present document describes the selection process and criteria of a concentrate formula and implementation within a nutritional program in support of the dairy farm operations. The methodology was based on compilation, classification and analysis of information gained by interviewing methods. The management board conducted a SWOT analysis as a starting framework for the planning of actions, focusing primarily on the weaknesses discovered. The work concluded determining the dependability issues for the feasibility for the on site formulation and manufacturing are the availability and quality of the ingredients used, the size of the heard and the extent of the savings achieved in terms of reinvestment. The approximate amount of savings are Q13,000.00, which is more than the acquisition cost of a diary cow with a yearly production potential of 1,600 liters of milk.

## INDICE

<b>1</b>	<b>Introducción</b> .....	1
<b>2</b>	<b>Revisión de Literatura</b> .....	3
2.1	<b>Demanda</b> .....	3
2.2	<b>Producción</b> .....	3
2.3	<b>Consumo</b> .....	3
2.4	<b>Importaciones</b> .....	3
2.5	<b>Preferencia</b> .....	4
2.6	<b>La leche</b> .....	4
2.6.1	<b>La leche como alimento</b> .....	5
2.6.2	<b>Composición de la leche</b> .....	5
2.7	<b>Química de la Leche</b> .....	6
2.7.1	<b>Agua</b> .....	6
2.7.2	<b>Carbohidratos</b> .....	6
2.7.3	<b>Proteína</b> .....	7
2.7.5	<b>Vitaminas</b> .....	10
2.7.6	<b>Minerales</b> .....	11
2.7.7	<b>Variaciones en la composición de la leche</b> .....	11
2.8	<b>Propiedades Físicas de la Leche</b> .....	12
2.8.1	<b>Color</b> .....	12
2.8.2	<b>Densidad</b> .....	13
2.8.3	<b>Punto de Congelamiento</b> .....	13
2.8.4	<b>pH</b> .....	13
2.9	<b>Exigencias Nutricionales del Ganado Lechero</b> .....	13
2.9.3	<b>Carbohidratos</b> .....	15
2.9.4	<b>Fibra</b> .....	15
2.9.5	<b>Lípidos</b> .....	16
2.9.6	<b>Proteína</b> .....	17
2.9.6.1	<b>Nutrientes que tiene Nitrógeno</b> .....	18
2.9.6.2	<b>Nitrógeno no Proteico</b> .....	18
2.9.7	<b>Vitaminas</b> .....	18
2.9.8	<b>Minerales</b> .....	19
2.9.9	<b>Microminerales</b> .....	26
2.9.9.1	<b>Cobalto</b> .....	26
2.9.9.2	<b>Cobre</b> .....	27
2.9.9.3	<b>Yodo</b> .....	28
2.9.9.4	<b>Hierro</b> .....	28
2.9.9.5	<b>Manganeso</b> .....	29
2.9.9.6	<b>Molibdeno</b> .....	29
2.9.9.7	<b>Selenio</b> .....	29
2.9.9.8	<b>Zinc</b> .....	30
2.11	<b>Forrajes</b> .....	32
2.14	<b>Concentrados</b> .....	37
2.16	<b>Relación Forraje Concentrado</b> .....	37



2.15	Relación Forraje a Granos .....	38
3	Objetivos .....	40
3.1	General .....	40
3.2	Específicos .....	40
4	Metodología .....	41
4.1	Definición del eje de sistematización.....	41
4.2	Identificación de actores involucrados.....	41
4.3	Recopilar y ordenar información disponible.....	41
4.4	Organizar un programa de entrevistas.....	42
4.5	Ordenar y organizar la información de las entrevistas.....	42
4.6	Redacción del informe final de sistematización.....	42
5.	Resultados y Discusión .....	43
5.1	Situación Inicial .....	43
5.1.1	Antecedentes generales de la Finca el Porvenir .....	43
5.1.2	Ubicación .....	43
5.1.3	Establecimiento de la finca lechera.....	44
5.1.4	Características de producción .....	45
5.1.4.1	Hato lechero .....	45
5.1.4.2	Manejo reproductivo .....	46
5.1.4.3	Manejo de recién nacidas Ciclo de manejo .....	46
5.1.6.1	Consumo Diario .....	50
5.1.6.2	Características Importantes de los Concentrados .....	50
5.1.6.4	Bromatología .....	51
5.1.6.5	Manejo de los Concentrados .....	52
5.1.6.6	Disponibilidad del concentrado .....	53
5.1.6.7	Impacto del la Variación de Precio de los Concentrados .....	53
5.1.7	Producción de leche .....	54
5.1.8	Periodo de lactancia .....	54
5.1.9.1	Manejo de la Producción de Leche .....	55
5.1.10	Costos y Rentabilidad del proceso productivo lechero .....	56
5.1.11	Análisis FODA en la Etapa Inicial .....	58
5.2	Etapa de Intervención .....	61
5.2.1	Fase 1. Búsqueda de la formulación .....	61
5.2.3	Criterios que debe llenar la formulación .....	62
5.2.4	Búsqueda de Formulas .....	62
5.2.5	Formulas Propuestas .....	63
5.2.6	Fase 2. Obtención de los Ingredientes .....	65
5.2.8	Fase 3. Evaluación .....	67
5.2.9	Resultado de las Formulas .....	68
5.3	Situación Final .....	69
5.3.1	Situación actual de la Finca el Porvenir .....	69
5.3.2	Características de producción .....	70
5.3.2.1	Hato lechero .....	70
5.3.2.2	Manejo Reproductivo .....	71
5.3.2.3	Manejo de recién nacidas .....	71
5.3.3.	Disponibilidad de Alimento .....	71

5.3.4	Consumo Diario de Concentrado .....	72
5.3.4.1	Concentrados utilizados .....	72
5.3.5	Producción de leche .....	73
5.3.6	Periodo de lactancia .....	74
5.3.7	Precios de la leche .....	74
5.3.8	Costos y Rentabilidad del proceso productivo lechero .....	74
5.4	LECCIONES APRENDIDAS .....	76
6	CONCLUSIONES .....	77
6.1	RECOMENDACIONES .....	78
7	BIBLIOGRAFIA .....	79

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Carbohidratos en la Leche.....	6
Cuadro 2 Proteínas en la Leche.....	7
Cuadro 3 Funciones de las Proteínas.....	8
Cuadro 4 Porcentaje de Lípidos de la Leche.....	10
Cuadro 5 Composición Mineral de la Leche.....	11
Cuadro 6 Variación de la Leche conforme la Raza.....	12
Cuadro 7 Aporte de Energía.....	14
Cuadro 8 Monto Inversión Inicial Finca el Porvenir.....	45
Cuadro 9 Razas de Ganado Lechero en la Etapa Inicial.....	46
Cuadro 10 Composición del Concentrado Cría Vaquina.....	51
Cuadro 11 Composición del Concentrado Lecharina.....	51
Cuadro 12 Valor del Concentrado y su Flete.....	51
Cuadro 13 Composición del Aditivo Multimineral.....	52
Cuadro 14 Producción Anual de Leche en Litros Etapa Inicial.....	54
Cuadro 15 Tabla de Bonificación sobre Precio.....	55
Cuadro 16 Precio Promedio por Litro de Leche.....	55
Cuadro 17 Flujo de Caja en La Etapa Inicial.....	56
Cuadro 18 Costos Variables de la Producción Lechera en la Etapa Inicial.....	57
Cuadro 19 Costos Fijos de la Producción Lechera en la Etapa Inicial.....	57
Cuadro 20 Flujo de Caja en La Etapa Final.....	74
Cuadro 21 Costos de Producción en la Etapa Final.....	75

## INDICE DE GRAFICAS

Grafica 1. Composición Química y Componentes de los Alimentos.....	32
Grafica 2. Efecto de la Calidad del Forraje sobre el Consumo de Alimento.....	33
Grafica 3. Rendimiento del Forraje.....	37
Grafica 4. Efectos de la Madurez de las Plantas Forrajeras.....	48
Grafica 5. Relación entre la Fibra y la Energía en la Dieta de Concentrado.....	49
Grafica 6. Efecto de la Alimentación con Concentrado en la Producción.....	50
Grafica 7. Producción Diaria de Leche .....	73

## **1 Introducción**

La industria lechera de Guatemala ocupa un lugar importante en la economía nacional. Se estima que la producción diaria de leche oscila entre los 500,000 a 700,000 litros que representan una fuente importante de ingresos.

Sin embargo la demanda nacional no ha sido satisfecha. Se estima que la demanda total diaria asciende a 1,200,000. Según el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación las importaciones de leche en polvo en el año 2004 tuvieron un valor de \$ 76.4 millones que representa 37 millones de kilos de leche en polvo.

La importación de leche obedece a dos factores: Cambio de hábitos de consumo y apertura comercial. La sustitución de la leche fresca por la leche en polvo sucede por las normas de inocuidad y mayor durabilidad de la leche en polvo.

La situación anterior propicia el acuerdo gubernativo 147-2002; que es influenciado no solo por la calidad si no por creciente tendencia internacional hacia una apertura en el comercio que exige calidad. Sin embargo en comparación con el con industrias lácteas en el extranjero los productores Guatemaltecos se encuentran en desventaja ya que en Europa y Estados Unidos existen subsidios para la producción lechera y en Guatemala la única protección con que cuenta la industria es un arancel del 15%.

Desde la aprobación del acuerdo gubernativo 147-2002 se implementan legalmente medidas de calidad de la leche. Lo que pretende esta norma es controlar la calidad de leche y sus derivados con el objetivo de garantizar la calidad y el derecho a escoger la procedencia y tipo de los productos lácteos, así como preservar la salud de los consumidores.

El artículo 5 del anterior decreto contempla la autorización por seis años para utilizar leche rehidratada, esto como una medida que permita realizar estructuraciones en las empresas lecheras. Medida que refleja la necesidad de innovación, reestructuración, optimización y por ende la reducción de costos de la industria lechera para poder ser competitivos.

Dada la importancia económica que representa la compra de concentrados en la estructura de costos, en la finca “El porvenir”, ubicada en el municipio de Taxisco, departamento de Santa Rosa, se consideró la posibilidad de reducir los costos por este rubro a través de fabricar en la misma finca el concentrado para el ganado. Fue así como se inició una serie de ensayos destinados a encontrar la formulación óptima de concentrado, que permitiera mantener o elevar los niveles de producción de leche y que representara una reducción en los costos de alimentación del ganado.

La metodología pretende ser una herramienta para cubrir tres aspectos básicos: 1). Reconstruir o recuperar la memoria de la experiencia de la elaboración de concentrado de la finca “El porvenir”, 2) Realizar un análisis crítico de la experiencia y 3). Finalmente extraer todos los significados y lecciones aprendidas en la elaboración de concentrado para ganado lechero

A lo largo del proceso de búsqueda de la formulación óptima se originó una serie de experiencias y lecciones aprendidas, las cuales son de gran valor por los conocimientos que se pueden extraer, a través de un análisis lógico y ordenado y su sistematización. Con esto se espera generar un documento que sirva de referencia a fincas ganaderas que actualmente están en la búsqueda de elaborar sus propios concentrados, o que estén interesadas en realizar un proceso similar.

## **2 Revisión de Literatura**

### **2.1 Demanda**

Se considera que la demanda de leche fluida en Guatemala alcanza la cifra de 1,5 millones de litros diarios. De esta cantidad Guatemala solo puede suplir el 40% y el resto es importado.

### **2.2 Producción**

La capacidad productiva de leche fresca en Guatemala es de aproximadamente 600,000 litros diarios. Actualmente no se disponen de registro confiables de la producción diaria o mensual de los hatos lecheros nacionales.

Las principales zonas productoras de leche fresca en Guatemala son: sur oriente (37% del total), nor oriente (19%) y la zona central (16%)

Del total de la producción de los hatos lecheros un poco mas del 20% de la producción reúne las condiciones de calidad para ser aceptada por plantas procesadoras.

### **2.3 Consumo**

En comparación con los otros países de Centro América, Guatemala posee uno de los menores consumos de leche fluida. El consumo per. capita asciende a 42 kg de equivalente de leche fluida, muy por debajo del promedio regional que alcanza 74 kg. Aun peor es la perspectiva del consumo de leche desde el punto de vista nutricional, que de acuerdo a recomendaciones de del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá debería rondar los 58 kg.

### **2.4 Importaciones**

Guatemala es el mayor importador de leche a nivel centroamericano. En el periodo 1996-1998 las importaciones aumentaron un 20.6% (como resultado de la adhesión de Guatemala a la OMC y el Acuerdo de la ronda de Uruguay se realizaron concesiones sin limites para la importación de leche en polvo).

Los principales países de origen de las importaciones son Nueva Zelanda, Reino Unido y Costa Rica, mismos que proveen el 50% de todas la importaciones. Costa Rica es el mayor proveedor de leche fluida con una participación del 87% de las importaciones en Guatemala.

La gran participación Costarricense se debe a mayor inversión y capacidad instalada tanto de producción como de procesamiento.

## **2.5 Preferencia**

La concentración de la población alrededor de los centros urbanos ha hecho que los hábitos de compra de leche tradicionales cambien de tal manera que las cadenas de distribución logran llevar sus productos hasta el consumidor final de una manera más eficiente. Esto conlleva también mayor variedad y por tal razón la calidad se ha convertido en un factor determinante para la realización de compra.

El hecho de tener acceso a productos del exterior con características de salubridad y calidad ha posicionado en la mente de los consumidores que la leche importada (en polvo o fresca) es de mayor calidad que la nacional.

## **2.6 La leche.**

La leche es un líquido muy complejo producido solamente por las hembras mamíferas. El principal propósito de la leche es el de proveer de nutrientes y de protección a los animales lactantes, hasta que sean capaces de consumir alimentos sólidos. En el caso de los rumiantes, esto incluye el desarrollo de la capacidad de fermentación del rumen. Esto ocurre generalmente a los 2 1/2-3 meses de edad (Wattiaux, 1999)

La leche se encuentra constituida por más de 100.000 diferentes moléculas y cada una posee un papel diferente al proveer de nutrientes (energía, proteína, grasa, minerales y vitaminas) o protección inmune. La leche es producida por la madre solamente cuando el joven mamífero nace y durante tiempo suficiente a continuación, para asegurar la nutrición del lactante. (Alais, 1983)

En el caso de la vaca, la producción de leche comienza como respuesta al primer parto, se incrementa rápidamente a un pico cerca de las 8 semanas luego del parto y luego declina lentamente. Cuando un ternero succiona naturalmente y no existe intervención humana, una vaca continúa dando leche a bajos niveles por más de 18 meses.

A pesar de ello, el productor lechero busca maximizar la producción de leche manteniendo la vaca cerca de su pico de producción durante todo lo que se pueda en su vida. Esto significa que la meta del productor es la de asegurar que las repetidas preñeces y el parto se continúen entre sí lo más cerca posible, y que la producción de leche se detenga (secado) solamente por el tiempo suficiente para asegurar que el tejido mamario se encuentre listo para asumir la máxima producción tan pronto como el próximo parto se presente.



### **2.6.1 La leche como alimento**

El balance de nutrientes que se encuentra en la leche es mezclado especialmente para alcanzar las necesidades de la descendencia lactante, que debe de crecer rápidamente así como mantener sus funciones vitales.

Esta mezcla de nutrientes en la leche de la vaca no corresponde necesariamente a las necesidades de un humano adulto. Aún así, la leche es un alimento esencial muy bueno para lactantes y gente joven. Como alimento para animales adultos, incluyendo los humanos adultos, el contenido de grasa en la leche es alto relacionado con los requerimientos de la dieta.

Una vez que la leche ha dejado la vaca, un adecuado manejo es extremadamente importante. Los nutrientes en la leche pueden también servir como un buen medio para el desarrollo de bacterias de descomposición. Si se encuentran presentes en la leche, las bacterias pueden comenzar a crecer casi en forma instantánea. Es por lo tanto importante proteger la leche contra la contaminación y manejarla con un equipo limpio, a temperaturas correctas, si se quiere mantener su valor como alimento humano.

### **2.6.2 Composición de la leche**

La leche es una combinación de diferentes suspensiones de materia en agua.

Contiene:

- Suspensiones coloidales de pequeñas partículas sólidas de caseína (micelas).
- Una emulsión de glóbulos de grasa de la leche y de vitaminas liposolubles que se mantienen en suspensión.
- Una solución de lactosa, proteínas solubles en agua, sales minerales y otras sustancias.

Las micelas de caseína y los glóbulos de grasa le otorgan a la leche la mayoría de las características físicas (estructura y color) que se ven en los productos lácteos. La composición de la leche varía considerablemente con la raza de la vaca, estado de lactancia, alimentación y época del año.

Aún así, algunas de las relaciones entre los constituyentes son muy estables y pueden ser utilizadas para indicar si se ha realizado algún tipo de adulteración en la composición de la leche. La leche es un producto extremadamente perecedero y las temperaturas extremas, acidez (pH) o degradación por microorganismos que pueden cambiar sus características rápidamente. (Alais, 1999)

## 2.7 Química de la Leche

### 2.7.1 Agua

La leche es aproximadamente 90% agua. La cantidad de agua en la leche se determina principalmente de acuerdo a cuanta lactosa se encuentra presente. El agua que va en la leche es transportada a la glándula mamaria por la corriente circulatoria, proviniendo principalmente de la dieta y en un grado mucho menor de la combustión de energía del cuerpo. (Wattiaux,1999)

La producción de leche es afectada rápidamente por una disminución de agua y cae el mismo día que el suministro de agua es limitado o no disponible. Esta es una de las razones por las que la vaca debe de tener libre acceso a una fuente de agua abundante todo el tiempo.

### 2.7.2 Carbohidratos

El principal hidrato de carbono en la leche es la lactosa, la concentración en la que Excede a los otros "menores" carbohidratos.

Cuadro 1. Carbohidratos en la leche

Hidrato de Carbono	mg/100 ml
Lactosa	500
Glucosa	14
Galactosa	12
Myoinositol	5
N-acetilglucosamina	11
Acido N-acetilneuraminico	4
Oligosacaridos	0-10

La lactosa es un disacárido constituido por una molécula de galactosa y una molécula de glucosa. Por lo tanto, posee dos veces el valor calórico (contenido de energía) por molécula comparado con la glucosa. Esto significa que por unidad de presión osmótica, la lactosa puede poseer el doble de energía para el ternero al compararse con la glucosa.

A pesar de que es un "azúcar", la lactosa no se percibe por el sabor dulce. En el procesamiento de los productos lácteos, es la base para la fermentación de productos tales como el yogurt. Otros carbohidratos se encuentran en una cantidad muy pequeña comparados con la lactosa. La glucosa y galactosa se encuentran presentes debido a que son los precursores de la lactosa y algunas veces los excesos se vierten a la leche.(Bath,1987)

La lactosa constituye el 52% del total de sólidos en la leche y un 70% de los sólidos en el suero. La lactosa no se encuentra generalmente en productos naturales que no sean lácteos y en los animales se produce solamente en la glándula mamaria.

Su principal función en la naturaleza es la de proveer de energía al ternero lactante. La concentración de lactosa es cerca de 5% (4.8%-5.3%) en la leche entera. Cuando la lactosa se produce en las células secretorias, el agua es arrastrada dentro del alvéolo del tejido mamario para mantener una presión osmótica constante de los materiales en solución.(Alais,1983)

### 2.7.3 Proteína

El nitrógeno se encuentra en la leche de dos maneras, como proteína y como nitrógeno no proteico. Las proteínas constituyen entre 3.0 y 4.0% del peso total de la leche, o 30-40 gramos por litro.

El porcentaje varía con la raza de la vaca y en proporción con la cantidad de grasa en la leche. Existe una estrecha relación entre la cantidad de grasa y la de proteína; cuanto mayor cantidad de grasa existe, habrá mayor cantidad de proteína.

Cada una de las proteínas posee diferentes variaciones, cuya distribución es característica de la raza de la vaca. El comportamiento de las diferentes proteínas de la leche cuando son calentadas, sometidas a diferente pH y concentraciones de sal, provee las características de los quesos, productos de leche fermentada y diferentes formas de leche (condensada, en polvo, etc.).

Cuadro 2. Proteínas en la leche

Proteínas sericas	19%
$\alpha$ - Caseína	45%
$\beta$ - Caseína	24%
$\kappa$ - Caseína	12%

Las proteínas se clasifican dentro de dos grandes grupos: caseína y proteínas séricas.

La caseína constituye el 80% de la proteína de la leche. La caseína se libera de las células secretorias dentro de la leche como "micelas" que son complejos o grupos de varias moléculas de caseína unidas entre sí por fosfato de calcio u otras sales.(Wattiaux,1999)

En el ternero recién nacido, los ácidos de estómago y la enzima renín (chymosin) precipitan la caseína permitiendo una digestión eficiente de la proteína por medio de enzimas proteolíticas.

Las caseínas son ricas en aminoácidos esenciales (aquellos aminoácidos que el cuerpo no puede sintetizar) y contribuyen los mismos a la formación de proteína del recién nacido en crecimiento. El hecho de que las micelas de caseína se unan al calcio y otros minerales ayuda a que el ternero recién nacido obtenga suficiente calcio y fósforo para el crecimiento de sus huesos.

Las proteínas séricas se encuentran en solución en la fracción acuosa de la leche, a diferencia de la caseína que se encuentra suspendidas en micelia. Las proteínas séricas incluyen aquellas específicas para la leche y aquellas que se encuentran también en el suero.

Las proteínas séricas generalmente se encuentran más afectadas por el calor y menos afectadas por los cambios de acidez que las caseínas. A medida que la leche se calienta, las proteínas séricas tienden a adherirse a las micelas de caseína.

Cuadro 3. Función de las Proteínas

Proteína	Función	mg/litro
$\alpha$ -lactalbumina	Síntesis lactosa	700
$\beta$ -lactoglobulina	Síntesis lactosa	3000
Albumina	Medio de almacenamiento	300
Inmunoglobina	Protección inmune	600
Lactoferrina	Transporte de Hierro	18
Ceruloplasmina	Transporte de Cobre	Trazas
Prolactina	Hormona reguladora	Variable
Enzimas	Variable	Variable

Las enzimas presentes en la leche desempeñan un gran número de funciones. Con el tiempo las lipasas y proteasas pueden atacar la grasa y proteínas de la leche en sí y ser responsables por la pérdida de sabor y el cambio de las características a medida que estas sustancias se degradan. Una de las funciones de la pasteurización es la de inactivar estas enzimas. La actividad constante de una enzima, la fosfatasa alcalina, se utiliza para indicar una pasteurización inadecuada.

El nitrógeno no-proteico es responsable por solo el 6% del nitrógeno de la leche. Comprende aminoácidos, urea y otras sustancias nitrogenadas no-proteicas, sustancias que típicamente se encuentran en la sangre.

#### 2.7.4 Grasa

Los lípidos forman entre el 3,5 a 5,25 % de la leche, variando entre razas de bovinos y de acuerdo a la nutrición. La grasa se encuentra presente en la leche como pequeños glóbulos en suspensión en el agua; el tamaño de los glóbulos es también una característica de la raza (típicamente es tres milímetros o 1000 por mililitro).

A medida que la lactancia progresa, el tamaño de los glóbulos de grasa tiende a decrecer. Cada glóbulo se encuentra rodeado por una capa de fosfolípidos, que tienden a impedir se unan entre sí repeliendo a los otros glóbulos y atrayendo agua. Siempre que esta estructura se mantenga intacta, la grasa de la leche permanece como una emulsión.

La mayor parte de la grasa de la leche se encuentra en forma de triglicéridos, formados por la unión de glicerol y ácidos grasos. Las proporciones de ácidos grasos de diferente longitud determinan el punto de fusión de la grasa y pueden variar con la alimentación que la vaca esta recibiendo.

La grasa de la leche contiene predominantemente ácidos grasos de cadena corta (cadenas de menos de ocho átomos de carbono) unidos por un ácido acético derivado de la fermentación del rumen. Este es un rasgo único de la grasa de la leche comparado con otras clases de grasas animales y vegetales.

La leche contiene una cantidad menor de ácidos grasos de cadena media (10-14 carbonos). Estos incluyen algunos como butírico y caprílico, que son los responsables el sabor de la leche. Los triglicéridos con cadenas de ácidos grasos de menos de 14 carbonos son líquidos a temperatura ambiente.

Los ácidos grasos de cadena larga de la leche son principalmente insaturados (deficientes de hidrógeno), siendo el oleico el predominante (cadena de 18 carbonos), y los polinsaturados el linoleico y linolénico.

Los dos últimos ácidos grasos son componentes importantes de la leche ya que el cuerpo no puede sintetizarlos y deben de provenir de la dieta. Las grasas monoinsaturadas son deficientes en un solo átomo de hidrógeno, causando la doble unión de dos átomos de carbono en la cadena del ácido graso; los ácidos grasos polinsaturados son deficientes en más de un átomo de carbono y por lo tanto poseen más de una doble ligadura. Los ácidos grasos insaturados son líquidos a temperatura ambiente.

Un porcentaje muy pequeño (menos del 2%) de la grasa se encuentra en la forma de ácido graso saturado, como el ácido palmítico (cadena de 16 carbonos).

Cuadro 4. Porcentaje de Lípidos de la Leche

Lípido	Porcentaje
Triglicérido	97
Di glicérido	0.3-0.5
Monoglicérido	0.02-0.04
Fosfolípidos	1
Esteroles, carotenoides, etc.	0.3-0.8

Los fosfolípidos son triglicéridos en los que uno de los grupos de ácidos grasos ha sido reemplazado por un fosfato y un grupo orgánico. Uno de los fosfolípidos de la leche más importantes es la lecitina.

La grasa es una fuente de energía importante para el ternero lactante. En mamíferos con una alta demanda de energía como los mamíferos marinos, el contenido de grasa debe de ser mucho mayor que el de la leche de vaca, en algunos casos es hasta el 50% de la leche. La fracción grasa de la leche sirve como transportador de las vitaminas liposolubles, colesterol y otras sustancias liposolubles como los carotenoides (provitamina A) que le otorgan a la grasa de la leche su color cremoso amarillento.

### 2.7.5 Vitaminas

Las vitaminas liposolubles A, D, E, y K, son transportadas en la leche. Las vitaminas A y D son las más importantes para el ternero recién nacido. En el caso de la vitamina A, la vitamina en sí misma, como su precursores los carotenos, se encuentran presentes en la leche.

Los animales no pueden sintetizar esta vitamina y son dependientes del consumo en la dieta. La vitamina D<sub>2</sub> llega a la leche de las plantas que la vaca consume mientras que la vitamina D<sub>3</sub> es producida en la piel bajo la irradiación solar. La vitamina D es importante para el ternero para movilizar el calcio y el fósforo necesario para el crecimiento de los huesos.

Las vitaminas solubles en agua se encuentran presentes en la fracción sérica de la leche. La mayoría de las vitaminas del complejo B se encuentran presentes, especialmente la riboflavina (vitamina B<sub>2</sub>). Estas vitaminas se producen en el rumen y luego son transferidas de la sangre a la leche. La leche es una fuente importante de vitamina C, que el ternero lactante no puede obtener de otras fuentes. La vitamina C se degrada rápidamente en la leche almacenada para consumo humano.

### 2.7.6 Minerales

Si el agua de la leche es removida del suero y el residuo incinerado a cenizas, los principales elementos que podremos encontrar son cloro, potasio, calcio, fosfatos, sulfato de sodio y magnesio. Por lo tanto la leche es una fuente importante de estos minerales para el ternero; el ternero posee altas demandas nutricionales, especialmente de calcio y fósforo, ya que su esqueleto crece muy rápidamente. Además, muchos otros elementos se encuentran presentes.

En la mayoría de los casos, con la excepción del sodio, las concentraciones en la leche son mucho mayores que en la sangre. El citrato en particular se encuentra en altas concentraciones en la leche y se cree que es importante para la estabilidad de las micelas de caseína.

Cuadro 5. Composición Mineral de la Leche

Elemento en forma de sal	mg/100 ml	En la sangre
Calcio	125	10
Magnesio	12	10
Sodio	58	0.14
Potasio	138	5
Cloro	103	3
Fósforo	96	10
Citrato	175	100
Sulfato	30	
Otros	< 0.1	

### 2.7.7 Variaciones en la composición de la leche

La composición de la leche puede variar considerablemente dentro de un rango normal. Algunos factores que afectan la composición de la leche son:

- Raza
- Alimentación
- Estado de lactancia
- Época del año
- Enfermedades

La siguiente tabla otorga una indicación de como la raza de la vaca puede afectar la composición de la leche en g/ml. Note que la proporción de grasa/proteína es virtualmente constante y que la concentración general de lactosa no varía substancialmente. Una caída substancial en la concentración de lactosa (o en el total de sólidos) podría despertar las sospechas de que se ha agregado agua a la leche luego del ordeño.

Cuadro 6. Variación de la leche conforme la Raza

Raza	Grasa	Proteína	Lactosa	Ceniza	Sólidos Totales
Holstein	3.54	3.29	4.68	0.72	12.16
Ayrshire	3.95	3.48	4.60	0.72	12.77
Guernsey	4.72	3.75	4.71	0.76	14.04
Jersey	5.00	3.98	4.83	0.77	14.42
Pardo Suizo	3.99	3.64	4.94	0.74	13.08

Ciertos tipos de alimentos pueden agregar sabor a la leche. Ejemplos son nabo, col, y pobre almacenamiento en silo. Algunas pasturas naturales (como cebolla salvaje) pueden afectar también la leche. El alimento conduce a la presencia de algunos ácidos grasos en la leche que otorgan diferente sabor y pueden también afectar las propiedades físicas de las grasas. Un silo de alta humedad puede, por ejemplo, incrementar el contenido de ácido graso butírico y los triglicéridos relacionados con el mismo.

Como se mencionara anteriormente, a medida que progresa la lactancia, el tamaño de las glóbulos grasos decrece. En hatos donde los partos se presentan a lo largo del año, las diferencias tienden a compensarse, pero donde se practica el servicio estacional, pueden existir diferencias en las propiedades de la leche de una época del año a otra. En casos extremos, esto puede afectar el comportamiento de la leche durante su procesamiento.

## 2.8 Propiedades Físicas de la Leche

### 2.8.1 Color

¿Que hace que la leche sea blanca? Las micelas de caseína reflejan luz, lo que otorga el color blanco de la leche. Los carotenos de la grasa poseen diferentes grados de pigmento amarillo lo que le otorga a la crema su color amarillento característico. Esto varía con la raza de la vaca y con la alimentación. Si las micelas de caseína son destruidas uniendo calcio con citrato, la leche se transforma en un líquido transparente amarillento.



### **2.8.2 Densidad**

Muchos factores afectan la densidad de la muestra de leche. La densidad de la leche entera depende del contenido de grasa y proteína. El agua posee una densidad de 1 gr/ml, pero la densidad de la grasa es menor que la del agua y la de los sólidos no grasos es mayor que la del agua. Una muestra a 4°C con 3% de grasa podría tener una densidad de 1,0295 gr/ml mientras que la leche con un contenido de 4,5% posee una densidad de 1,0277 gr/ml. El mantener la leche a diferentes temperaturas puede afectar la medición de la densidad. A medida que la leche se calienta, su estructura globular cambia y la densidad decrece.

Otra medida utilizada para determinar la densidad de la leche es la gravedad específica. Esto es simplemente el grado de peso de una unidad de volumen de leche comparada (dividida por) con el peso del mismo volumen de agua a la misma temperatura.

### **2.8.3 Punto de Congelamiento**

El punto de congelamiento de la leche se encuentra afectado por los sólidos disueltos. La sustancia disuelta que posee el mayor efecto en el punto de congelamiento es la lactosa, que se encuentra presente en cantidad más abundante. Debido a los líquidos disueltos, la leche se congela cerca de medio grado menos que el agua (ej., -0,525°C). Menores variaciones en este valor pueden ser utilizadas para evaluar el contenido acuoso de la leche.

### **2.8.4 pH**

La leche normal posee un pH de 6.6 a 6.8. En la leche fresca no hay ácido láctico, pero este ácido se produce cuando la lactosa de la leche se fermenta con el paso del tiempo. Cuando el pH cae a 4.7 a temperatura ambiente, las proteínas se coagularán. Esto ocurre a pH alto y a alta temperatura.

## **2.9 Exigencias Nutricionales del Ganado Lechero**

Todos los seres vivos están sujetos a procesos metabólicos que aprovechan sustancias para que la vida sea sustentable. El conocimiento de estas sustancias y el papel que juegan en el organismo del animal se convierten en una base fundamental de parámetros de las necesidades esenciales de los seres vivos.

Estas necesidades básicas deben ser llenadas o de otra manera el funcionamiento adecuado del organismo es imposible.

### 2.9.1 El Agua

El agua es el medio donde ocurren las reacciones básicas que controlan la vida siendo muchas veces olvidado pero de gran importancia ya que un ternero recién nacido esta constituido en un 74 % de agua. En animales adultos alcanza el 59 %. (Fraser 1993)

No podemos decir que el agua tiene una única función dentro del cuerpo ya esta presente en muchos procesos y algunos de los más importantes son:

- Transportar otros nutrientes.
- Regular temperatura corporal.
- Componente de reacciones químicas.
- Mantener la forma de las células del cuerpo.

La ingestión de alimentos se ve reducida si los animales no poseen acceso libre al agua. Dentro de las variaciones en la cantidad proporcionada de agua cabe mencionar que cuando se administra forrajes succulentos el consumo de agua es menor mientras que en época de verano se ha estimado que su consumo puede hasta triplicarse. En esencia los animales deben de disponer de agua a su antojo.

### 2.9.2 Energía

En la dieta de animales, requiere la energía como una fuente de combustible para mantener las funciones vitales del cuerpo (mantenimiento), crecimiento, producción (por ejemplo la lactancia y la reproducción).

Hay varias unidades de medida. La caloría es una unidad común. Una caloría es la cantidad de energía requerida para aumentar la temperatura de un gramo de agua de 14.5°C a 15.5°C. Una kilocaloría (Kcal) es equivalente a 1.000 calorías.

La cantidad de energía en los nutrientes presentados en el Cuadro 1 es la energía cruda, la energía obtenida por la combustión completa del nutriente. Sin embargo, ningún sistema fisiológico puede acercarse a 100% de eficiencia. En el cuerpo, la combustión de un nutriente resulta en cantidades menores de energía.

Cuadro 7. Aporte de Energía

	<u>Energía ( Kcal/ g)</u>	
	<u>CRUDO</u> <u>Total</u>	<u>NETO</u> <u>Disponible</u>
Lípidos	9.2	9.2
Carbohidratos	4.1	4.1
Proteínas	5.1	4.1

Hay que recordar que ningún sistema fisiológico puede acercarse al 100 % de eficiencia en la absorción y procesamiento de nutrientes y por ende de energía lo cual constituye una buena razón para los complementos nutricionales. ( Bergeron 1993)

### **2.9.3 Carbohidratos**

Los carbohidratos son la fuente principal de energía en las dietas de las vacas lecheras. Entre el 50 al 80 % de la materia seca en los forrajes y de los granos como el maíz son carbohidratos.

Existen tres clases principales de carbohidratos en los alimentos:

- Azúcares sencillos como la glucosa y fructosa
- Carbohidratos de almacenamiento como el almidón.
- Carbohidratos fibrosos.

Los azúcares sencillos son el producto inicial de la fotosíntesis de las plantas. Se encuentran en la pared de las plantas y son la base para carbohidratos más complejos. Dentro de las características más importantes de los azúcares sencillos encontramos su solubilidad en agua. Esto permite una disposición rápida de los mismos para el animal así como la mejora en la palatabilidad de forrajes y concentrados. Es decir que logra mayor aceptación de los alimentos por parte del ganado.

La forma principal de almacenar carbohidratos es el almidón. El almidón está compuesto de muchas moléculas de glucosa y se depositan en forma granular. El tamaño y forma de los gránulos varía según la planta. Esta característica afecta la disposición de energía proveniente de esta fuente para el animal, afectando la rapidez con que puede ser digerido. El almidón es el componente principal de gránulos de maíz, avena y trigo.

Los carbohidratos fibrosos o carbohidratos estructurales son conocidos como celulosa y hemicelulosa. Estos carbohidratos mezclados con la lignina aportan formas estructurales de soporte para la planta. La celulosa y hemicelulosa son sustancias muy abundantes en las plantas. El sistema digestivo de las vacas tiene la capacidad de liberar y procesar los carbohidratos fibrosos gracias a su flora bacteriana.

### **2.9.4 Fibra**

La fibra, a pesar de no proveer energía, debe de ser un componente esencial de un programa de alimentación ya que tiene grandes efectos sobre las funciones como la producción de saliva, el balance pH de animal y la concentración de grasa en la leche.

Existen dos tipos de fibra una de tipo ácida y la otra neutra detergente. La fibra ácida contiene celulosa, lignina, nitrógeno insoluble en detergente ácido y ceniza insoluble en ácido. La fibra neutra detergente (FDN) contiene los mismos elementos que la fibra ácida más hemicelulosa.

La fibra acida es el parámetro utilizado por los laboratorios para calcular la energía neta ( EN ) .

La lignina no es un carbohidrato y es indigerible para el animal. Su contenido va aumentando conforme la madurez de la planta, haciéndola mas rígida y al mismo tiempo afecta la disposición de celulosa y hemicelulosa para el animal. Esto representa que los forrajes o plantas a utilizarse en la nutrición tendrán un punto óptimo de corte para que los carbohidratos fibrosos tengan mayor valor nutricional y sean digeridos con facilidad.

### **2.9.5 Lípidos**

Hay pequeñas cantidades de lípidos en las partes vegetativas de las plantas. Una pequeña cantidad de lípido se encuentra típicamente en las semillas de las plantas. Sin embargo algunas semillas, que se llaman "oleaginosas," (la semilla de soya, girasol y algodón), acumulan hasta 20% de su materia seca como lípido.

Típicamente las dietas de los rumiantes adultos no contienen más de 3 a 5% de lípido en la materia seca. Las grasas contienen aproximadamente 2.25 veces la cantidad de energía de carbohidratos.

Los microbios del rumen no utilizan los lípidos como fuente de energía; sin embargo los lípidos no saturados resultan saturados por los microbios del rumen.

Los triglicéridos son la forma más abundante de lípidos en la naturaleza. Los triglicéridos se componen de tres ácidos grasos atados juntos por una molécula de glicérol. El número de átomos carbónicos en ácidos grasos es de 5 a 20.

Los ácidos grasos con 18 y 20 carbonos (linolénico, y araquidónico) son esenciales. Ellos no pueden ser sintetizados por el cuerpo y deben encontrarse en la dieta. Cuando un ácido graso no es saturado tiene la capacidad de aceptar átomos de hidrógeno adicionales a su estructura. Un ácido graso no saturado tiene la tendencia a mantenerse en forma líquida a una temperatura ambiental y eso se llama "aceite."

Los ácidos grasos saturados no pueden aceptar más átomos hidrógenos y tienden a ser más sólidos a temperaturas ambientales. Típicamente se llaman grasas. Los lípidos de las plantas (aceites) son típicamente menos saturados que los lípidos de animales (grasas).

La adición de lípidos en la dieta puede ser beneficiosa para reducir la cantidad de polvo y aumentar la concentración de energía en la dieta. Sin embargo, un exceso de grasa (más del 8% de la ración en base a su materia seca), puede reducir la ingestión de los alimentos y reducir el contenido de grasa y proteína producido en la leche, y también puede producir diarrea.

Además, la grasa en forma libre en el rumen tiene un efecto negativo en la digestión de fibra. Las semillas oleaginosas son buenas fuentes de lípidos porque las células contienen el aceite dentro de las células de la planta. Sin embargo, los aceites vegetales son menos saturados que las grasas de animales y deprimen la digestibilidad más que las grasas altamente saturadas derivadas de animales.

### **2.9.6 Proteína**

Las proteínas se componen de una, o varias, cadenas de aminoácidos estrechamente ligadas. La proteína en alimentos tiene un promedio de 16% nitrógeno.

El resto de la proteína se llama el "esqueleto de carbón." Contiene moléculas de carbón hidrógeno y oxígeno que pueden rendir energía exactamente como carbohidratos y lípidos. Aunque, el promedio de energía cruda del contenido de proteína es 5.1 Kcal/g, la combustión del "esqueleto de carbones" rinde 4.1 Kcal de energía disponible porque 1 Kcal se usa para excretar el nitrógeno.

Los componentes de proteínas son los aminoácidos. Muchas veces, varias cadenas de aminoácidos están ligadas por una fuente de azufre o un grupo fosfato. En promedio la proteína contiene 16% nitrógeno.

Típicamente, en el laboratorio, se mide la cantidad de nitrógeno y no la cantidad de la proteína. Luego se calcula la cantidad de proteína en el alimento como el porcentaje de nitrógeno multiplicado por 6.25; es decir  $100/16$ , y esto se llama la proteína cruda.

Dentro de la planta, alguna proteína puede estar ligada a la pared de la célula, pero la mayoría típicamente se solubiliza dentro del contenido de la célula, (por ejemplo clorofila, que es responsable para la fotosíntesis). Sin embargo, algunos forrajes contienen taninos que se asocian con proteínas y aumentan la resistencia de la degradación ruminal.

Las proteínas que se encuentran en los granos típicamente son menos solubles y más resistentes a la degradación por microbios en el rumen. Las proteínas tienen funciones importantes. Las enzimas, hormonas y los anticuerpos tienen proteínas como su estructura central, que controlan y regulan las reacciones químicas dentro del cuerpo.

Son un componente importante de los tejidos musculares. También, las proteínas fibrosas juegan papeles protectivos y estructurales (por ejemplo, pelo y cascos). Finalmente, algunas proteínas tienen un valor nutritivo importante (proteína de leche y carne).

Uno de los beneficios que las proteínas aportan en el manejo reproductivo de los hatos lecheros proviene de un aumento de los días disponibles para reproducción después del parto como consecuencia de un aumento de proteína en su ración (hasta el 19 % de la ración). (Aiello 1993)

### **2.9.6.1 Nutrientes que tiene Nitrógeno**

Los animales requieren nitrógeno en la forma de aminoácidos. Los aminoácidos son los componentes de las proteínas. Hay 20 aminoácidos, y cada uno contiene carbón, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, con una estructura específica. Dos aminoácidos también contienen azufre. Una cadena corta de aminoácidos (menor de 100) se llama un péptido.

Las plantas pueden construir todos los aminoácidos que requieren a base de nitrógeno inorgánico, tales como los nitratos del suelo. El cuerpo del animal puede sintetizar aproximadamente la mitad de los aminoácidos que ellos requieren, la otra mitad no puede ser sintetizada y tiene que proveerse en la dieta.

La combinación de aminoácidos necesarios para formar una proteína específica, es regulado de una forma muy precisa por el código genético contenido en el núcleo de cada célula del cuerpo.

### **2.9.6.2 Nitrógeno no Proteico**

Los compuestos de nitrógeno no protéico (NNP) tales como la úrea y las sales de amoníaco, tienen un alto contenido de nitrógeno, pero no proveen aminoácidos directamente.

En animales de estómago sencillo, estos compuestos no tienen ningún valor nutritivo. Sin embargo, en rumiantes, los microbios del rumen pueden metabolizar el nitrógeno no protéico y convertirlo en aminoácidos para su propio crecimiento. La proteína microbiana, tanto como proteína de la dieta que no se ha degradado en el rumen, se digiere en el intestino delgado. Así, los aminoácidos liberados se absorben y son utilizados por la vaca.

### **2.9.7 Vitaminas**

Son compuestos orgánicos necesarios en pequeñas cantidades para sostener la vida. Carecen de valor energético pero junto con las enzimas participan de reacciones químicas vitales para el mantenimiento del organismo.

Las vitaminas se clasifican en dos grupos: las vitaminas solubles en agua (vitaminas B ) y las vitaminas solubles en grasa (A,D,E,K). Las vitaminas solubles en grasa se encuentran en la porción liposoluble del alimento. Dentro del animal se encuentran almacenadas dentro el hígado y los tejidos adiposos.

En contraste las vitaminas solubles en agua no se pueden almacenar dentro del animal y por lo tanto deben ser suministradas casi constantemente.

Las vitaminas del complejo B son la tiamina, riboflavina, ácido pantoténico, niacina, colina, ácido fólico, piridoxina y vitamina B<sub>12</sub>. Su deficiencia produce retardo en el crecimiento.

La vitamina A juega un papel importante en el desarrollo de los huesos, mantenimiento de los tejidos del sistema respiratorio y digestivo, una visión normal y juega un papel importante en la reproducción. Una deficiencia de vitamina A conlleva degeneración de muchos tejidos y mayor susceptibilidad a infecciones.

La vitamina D es conocida como el factor antirraquítico o vitamina sol porque se sintetiza en la piel. Es importante en la absorción del calcio y fósforo.

La vitamina E tiene una función antioxidante es decir protege contra la degradación de las estructuras moleculares protegiendo su integridad. Su deficiencia causa distrofia muscular.

La vitamina K es esencial para la coagulación de la sangre.

### **2.9.8 Minerales**

Los minerales son elementos inorgánicos encontrados como sales inorgánicas (por ejemplo, carbonato de calcio), ligados a compuestos orgánicos (por ejemplo, azufre en algunos aminoácidos, fósforo en las proteínas, caseína de la leche).

Típicamente, los minerales se categorizan como "macrominerales" y "microminerales". Esta distinción se basa no solamente en la cantidad de mineral requerida, pero ambas son importantes para la buena salud del animal.

Los macrominerales se requieren a niveles de 0.2 a 1.0% de la ración a base de materia seca, mientras que los microminerales se requieren a niveles de 0.001 y 0.05% de la ración de materia seca, es decir 10 a 500 partes por millón. Algunos minerales se pueden almacenar dentro del cuerpo (por ejemplo, hierro en el hígado, calcio en los huesos, etc.).

Sin embargo, los minerales que son solubles en agua (por ejemplo, sodio y potasio) no se almacenan y se tienen que suministrar casi continuamente en la dieta. Los síntomas de deficiencia o toxicidad aparecen cuando los minerales disponibles están en una concentración demasiado baja o alta en la dieta. La toxicidad de flúor, selenio, molibdeno y cobre puede ser un problema bajo situaciones prácticas de alimentación.

Otros minerales incluyendo el plomo, el cadmio y el mercurio, también tienen importancia práctica debido a su potencial de toxicidad. Típicamente, las deficiencias prolongadas o severas pueden resultar en síntomas y manifestaciones clínicas, (por ejemplo, cuando hay deficiencia de yodo, las glándulas tiroideas, ubicadas en la garganta se aumentan visiblemente).

Sin embargo, algunas pequeñas deficiencias resultan en síntomas no específicas, es decir comunes a todas las deficiencias. Estos síntomas no específicos pueden pasar desapercibidos porque típicamente resultan en un menor nivel de producción.

Por ejemplo, el crecimiento de un animal joven puede ser simplemente más lento o la ingestión de alimentos y producción de leche en una vaca en lactancia puede reducirse un poco. Así, es difícil identificar una deficiencia menor de un mineral aunque pueda resultar en una pérdida económica importante. Cromio (Cr), Fluoro (F), Silicio (Si), Arsénico (As), Plomo (Pb), Estaño (Sn), Vanadio (V), Níquel (Ni), y Bromato (Br) también se pueden requerir, pero al presente estos alimentos no se consideran importantes en la práctica de la alimentación de las vacas lecheras.

Tanto como para la energía y la proteína, la cantidad total de un mineral en un alimento tiene poca significancia, sino que se caracteriza por su disponibilidad al animal. La disponibilidad de un elemento mineral puede estar influido por muchos factores:

- Especie de animal
- Su edad y sexo
- La salud del animal
- Su condición nutricional, el balance con los otros nutrientes en la dieta; por ejemplo, una deficiencia de vitamina D puede reducir la absorción de calcio.
- La forma química de un elemento; por ejemplo, el hierro se absorbe como  $Fe^{++}$ , pero no como  $Fe^{+++}$
- El nivel y la forma de otros elementos; por ejemplo un alto nivel de azufre y zinc reduce la disponibilidad del cobre
- El procesamiento del alimento
- La presencia de agentes que ligan los minerales; por ejemplo, el ácido fítico, que está presente en varios granos, liga y hace inaccesible el fósforo de los granos para los animales de estómago sencillo.
- Las funciones generales de minerales dentro el cuerpo son las siguientes:
  - 1) Le dan rigidez y fuerza al esqueleto, (calcio, fósforo y magnesio)
  - 2) Sirven como constituyentes de los compuestos orgánicos (azufre en proteínas, cobalto en vitamina B 12, hierro en las células rojas de la sangre)
  - 3) Activan sistemas de enzimas (fósforo, magnesio y zinc)
  - 4) Se requieren para producir hormonas
  - 5) Controlan la cantidad de agua en el cuerpo (sodio, cloro y potasio)
  - 6) Regulan la cantidad de ácidos y bases en el cuerpo, es decir la cantidad de compuestos cargados positivamente y negativamente (sodio, cloro y potasio)
  - 7) La contracción de músculos y transmisión de impulsos en los nervios (sodio y calcio).



## 2.9.8.1 Macro Minerales

### 2.9.8.1.1 Calcio

Aproximadamente 99% del calcio en el cuerpo se encuentra en los huesos y en los dientes. Los huesos sirven de órgano estructural y también de embalse de calcio. El 1% restante de calcio se encuentra en la sangre y en otros tejidos y juegan papeles importantes.

El calcio en la sangre es necesario para regular el latido del corazón. Al inicio de la lactancia la alta demanda de calcio para la producción de leche (la alta cantidad de calcio en la leche está ligada a la proteína caseína) puede bajar el nivel de calcio en la sangre, lo suficiente para producir una enfermedad que se llama fiebre de leche.

Como resultado, el latido del corazón se reduce a tal punto que la vaca pierde el control de sus piernas, si no reciben tratamiento, pasa a un estado de coma y muere. Una inyección intravenosa de solución de calcio normalmente logra resucitar a la vaca en minutos.

Un papel adicional de calcio es el control de la excitabilidad de los músculos y de los nervios. Así, como se aumenta el contenido de calcio en los músculos y los nervios, su excitabilidad se reduce.

Finalmente, el calcio es esencial para la coagulación de la sangre. La absorción de calcio en el duodeno de la vaca depende de:

- La fuente de calcio (la verdadera digestibilidad de calcio varía entre 31% en alfalfa a 56% en fosfato de calcio)
- La presencia de vitamina D: con niveles insuficientes de vitamina D, la absorción de calcio disminuye
- El nivel de grasa en la dieta; niveles excesivos de grasa en la dieta reducen la absorción de calcio porque la grasa se combina con calcio para formar sustancias insolubles
- La presencia de cantidades excesivas de otros minerales (fósforo, hierro, aluminio y manganeso) reducen la absorción de calcio.

En animales jóvenes, una deficiencia de calcio produce huesos suaves que crecen deformados. Este síntoma es típico de una enfermedad, que se llama raquitis, pero también puede resultar de una deficiencia de vitamina D o de fósforo.

En animales adultos, una deficiencia de calcio o fósforo produce una debilidad en los huesos, resultado de la movilización excesiva de los minerales en los huesos. Los huesos se hacen porosos y más susceptibles a fracturas. Esta condición se llama ostiomalacia.

Los animales que consumen forrajes leguminosos, ingieren suficiente calcio para responder a sus necesidades de mantenimiento, y a una producción limitada de leche. Sin embargo, mientras aumenta la producción de leche, hay una necesidad de ofrecer una fuente más concentrada de energía a la vaca.

Típicamente, los forrajes se reemplazan parcialmente con concentrados o granos en la ración. Estos alimentos, además de forrajes no leguminosos, generalmente tienen una baja cantidad de calcio y es necesario suplementarlos. Las fuentes comunes de calcio utilizados en los alimentos de las vacas lecheras, incluyen las cáscaras de ostras, cal, fosfato de calcio, y bicarbonato de calcio.

#### **2.9.8.1.2 Fósforo**

Aproximadamente 80% del fósforo en el cuerpo se encuentra en los huesos y en los dientes. El fósforo juega varios papeles importantes en el cuerpo. Por ejemplo, está involucrado en el metabolismo de energía, en el transporte de lípidos en el cuerpo y forma parte de los compuestos que almacenan la información genética (ADN).

Debido a este amplio rango de funciones, no hay síntomas específicos de la deficiencia de fósforo. Actualmente, debido a su estrecha asociación con calcio, los síntomas de deficiencia de fósforo se parecen a los de la deficiencia de calcio.

Además, algunos de los síntomas no específicos incluyen una disminución del apetito, reducción de la resistencia a enfermedades, y la disminución de su rendimiento reproductivo.

Los granos de cereales, los subproductos de procesamiento que contienen salvado o gérmenes de granos y ciertos alimentos altos en proteína, especialmente aquellos que son de una fuente animal, son buenas fuentes del fósforo. Los animales que ingieren grandes cantidades de granos o de proteínas de origen vegetal, típicamente necesitan poca suplementación de fósforo.

Cuando se alimenta con forraje de baja calidad, es necesario agregar fósforo suplemental para responder a las necesidades nutricionales de la mayoría de los animales, especialmente aquellos que están en producción.

#### **2.9.8.1.3 Relación calcio: Fósforo**

Las vacas no pueden movilizar el fósforo de sus huesos tan rápidamente como el calcio. Sin embargo, la movilización de calcio también moviliza algún fósforo, debido a que ambos alimentos están enlazados dentro de los huesos.

En promedio, la relación de calcio a fósforo en los huesos es 2.2 partes de calcio para 1.0 de fósforo. Así, las deficiencias de fósforo marginales son probablemente más frecuentes que las de calcio. En la dieta una relación de 1.6 partes de calcio o 1.0 de fósforo es lo que típicamente se recomienda.

Cuando esta relación es menos de 1:1. o más de 2.5:1, la incidencia de fiebre de leche tiende a aumentar. Si hay suficiente vitamina D presente (proveído por la exposición al sol o por suplementación de las raciones), la relación de calcio a fósforo resulta menos crítica.

Sin embargo, es difícil recomendar una relación óptima de calcio a fósforo en la dieta, porque:

- La digestibilidad de calcio y fósforo depende de la fuente. Generalmente, el fósforo tiene una digestibilidad más alta (más de 55%) en comparación con el calcio (con menos de 50%).
- El fósforo se recicla a través de la saliva.

#### **2.9.8.1.4 Magnesio**

Aproximadamente el 50% del magnesio en el cuerpo se almacena en los huesos. La otra mitad tiene funciones en muchas enzimas diferentes y en las contracciones de los músculos.

La disposición de magnesio en forrajes es muy baja, (tiene un rango de 11 a 28%) mientras que en los concentrados y granos es un poco más alta (30 a 40%).

El tétano hipomagnésico es una condición que típicamente se asocia con el hipomagnesia en rumiantes. La hipomagnesia ocurre más frecuentemente en vacas pastoreando en praderas de granos pequeños inmaduros (al comienzo de la primavera) y está relacionada con un nivel reducido de magnesio en la sangre.

Los síntomas incluyen una hiperirritabilidad, contracciones involuntarias de los músculos (sacudidos de los músculos) una salivación excesiva y rechinado de los dientes.

La suplementación con magnesio o la adición de granos a la dieta, son efectivas en reducir la incidencia de los síntomas. Los altos niveles de fertilizante de nitrógeno y potasio parecen hacer el magnesio menos accesible a la vaca.

También, los niveles de amoníaco en el rumen (derivados de altas cantidades de proteína cruda en un pasto joven) resulta en una reducción de la absorción de magnesio.

El óxido de magnesio mezclado con los concentrados en la dieta, típicamente se utiliza como fuente adicional de magnesio para vacas lecheras. Sin embargo, la necesidad de suplementación es difícil de determinar y si no aparecen síntomas de hipomagnesia, los niveles de magnesio en las raciones probablemente son adecuados.

#### **2.9.8.1.5 Sal: Sodio y cloro**

La sal o cloruro de sodio (NaCl) es especialmente importante para los rumiantes, porque la mayoría de plantas tienen muy bajas cantidades de sodio y preferencialmente acumulan potasio.

El sodio contribuye a muchos aspectos del metabolismo: mantiene el balance de agua en el cuerpo: regula la presión osmótica (la concentración de sales en ambos lados de membranas); y juega un papel importante en el balance de ácidos y bases (la concentración de moléculas con carga positiva y negativa en las células).

El sodio tiene una carga positiva (Na<sup>+</sup>) y es el mineral principal con carga positiva (catión) fuera de las células. Este balance osmótico se requiere para la asimilación celular de glucosa, el transporte de aminoácidos y es un factor en controlar los impulsos de los nervios.

Se encuentra en altas cantidades en el rumen de la vaca. Una deficiencia de sodio produce los siguientes síntomas en orden de severidad:

- Un deseo de sal manifestado por la vaca lamiendo y mordiendo varios objetos (una condición que se llama pica)
- Pérdida de apetito
- Una apariencia macilenta, con ojos sin lustro y el pelo áspero
- Una reducción de producción de leche o de aumento de peso
- Falta de coordinación, debilidad e irregularidades cardíacas (arritmias) que pueden resultar en la muerte.

Los síntomas se desarrollan sólo después de largos períodos de deficiencia, porque las vacas tienen una habilidad notable de concentrar el sodio. Las vacas se recuperan rápidamente de una deficiencia de sodio cuando se le agrega sal a la dieta.

La concentración de sodio en la leche aumenta durante mastitis. El acceso libre a bloques de sal (a veces enriquecidos con yodo) típicamente se recomienda, especialmente en climas calientes, porque los requerimientos de sodio pueden aumentar debido a la pérdida de sales asociadas con la transpiración de la vaca.

Un exceso de sal en la dieta pocas veces es un problema. Sin embargo, el nivel de sal en la dieta se debe limitar a vacas que tienen una predisposición a edema de la ubre, porque la sal excesiva empeora esta condición.

El cloro de NaCl también contribuye al balance de ácidos, bases y el balance de fluidos dentro del cuerpo. También, se utiliza para la formación de ácido clorhídrico (HCl) en el abomaso, los fluidos pancreáticos y otras secreciones intestinales.

#### **2.9.8.1.6 Potasio**

El potasio es el tercer elemento mineral más abundante que se encuentra en el cuerpo de la vaca. El potasio juega muchos papeles importantes: está involucrado en varios sistemas de enzimas, e influye en las actividades de los músculos (especialmente el corazón o el músculo cardíaco).

El potasio tiene una carga positiva ( $K^+$ ) y se encuentra principalmente dentro de las células. El potasio influye en el balance de agua, la carga eléctrica, la acidez (balance ácido base) y la concentración de la sal (presión osmótica) dentro y fuera de las células.

La mayoría de los síntomas de deficiencia de potasio no son específicos: un crecimiento reducido en animales jóvenes, y una reducción marcada en ingestión de alimentos.

Un síntoma más específico es la reducción en la suavidad del cuero. Sin embargo, una deficiencia de potasio es bastante rara, porque la mayoría de forrajes contienen considerablemente más potasio del necesario para el ganado lechero.

De hecho, en pastos jóvenes, las concentraciones de potasio pueden ser hasta 3% de la materia seca de los pastos. El exceso de potasio en pastos puede empeorar los problemas asociados con el metabolismo de magnesio que resultan en hipomagnesia (ver magnesio).

El contenido de potasio en muchos concentrados está por debajo de los requerimientos. Así que las dietas que consisten compuestas principalmente en concentrados pueden tener una cantidad insuficiente de potasio para cumplir con los requisitos.

El stress, y especialmente el que se debe a la temperatura, aparentemente aumenta las necesidades de potasio, probablemente por la pérdida aumentada de potasio en el sudor. La concentración de potasio se reduce con la madurez de los forrajes y puede ser reducida por la lignificación de forrajes maduros parados en áreas húmedas.

#### **2.9.8.1.7 Azufre**

El azufre es un componente esencial de proteínas y otros componentes del cuerpo. Es una parte del aminoácido metionina y de las vitaminas B tiamina y biotina.

Hay una asociación estrecha entre el nitrógeno y el azufre, tanto en las células de plantas como la de animales. Típicamente, los alimentos altos en proteína, también tienen una gran cantidad de azufre.

Así, las dietas que proveen suficiente proteína probablemente sean adecuadas en azufre. Ahora se considera, por lo general, que una relación adecuada de nitrógeno: azufre en la dieta es aproximadamente 10:1.

Así, una ración de 13% proteína cruda en la materia seca, contiene 2.1% nitrógeno (13/6.25), y su contenido de azufre debería ser aproximadamente 0.2% (2.1/10).

Una deficiencia de azufre es rara. Sin embargo, en la práctica de alimentar vacas lecheras, una deficiencia de azufre es más probable cuando la proteína cruda en la dieta incluye una alta proporción de nitrógeno no proteica, relativa a su verdadera proteína.

Las fuentes inorgánicas de azufre (sulfato de sodio, sulfato de magnesio, etc.) se pueden utilizar como fuentes suplementales, porque se utiliza eficientemente por los microbios del rumen para sintetizar metionina, biotina y tiamina.

Un exceso de azufre en la dieta interfiere con el metabolismo de selenio y cobre. También, un exceso de azufre en la dieta (más de 0.4% de la materia seca), puede resultar en síntomas de toxicidad (contracciones musculares o estremecimientos musculares, diarrea y ceguera).

El agua en el bebedero puede contener niveles de azufre que producen efecto adversos.

## **2.9.9 Microminerales**

### **2.9.9.1 Cobalto**

El cobalto es un componente de la vitamina B<sub>12</sub> y afecta la formación de las células rojas de la sangre. La síntesis de la vitamina B<sub>12</sub> por los microbios del rumen se reduce rápidamente cuando hay una deficiencia de cobalto en la dieta.

Los requisitos de cobalto son muy bajos, 0.1 partes por millón, o en otras palabras 0.1 mg. por kg de materia seca en la ración. Los forrajes en muchas partes del mundo contienen menos de este nivel de cobalto y la deficiencia bajo las condiciones de pastoreo es probablemente bastante común.

El mejor método de detectar una deficiencia de cobalto es un análisis de la sangre y del hígado para la vitamina B<sub>12</sub>. Sin embargo, los síntomas externos incluyen la pérdida de peso, la reducción de crecimiento, el pelo áspero, la tendencia a tropezar, anemia, palidez de la piel y de las membranas mucosas, como el interior de los párpados.

Las vacas pueden tolerar hasta 100 veces la cantidad requerida de cobalto, antes de que aparezcan síntomas de toxicidad. Así, el método más confiable de confirmar una deficiencia de cobalto es de observar una respuesta positiva a un suplemento de cobalto (sulfato de cobalto, carbonato de cobalto).

La administración oral de un bolo que contiene cobalto y hierro que se retiene en el retículo rumen por largos periodos de tiempo, ha sido exitoso en vacas que están pastoreando en áreas deficientes de cobalto.

### **2.9.9.2 Cobre**

El cobre es esencial para la actividad de ciertas enzimas. También, el cobre y el hierro son necesarios para la síntesis de hemoglobina, la proteína en la sangre que transporta oxígeno.

La deficiencia de cobre es un problema práctico y significativo en muchas partes del mundo. La deficiencia resulta de una insuficiencia de cobre, o un exceso de molibdeno y a veces azufre.

Los investigadores consideran que el molibdeno y el azufre pueden tener efectos adversos en la absorción de cobre en los intestinos, debido a la formación de compuestos insolubles.

En orden progresivo de severidad las manifestaciones de deficiencia incluyen:

- Reducción de crecimiento, reducción de la producción de leche
- Una diarrea severa, pérdida de peso, pelo áspero
- Una depresión o un retraso de estro, retención de placenta
- Una falla aguda del músculo cardíaco y muerte aguda.

Hay algunos síntomas muy específicos de la deficiencia de cobre:

- La hinchazón de los extremos de los huesos de las piernas, especialmente sobre la cuartilla
- Articulaciones tiesas que pueden resultar en un paso más parecido al de un caballo
- Una pérdida de los pigmentos en el pelo, resultando en un cambio del color del pelo, a una apariencia gris, especialmente alrededor de los ojos
- El nacimiento de terneros con raquitis congénita.

Las principales fuentes inorgánicas de cobre son en forma de sulfato, carbonato y elementos de óxido. Los efectos tóxicos de cobre son bastante interesantes. Cuando una vaca consume un exceso de cobre, puede acumular cantidades excesivas del mineral en el hígado sin mostrar síntomas de toxicidad.

Sin embargo, el stress y otros factores pueden resultar en una liberación repentina de altas cantidades de cobre del hígado hacia la sangre. Las células rojas de la sangre se destruyen, y el animal resulta con icterismo, debido a que la bilis se produce en cantidades excesivas, mientras intenta eliminar el exceso de cobre. Sin embargo frecuentemente el animal muere de repente.

Los requisitos de cobre en la dieta y la tolerancia de vacas a niveles excesivos de cobre, aparentemente son altamente influidos por el molibdeno y el azufre. En las regiones donde las raciones pueden tener una cantidad alta de molibdeno o sulfato, los requisitos de cobre pueden aumentar dos veces.

### **2.9.9.3 Yodo**

El requerimiento fisiológico principal para yodo es para la síntesis de hormonas de la glándula tiroides que regula la tasa del metabolismo de energía. Las señales típicas de deficiencia de yodo en ganado es un aumento en el tamaño de las glándulas tiroides (bocio).

Dado a que el yodo se retiene preferencialmente para la vaca en lugar del feto, la primera indicación de una deficiencia de yodo aparece en terneros recién nacidos.

Algunas plantas, especialmente aquellas de la familia brassicae (col y nabo) son capaces de producir una deficiencia de yodo. Otra característica del yodo es que aproximadamente 10% de yodo en la dieta pasa a la leche.

Este porcentaje puede aumentarse con el rendimiento de la leche, pero concentraciones de menos de 20 micro gramos por litro de leche indican una deficiencia de yodo. Si no se le da suplementación, una deficiencia de yodo probablemente ocurrirá cuando la dieta del animal consista en alimentos producidos en suelos deficientes de yodo.

Los síntomas de toxicidad de yodo son un lagrimeo y salivación excesivas, una secreción nasal, y una congestión de la tráquea que produce tos.

### **2.9.9.4 Hierro**

El hierro es esencial para la respiración celular (la captura de energía) y para el transporte del oxígeno por hemoglobina y mioglobina (una proteína rica en hierro que se encuentra en los músculos).

Una deficiencia de hierro es más probable en terneros jóvenes. La concentración de hierro en la leche es muy baja (10 ppm), y al nacer el ternero tiene una reserva de hierro en el hígado que puede durar unos 2 o 3 meses.

Así, los terneros alimentados solamente con leche completa por más de 2 o 3 meses son más propensos a resultar anémicos. Es interesante que cuando hay una deficiencia marginal de hierro, el porcentaje de hierro absorbido en el intestino delgado aumentado en comparación con la absorción que ocurre cuando hay un suministro adecuado en la dieta.



La forma ferrosa ( $\text{Fe}^{++}$ ) de hierro es mucho más disponible que la forma férrica ( $\text{Fe}^{+++}$ ) de hierro suplemental. Sin embargo, la mayoría de alimentos comunes contienen cantidades adecuadas de hierro, y la deficiencia de hierro en vacas adultas es rara si no hay una pérdida severa de sangre debida a alguna infección parasítica u otras enfermedades o lesiones.

#### **2.9.9.5 Manganeso**

En ganado, los requisitos para manganeso son significativamente más altos para la reproducción y el nacimiento de un ternero normal que para el crecimiento. Así, el manganeso es necesario para la reproducción normal para evitar anomalías en la estructura de los huesos de los recién nacidos, y para el crecimiento normal de los huesos.

El manganeso se almacena en el hígado y en los riñones donde sirve para activar varias enzimas. La deficiencia severa de manganeso en ganado raras veces es un problema práctico.

En general, los forrajes contienen niveles de manganeso que son más altos que en los granos. Los requisitos pueden aumentarse cuando la dieta contenga altos niveles de calcio y fósforo.

#### **2.9.9.6 Molibdeno**

El molibdeno es un componente de una enzima (oxidasa de xantina) que se encuentra en todas las células y fluidos del cuerpo en una baja concentración. Nunca se ha observado una deficiencia, sin embargo la toxicidad puede ser un problema grave en ganado de pastoreo en varias partes del mundo.

Los niveles tóxicos de molibdeno son más probables en regiones que tienen un suelo alcalino (pH mayor de 7). Un pH alto en el suelo aumenta la disponibilidad de molibdeno a las plantas, mientras que se reduce la acumulación de cobre.

Las principales manifestaciones de una toxicidad de molibdeno en ganado son las mismas que la deficiencia de cobre, la más obvia siendo la diarrea. La disponibilidad del molibdeno parece ser más baja en forrajes conservados que en gramíneas frescas.

#### **2.9.9.7 Selenio**

El selenio es parte de una enzima (peroxidasa de glutatión) que ayuda la vitamina E a prevenir daños a las membranas. El selenio previene la distrofia muscular que se llama músculo blanco en rumiantes jóvenes.

Esta enfermedad se caracteriza por la degeneración de los músculos y fallos cardiacos. Una deficiencia es más probable cuando los alimentos se producen en suelos ácidos.

La absorción del selenio en el duodeno es limitado (40%), pero con la presencia del calcio, arsénico, cobalto y azufre, puede reducir la absorción de selenio a 50% o más.

El selenio, absorbido, se almacena en el hígado y los riñones. También, una deficiencia de selenio puede afectar el rendimiento reproductivo.

En vacas deficientes, una suplementación de selenio en la presencia de un suministro adecuado de vitamina E, ha reducido la incidencia de retención de placenta y metritis. Los requisitos para el selenio por rumiantes son aproximadamente 0.1 a 0.3 partes por millón, pero un pequeño exceso es rápidamente tóxico porque el nivel máximo es 2 ppm.

Las plantas de las familias *Astragalus* y *Stanleya* acumulan selenio (1000 a 3000 ppm) y tienen un efecto muy adverso cuando se pastorea. Los indicadores de toxicidad aguda incluyen:

- Depresión, una postura característica, con la cabeza abajo y las orejas dobladas
- Un pulso rápido y débil, respiración difícil
- Diarrea, letargo y muerte debida a fallas de respiración.

Los síntomas de toxicidad crónica de selenio son:

- Depresión
- Cojera al caminar, patas inflamadas y cascos deformados, agrietados y elongados
- Pérdida de pelo alrededor de la base de la cola.

### **2.9.9.8 Zinc**

El zinc funciona como un activador de más de 30 enzimas diferentes que están involucrados en el metabolismo de la materia genética, la proteína y los carbohidratos.

El zinc se encuentra especialmente en la piel (los tejidos epidérmicos). Una deficiencia de zinc ocurre con más frecuencia en el animal joven, probablemente porque los requerimientos parecen reducir con la edad.

Sin embargo, la absorción de zinc también se reduce con la edad, y los animales adultos pueden desarrollar síntomas de deficiencia:

- Paraqueratosis (piel escamosa): las lesiones de la piel son más severas alrededor del cuello y de la cabeza, y al borde de la nariz
- Fallos en la curación normal de lesiones
- En el macho, un crecimiento reducido de los testículos y la producción de espermatozoides.

Los síntomas de deficiencia de zinc, aparecen rápidamente después de comer una dieta deficiente (3 semanas), pero las lesiones también desaparecen rápidamente con suplementación (3 a 4 semanas).

## **2.10 Sustancias Antinutricionales**

No todos los componentes de los alimentos tienen un valor nutritivo. De hecho, hay sustancias dentro de las plantas que tienen propiedades antinutricionales.

La mayoría de éstas sustancias tienen estructuras de fenoles muy complejas. Por ejemplo, cuando una planta se madura, los carbohidratos dentro de las fibras de la planta resultan menos accesibles al animal, debido a una deposición de lignina que solidifica el tallo de la planta.

No sólo es indigestible la lignina, pero también reduce la digestibilidad de los carbohidratos en las paredes de las células.

Los taninos son de una familia de sustancias, típicamente encontrada en bajos niveles de plantas. Los taninos pueden ligar las proteínas y hacerlas menos disponibles a los animales.

La disponibilidad de minerales para los animales puede ser afectada también por algunos componentes en los alimentos. Por ejemplo, el fósforo en granos y cereales no está a la disposición de la mayoría de los animales de estómago sencillo porque está ligado a un compuesto que se llama ácido fítico.

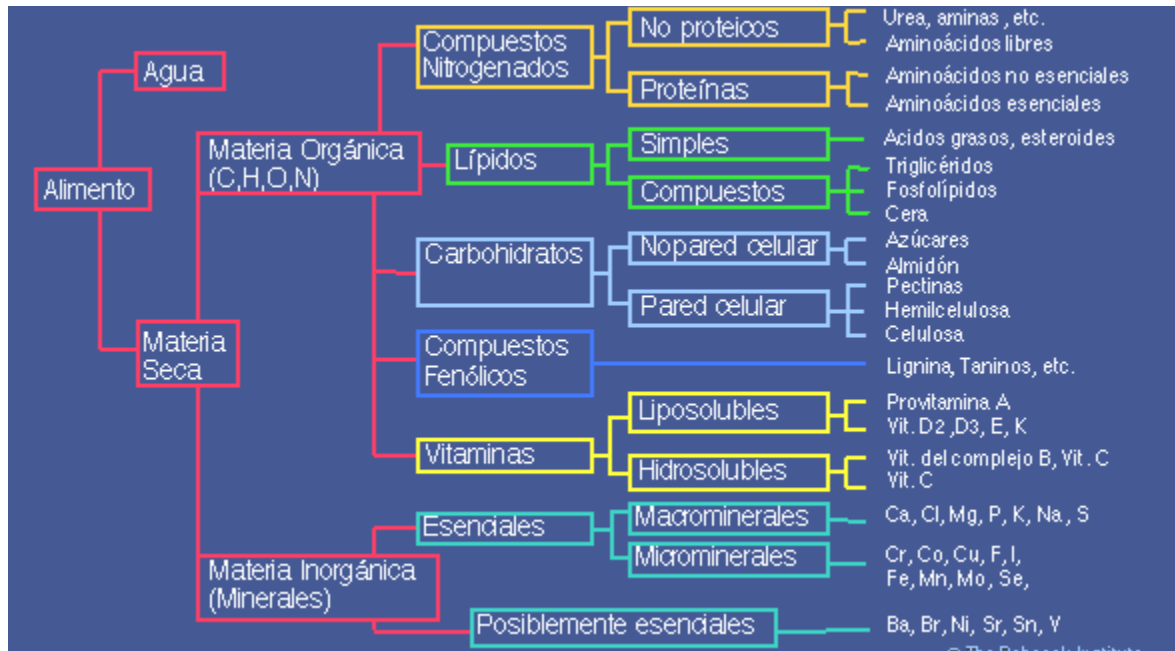
Sin embargo, los microbios que viven en el retículo-rumen tienen una enzima para liberar el fósforo del ácido fítico, y así hacerlo disponible.

Finalmente, hay componentes en algunas plantas que son tóxicos para el animal. Estas sustancias no interfieren con la digestión de nutrientes de los alimentos, pero se puede absorber y pueden tener un efecto tóxico dentro del cuerpo del animal.

## 2.10 Alimento para Vacas Lecheras

Para que una producción lechera sea sustentable no basta solo con contestar la interrogante de cuales son las necesidades básicas. Entonces se hace necesario encontrar un vehículo, un medio para suplir esas necesidades.

Este medio lo constituyen los alimentos. Estas sustancias aportan en mayor o menor grado los nutrientes que están embebidos en sus estructuras, sin embargo un solo tipo de alimento no cubre todos los requerimientos. Se hace necesario combinaciones de los alimentos para lograr el propósito de suplir las necesidades esenciales.



Grafica 1. Composición química y componentes de los Alimentos

Clasificar los alimentos de una manera definitiva resulta erróneo ya que algunos alimentos poseen características de varios grupos sin embargo para propósitos prácticos se definen 3 grupos:

1. Forrajes
2. Concentrados
3. Aditivos

## 2.11 Forrajes

En general los forrajes son la parte vegetativa de una planta que contiene una alta proporción de fibra neutra detergente (mas del 30%).

La contribución de los forrajes en la dieta alimenticia no solo se limita a beneficios de carácter nutritivo si no que contribuye significativamente en estimular los procesos de rumia y salivación, contracciones del rumen.

Su aporte también incluye evitar la depresión de la grasa en la producción de la leche es decir una ración que contenga menos del 35% de forraje podría resultar en un bajo contenido de grasa en la leche.

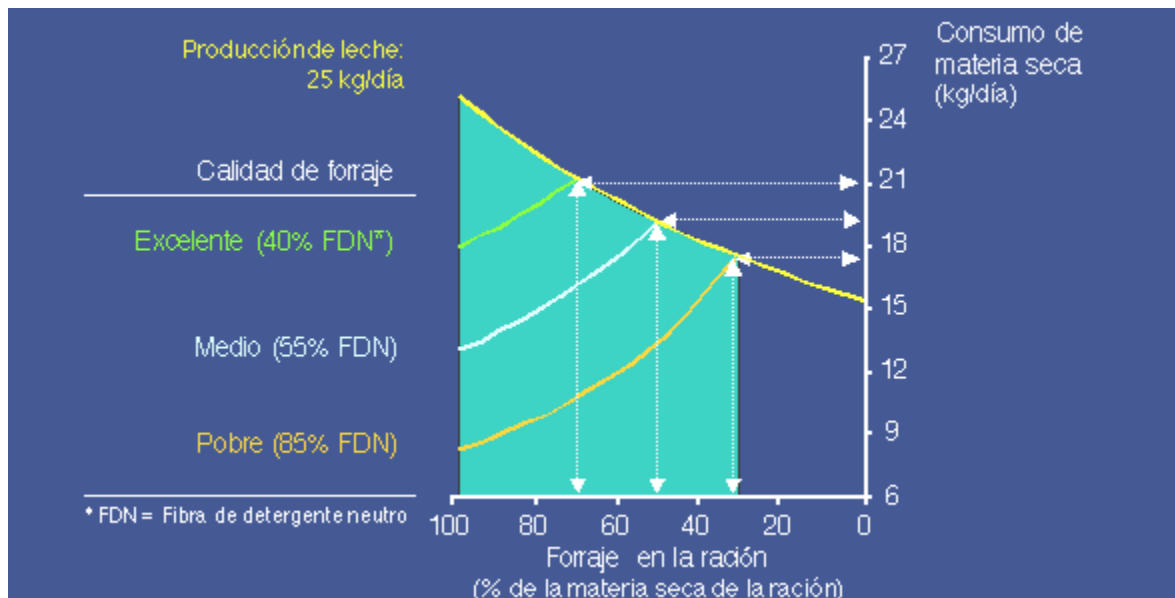
Típicamente los forrajes se producen en la misma finca donde la producción lechera esta establecida, sin embargo existen estrategia variadas para el aprovechamiento del forraje.

Dentro de las estrategias encontramos el pastoreo directo, la cosecha del forraje o preservarlos en forma de heno y ensilaje. Así los ensilajes son la fuente mas barata de alimento para las vacas.

Los forrajes son alimentos voluminosos. Esta característica esta determinada por la longitud y densidad de la planta e influye en la capacidad de ingesta, pudiendo limitarla si el volumen administrado es alto.

El alto contenido de fibra neutra detergente (mas del 30%) es un buen parámetro para medir la calidad del mismo, sin embargo el contenido energético del forraje disminuye a medida que la cantidad de fibra neutra aumenta.

Las características anteriores sopesan en la elección de forrajes. Sin embargo un forraje de baja calidad no significa que sea de todo descartable ya que una vaca seca no tiene exigencias nutricionales tan demandantes como una en producción de manera que se puede aprovechar el forraje de baja calidad administrándolo a vacas secas (no producción de leche).



Grafica 2. Efecto de la calidad del forraje sobre el consumo

## 2.12 Gramíneas y Leguminosas

La disponibilidad de forrajes en una región cualquiera depende del clima el suelo y la fertilización. Estos factores son influyentes para determinar si la fuente vegetativa del forraje es producida por plantas gramíneas o leguminosas.

Para distinguir las plantas leguminosas de las gramíneas es necesario mencionar aspectos morfológicos de ambos tipos de plantas y así poder definir el tipo de forraje que proveerá la disponibilidad de materia vegetal.

Las gramíneas son plantas que poseen hojas alargadas provenientes de una vaina foliar que envuelve al tallo. A diferencia de las leguminosas que poseen hojas anchas conectadas al tallo por un pecíolo. En el punto de contacto entre el pecíolo y el tallo se encuentra un apéndice llamado estipula, que es una característica propia de las leguminosas.

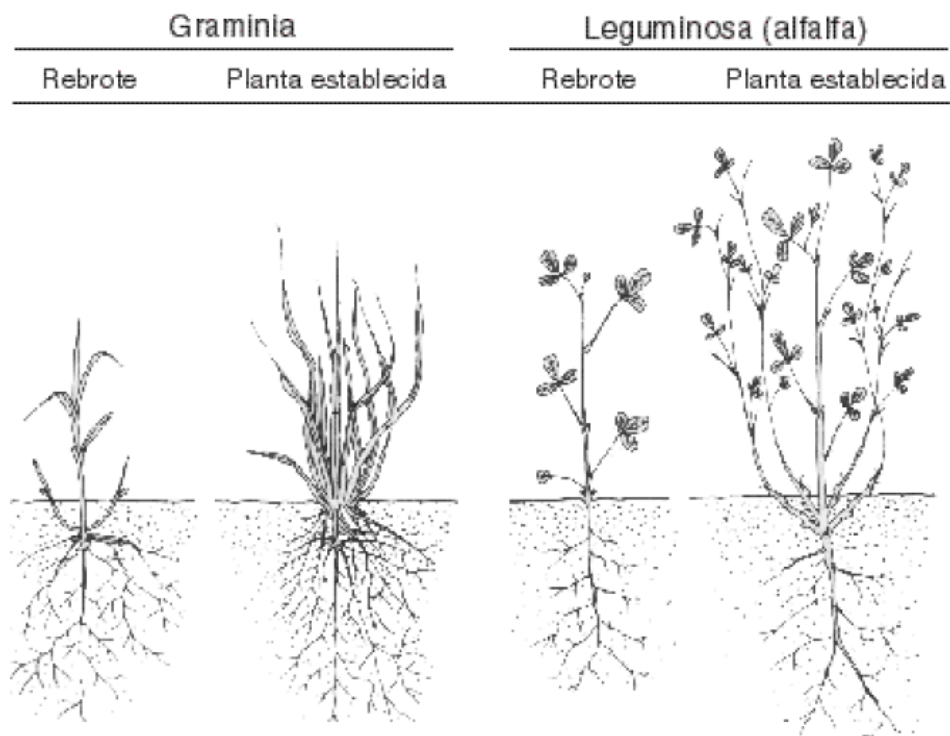


Figura 1. Ejemplo de Graminia y Leguminosa

### 2.13 Valor Nutricional de los Forrajes

El aporte nutricional de los forrajes no solo depende de factores anteriormente descritos si no de factores fisiológicos propios de las plantas que indican cual es el tiempo en el cual la concentración de nutrientes disponibles sea máxima haciendo este el tiempo optimo para la cosecha del forraje.

Las plantas, como todos lo seres vivos, poseen un ciclo de vida que puede ser dividido en varias etapas. La etapa de crecimiento, de la misma manera, puede ser separada en 3 fases:

1. Crecimiento vegetativo
2. Florescencia
3. Formación de semillas

#### **Etapas de crecimiento y Reproducción de plantas.**

ETAPA / DESCRIPCION

..... <i>Gramíneas</i> .....	
1 Vegetativo	Hojas o láminas solas, los tallos no son alargados.
2 Elongación	Tallos alargados.
3 Botón	Las inflorescencias están envueltas en las vainas enrolladas, pero no están expuestas
4 Excrescencia	Las inflorescencias salen de las vainas, sin producir polen
5 Floración	Etapas de floración, y producción de polen.
6 Estado cremoso	Semilla inmadura y de una textura de crema
7 Estado pastoso	Semilla bien desarrollada, y de textura pastosa.
8 Semilla madura	Semilla madura, las hojas se vuelvan amarillas y color café.
9 Post-madura	Las semillas son excesivamente maduras, hay algunas hojas muertas y algunas inflorescencias rotas.
10 Heno parado	Las hojas se han madurado en los tallos y la mayoría de las semillas han caído.

.....*Leguminosas*.....

- |                  |   |
|------------------|---|
| 1 Vegetativa     | Sin botones.  |
| 2 Botón          | Sin flores (especificar como botones jóvenes o maduros).                                    |
| 3 Primera flor   | Las primeras flores aparecen en las plantas.  |
| 4 Florescencia   | Las plantas florecen. (Especifica el porcentaje de los tallos que tienen una o más Flores). |
| 5 Vaina          | Las vainas de semillas se desarrollan.  |
| 6 Semilla madura | Principalmente vainas maduras y oscuras con las hojas más bajas muertas.                    |

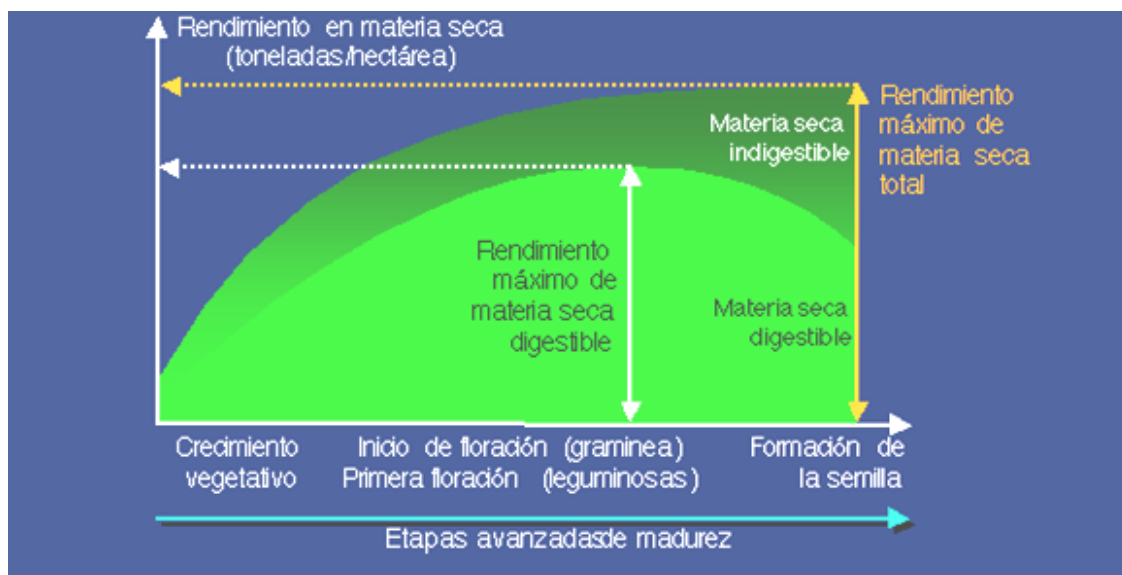
La etapa de crecimiento vegetativo es aquella donde el crecimiento y elongación de células en las hojas (los tallos con de poco valor nutritivo por su contenido de lignina) genera mayor demanda de nutrientes por la planta. Razón por la cual la planta absorbe mas nutrientes del suelo para poder suplir esta demanda. Es decir que el punto optimo de corte de forrajes sucede cuando la planta esta crecimiento activo y llegando casi a la florescencia. Este efecto se traduce que a mayor madurez de la planta, menor será la proteína y la energía disponible para el animal.

El forraje, por su disponibilidad y abundancia, se convierte entonces en la principal fuente de proteína para las vacas lecheras llegando a alcanzar 2/3 de la ración a base de materia seca.

Otra de las determinantes importantes de los forrajes es que la proteína tiende a concentrarse más en las hojas que en los tallos.

Las diferencias entre leguminosas y gramíneas no solo son de carácter morfológico. En el aspecto nutritivo se encuentran diferencias importantes. Las leguminosas por su mayor contenido proteínico (y por ende energético) tienen una alta producción de vitaminas solubles y son plantas más digeribles que las gramíneas.





Gráfica 3. Rendimiento del Forraje

El maíz y el sorgo son plantas también gramíneas pero a diferencia de los pastos utilizados en forrajes de estas plantas se aprovecha los granos. Los granos poseen una gran cantidad de almidón que proporciona energía para el animal.

#### 2.14 Concentrados

Son alimentos con dosis de nutrientes en proporciones tales que pueden complementar la nutrición con forrajes. Su textura es de granos finos molidos que contienen bajo contenido en fibra y son altos en energía (1.5 a 2 Mega calorías EN/Kg. MS). Los granos pueden estar sueltos o aglomerados en trozos, pellets. El tamaño de grano es importante ya que logra que los nutrientes sean más digeribles para el animal. Otra importante característica del tamaño granular es que hace que el concentrado sea más apetecible para el ganado. Es decir que en comparación con los forrajes, los concentrados poseen menor voluminosidad. (Babcok 1999)

La ventaja principal de los concentrados es la variación en la formulación. Los concentrados se pueden ajustar a una fase de crecimiento del animal una fase productiva en leche. Esta flexibilidad logra formulaciones con distintas concentraciones de proteína, minerales y vitaminas.

#### 2.16 Relación Forraje Concentrado

Muchas veces se describen las raciones de las vacas lecheras utilizando **la relación entre la cantidad de forrajes y la cantidad de granos**. Este método sencillo provee una buena guía para alimentar las vacas.

Típicamente, los forrajes son altos en fibra, y bajos en energía y los concentrados son bajos en fibra y altos en energía. Así, una ración con una relación de alto forraje, en comparación con el concentrado (por ejemplo 70:30) tendrá una densidad de energía menor que una ración con una relación baja de forraje a granos (porejemplo 40:60).

Típicamente, las raciones que contienen más de 65% concentrados (y así menor de 35% forrajes) tienen una densidad de energía alta, pero pueden provocar problemas de salud debido a la falta de fibra en la ración (acidosis ruminal y abscesos en el hígado).

La leche que se produce a base de estas raciones contiene un porcentaje de grasa reducido (menor de 2.5%). Así las raciones tienden a ser más caras, porque muchas veces los concentrados se compran y son más caros para el productor que los forrajes producidos en la misma finca.

## **2.15 Relación Forraje a Granos**

El volumen de un alimento está estrechamente relacionado con su contenido de fibra. Mientras más alto el contenido de fibra, más alto el volumen del alimento por unidad de peso.

Los forrajes son alimentos altos en fibra y por lo tanto se caracterizan por un volumen grande (es decir una densidad baja). En contraste, los concentrados generalmente son alimentos bajos en fibra y así se caracterizan por un volumen pequeño por unidad de peso (densidad alta).

El volumen de una ración está estrechamente relacionado con la relación de forrajes a granos que tiene. Una ración balanceada de un alto contenido de forrajes es más voluminoso que una ración que contiene la misma cantidad de energía pero formulada con más concentrados

Cuando el volumen de una ración es grande, la capacidad del rumen podría llenarse antes de que la vaca haya recibido lo suficiente para satisfacer sus necesidades de energía.

En contraste, una ración con más concentrados puede ser ingerida más rápidamente, pero puede resultar más cara. Además un exceso de concentrados puede ser dañina a la salud de la vaca. Así la ración para la vaca lechera que lleva la mejor relación de forrajes a concentrados es aquella que maximiza el uso de forrajes mientras mantiene un volumen compatible con la capacidad del rumen.

La ración con la relación óptima de forrajes a concentrados maximiza la producción de leche, preserva la salud de la vaca y además probablemente es el más económico.

## **2.16 La Regulación de La Ingestión**

Una de las artes de alimentar a las vacas lecheras de alta producción es la de convencerlas a comer todo lo que sea posible. Para lograr esto tenemos que entender primero qué es lo que provoca a la vaca a empezar, y luego terminar, de comer.

La regulación de ingestión es muy compleja porque implica un entendimiento no sólo de la fisiología digestiva, sino también la psicología del animal. La ingestión de alimentos para las vacas lecheras depende de las interacciones entre la dieta, el animal y el ambiente.

La ingestión en corto plazo, es decir, durante el mismo día, se puede alterar por la introducción de un nuevo alimento o la utilización de alimentos de palatabilidad diferente. En general, los concentrados tienen palatabilidad más alta que los forrajes. Así, cuando las vacas pueden escoger, prefieren comer el concentrado primero.

La regulación de la ingestión a largo plazo, a través de un período de 24 horas, está afectada principalmente por:

- La demanda de la vaca para energía.
- La capacidad del rumen de la vaca para acomodar cantidades grandes de alimentos.

## **2.17 Regulación de la ingestión según la demanda de energía**

La regulación de ingestión de acuerdo con la demanda de energía indica que el animal come para lograr sus requisitos de energía. Así, mientras se aumenta la producción de leche, también se aumenta la demanda de la vaca para energía proporcionalmente, y así la vaca come más.

La regulación principal de ingestión por la demanda de energía es sencilla. Cuando las células del cuerpo están trabajando más, requieren más metabolitos. Cuando las concentraciones de algunos metabolitos en la sangre son bajas se envían señales al cerebro, el cual le indica a la vaca que coma más.

Así, una vaca sana se adapta a un aumento en la demanda de energía (para crecimiento, lactancia o reproducción) con un aumento en su apetito (ingestión voluntaria).

### **3 Objetivos**

#### **3.1 General**

- Describir el proceso de formulación y elaboración de concentrados para ganado lechero, desarrollado en la finca El Porvenir estableciendo cómo afectó este proceso a la productividad del ganado y a la economía de la finca.

#### **3.2 Específicos**

- Identificar los factores que propiciaron el cambio de criterio para aceptación o rechazo de una formulación de concentrado.
- Describir la sincronización que la elaboración de concentrados tiene con otras actividades productivas de la finca.
- Determinar el ahorro o pérdida que la elaboración de concentrados representa para la finca.
- Establecer logros productivos alcanzados como consecuencia de la implementación de la formulación concertados en el hato lechero de la finca El porvenir

## **4 Metodología**

Para la realización de la sistematización se utilizó una metodología participativa que se base en recopilar toda la información desde el punto de vista de los agentes involucrados directa o indirectamente en la experiencia, para esto se llevó a cabo los pasos siguientes :

### **4.1 Definición del eje de sistematización.**

PROCESOS DE ELABORACIÓN DE CONCENTRADOS PARA EL GANADO LECHERO COMO UNA ESTRATEGIA DE REDUCCIÓN DE COSTOS EN LA FINCA “EL PORVENIR”, TAXISCO, SANTA ROSA

### **4.2 Identificación de actores involucrados.**

Este paso comprende la identificación y selección de personajes que se han involucrado de distintas maneras en el proceso, tanto directa como indirectamente. Se considera como al personal técnico y administrativo como actores directos de esta sistematización. Axial también los actores secundarios los constituyen los proveedores de materia prima para la elaboración del concentrado.

### **4.3 Recopilar y ordenar información disponible.**

Para poder obtener los datos cualitativos y cuantitativos que permitan la reconstrucción del escenario existente en la finca antes de la intervención se elaboró boletas con preguntas claves, que servían para este propósito. También se incluían preguntas que permitían descubrir la implementación del nuevo paquete tecnológico y el escenario actual en la finca.

La información recabada estaba en función de la materia prima y cubría aspectos como:

- Proveedores
- Costo
- Calidad
- Manejo de los materiales
- Medidas de control
- Elaboración del concentrado

#### **4.4 Organizar un programa de entrevistas.**

Una vez identificados y contactados los actores directos e indirectos se solicitaron citas para realizar entrevistas personales con el fin de recopilar la información. La información fue ordenada y sistematizada de manera tal que permitía visualizar el escenario original, el proceso de implementación y los resultados obtenidos posteriormente.

#### **4.5 Ordenar y organizar la información de las entrevistas.**

Cada boleta fue vaciada en un formato que ordenaba la información de manera tal que permitía mostrar el proceso desde el escenario con paquete tecnológico original, pasando por el proceso de intervención, la adopción del paquete tecnológico y finalmente los resultados.

#### **4.6 Redacción del informe final de sistematización.**

El informe final presentara tres escenarios divididos en:

- Situación Inicial
- Situación de Intervención
- Situación Final

Las lecciones aprendidas fueron el resultado de la Situación final.

## **5. Resultados y Discusión**

### **5.1 Situación Inicial**

#### **5.1.1 Antecedentes generales de la Finca el Porvenir**

Finca El Porvenir es una explotación agrícola ganadera ubicada en el Municipio de Taxisco, Departamento de Santa Rosa, a 117 km de la ciudad capital de Guatemala. Su clasificación de suelos es franco arenosos pertenecientes a la serie Bucul y con una altura de 50 msnm, el tipo de clima es cálido húmedo tropical.

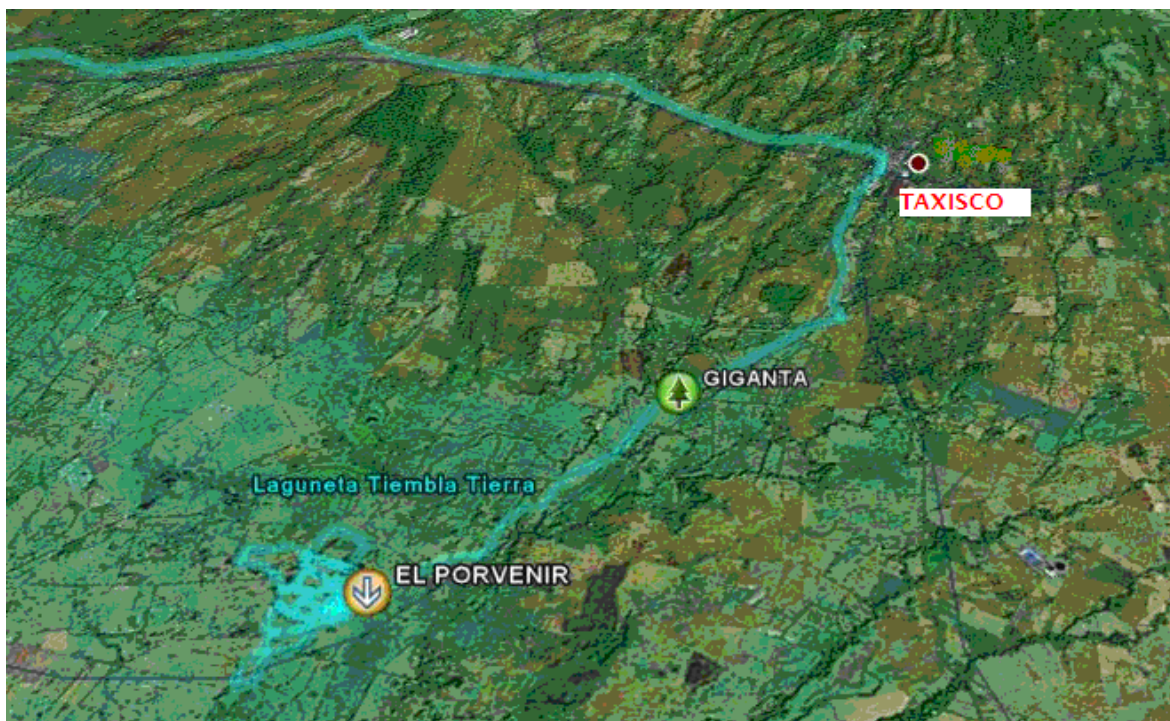
Durante las décadas del 60 y 70 el propósito principal de producción de la finca El Porvenir era el engorde de ganado vacuno. Como una alternativa de diversificación durante los años 80 se combinó con la producción de leche cruda, utilizando ganado de raza Cebú con un sistema de ordeño manual con un ordeño diario y alimentado en a base pastoreo.

Como una respuesta a las necesidades de tecnificación y acceso a mejores mercados en el año 1995, se inició un programa de mejoramiento genético para incrementar la productividad del hato lechero a través del programa de inseminación artificial, mediante la introducción de razas europeas *Holstein* y *Brown Swiss*. Esto permitió iniciar un proceso de selección de ganado eliminando aquellos animales cuya producción estuviera debajo de 5 litros diarios. En 1999, se implementó el sistema de doble ordeño y enfriamiento de leche. Finalmente, en el año 2000 se estableció el sistema de ordeñamiento mecánico con una capacidad instalada para producir 1500 litros diarios.

#### **5.1.2 Ubicación**

La Finca El Porvenir localizada en Taxisco, departamento de Santa Rosa se encuentra en las coordenadas latitud 14°02'11.08"Norte y longitud 90°29'16.98"Oeste . La finca tiene una extensión de 110 hectáreas. Se caracteriza por se plana y con acceso a agua. Además tiene un clima calido, con una alta humedad ambiental, propia de regiones cercanas a las costas del litoral pacifico.

La finca el Porvenir posee la ventaja de contar con buenos caminos para transitar y suficiente extensión para poder pastorear al ganado. La ventaja de buenos caminos y estar en plano radica en la mejor accesibilidad y transito desde y hacia la finca que facilita el movimiento de insumos, además el hecho de ser plana representa que cuando se este pastoreando el hato es mas fácil su movimiento dentro de la finca, esto representa menores perdidas en la ganancia de peso diario por animal.



Fotografía 1. Ubicación vía Satélite de la Finca El Porvenir

En la temporada de lluvias los suelos tienden a anegarse dada la gran precipitación pluvial a la cual es sujeta esta zona en la estación de invierno.

La finca cuenta con áreas cercadas por alambre de púas y otras con cercas eléctricas dependiendo de la cercanía del potrero a las instalaciones y de su manejo. Por lo general las áreas cercadas con alambre de púa están más alejadas del área de ordeño que las áreas en las cuales se utiliza la cerca eléctrica.

### 5.1.3 Establecimiento de la finca lechera

Como se mencionó anteriormente el propósito de la finca durante las décadas del 60 y 70 era el engorde de ganado vacuno. En la década del 80 se diversifica con la producción de leche cruda, utilizando ganado de raza Cebú. En el año 1995, se inició un programa de mejoramiento genético para incrementar la productividad del hato lechero a través del programa de inseminación artificial, mediante la introducción de razas europeas *Holstein* y *Brown Swiss*. En el año 1999 se cuenta con el capital necesario para tecnificar la operación y expandir la producción de leche. La inversión inicial se detalla en el cuadro



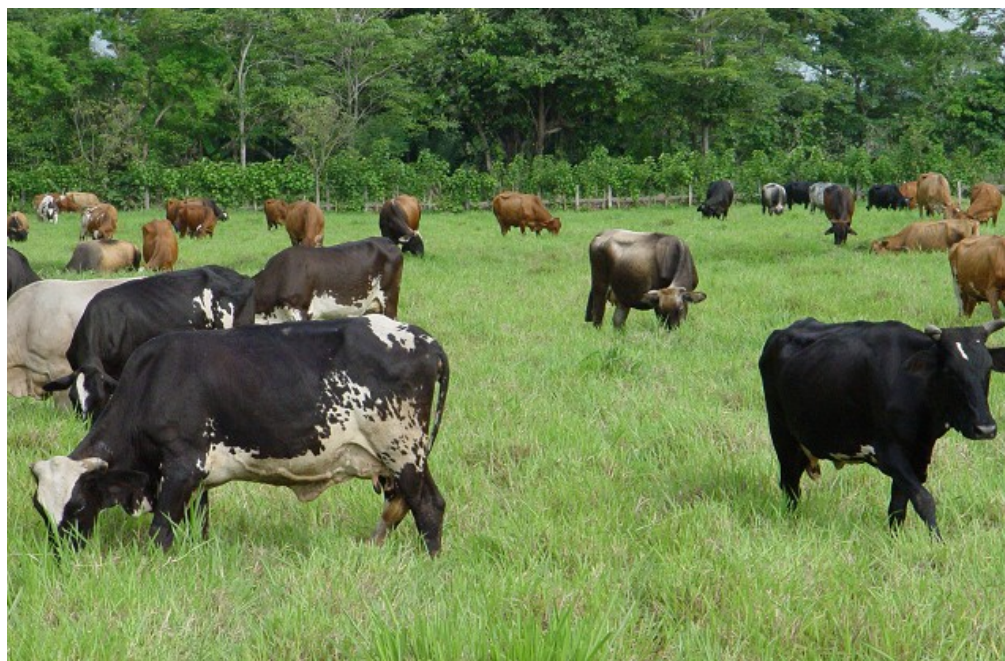
Cuadro 8. Monto de inversión inicial de la Finca el Porvenir. 1999

<b>Rubro</b>	<b>Inversión (Q.)</b>
Planta generadora de Energía	22,000.00
Deposito Refrigerado para la Recolección de leche	21,000.00
Sistema de Ordeno	25,000.00
Instalaciones	150,000.00
Bomba de Agua	18,000.00
Lote de 70 Vacas	560,000.00
<b>TOTAL</b>	<b>806,000.00</b>

#### 5.1.4 Características de producción

##### 5.1.4.1 Hato lechero

En la etapa inicial (año 2001) el hato lechero estaba compuesto por enteramente de la raza Brahman-Holstein y Brahman-Brown Swiss; ambas razas son híbridos de media sangre ( 50% de cada raza ) y toman las características de resistencia al calor y condiciones extremas de la raza Brahman, combinadas con la de alta productividad lechera de la raza Holstein o Jersey. El peso promedio de cada animal oscilaba entre 317 a 385 kg.



Fotografía 2. Razas Brahman-Holstein y Brahman-Brown Swiss

Cuadro 9. Razas de ganado lechero en la etapa inicial de la Finca El Porvenir. 2001

<b>Razas</b>	<b>No de cabezas en producción</b>	<b>Peso promedio por cabeza en kilogramos</b>
Brahman-Holstein	30	340
Brahman-Brown Swiss	40	362

#### **5.1.4.2 Manejo reproductivo**

Para la sostenibilidad de la producción lechera fue necesario implementar un manejo de la reproducción, ya que la leche es el alimento de ternero y es una respuesta a la preñez y concepción, es de gran importancia para la producción lechera el manejo de la reproducción. Un buen manejo debe lograr que la vaca quede preñada en ciclos más o menos uniformes para no afectar la producción. De no lograr esto, se considera una pérdida, debido a que no habrá producción de leche por parte de esta cabeza ya que se deberá esperar hasta el próximo celo, asumiendo que logre quedar preñada, un periodo de gestación de aproximadamente 282 días.

Para lograr un ternero por año (intervalo de parto de 365 días ) fue necesario que la concepción sucediera entre 80 a 90 días después del parto. La identificación del celo es de suma importancia ya que el mismo dura de entre 8 a 30 horas dentro de las cuales la vaca puede quedar preñada.

Para este efecto de identificación del celo, dentro del hato se contaban con toros jóvenes esterilizados que son sensibles al periodo de celo de la vaca .El mejor indicador del celo es que la vaca esta dispuesta a ser montada.

El hecho de tener toros jóvenes radica no solo en la identificación de las vacas que puedan ser servidas, si no que también en la determinación de la condición de apta o no para la craza ya que la vaca debe sostener el peso de un toro macho bien desarrollado.

#### **5.1.4.3 Manejo de recién nacidas Ciclo de manejo**

Las terneras recién nacidas deben de pasar por distintas etapas para que se les pueda considerar aptas para ser servidas y procrear crías propias, de esta manera produciendo leche.

A las terneras recién nacidas se les provee leche en pacha a razón de 5- 10 litros, dependiendo del peso del animal. Hay que tomar en cuenta que el calostro proveído por la vaca no es utilizable comercialmente de manera que se cumple la función de nutrir a la ternera y aprovechar la leche.

#### 5.1.4.4 Destete

El destete de una ternera debe suceder cuando se compruebe que tenga un crecimiento vigoroso y consumiendo por lo menos el 1% de su peso corporal de concentrado iniciador 0.6-0.8 kg diarios de concentrado. Se le ofrece concentrado a los 4 días después de haber nacido.

Usualmente esa condición se logra entre las 6 -8 semanas de edad. Sin embargo la fortaleza y desarrollo del animal son los mejores indicadores para tomar esta decisión. De acuerdo con la experiencia no se recomienda destetar a terneras de 4 semanas o menores ya que tienden a desarrollar menos defensas y morir en el futuro.

Después del destete el concentrado y forraje se convierten en las fuentes primarias de alimentación. En esta etapa se busca la mayor ganancia de peso diario posible. En esta fase de establecimiento de la explotación los registros de la finca indica que el hato lechero de la Finca el Porvenir poseía una ganancia diaria de peso de 0.35 kg.

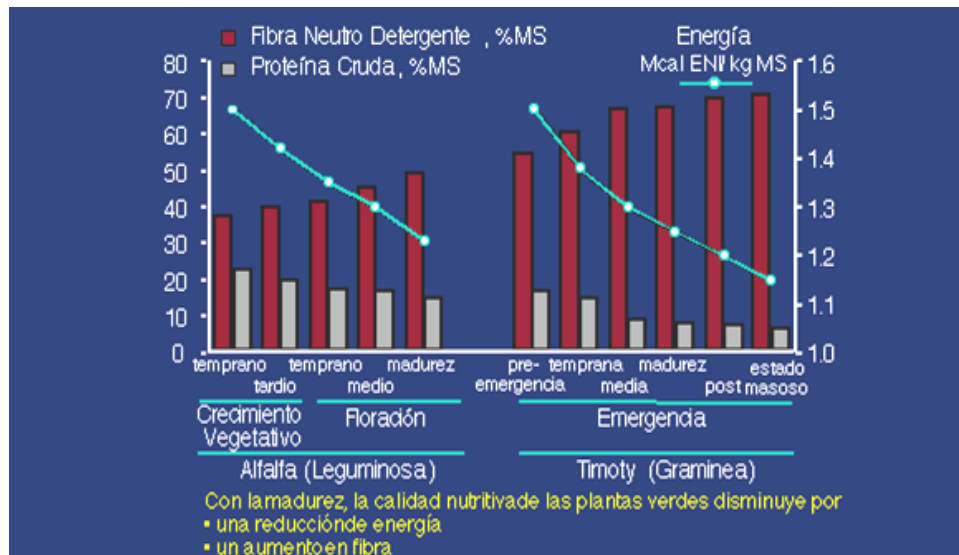
Usualmente les llevaba un promedio de 28 meses para que la ternera sea considerada de primera, es decir que haya alcanzado un peso de por lo menos 275.17 kg. A partir de este parámetro ya se puede pensar en servir a esta vaca para que quede preñada y así comience a producir.



Fotografía 3. Novillas de segunda usadas en el Etapa inicial

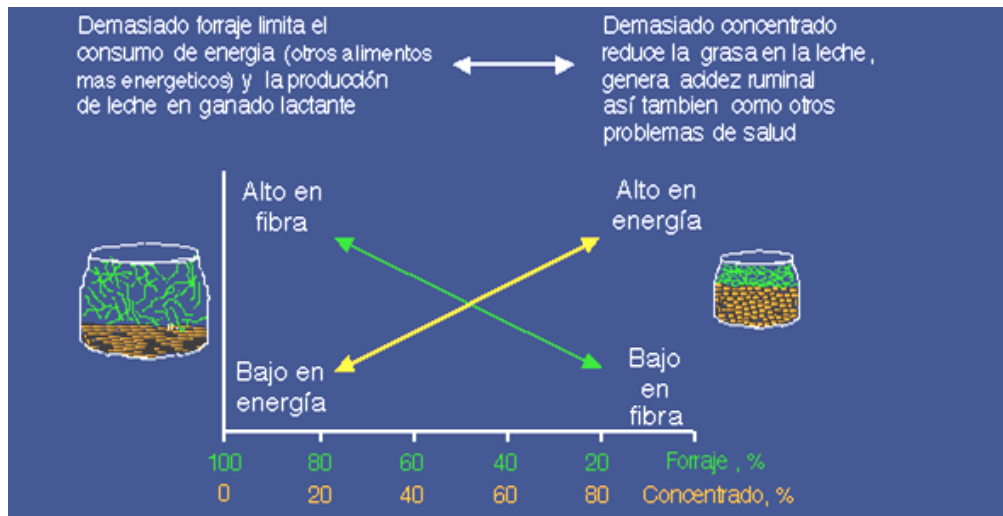
### 5.1.5 Disponibilidad de alimento

La disponibilidad natural de alimento era influenciada por la estación climática, ya que los pastos Jonson sembrados en la finca, a pesar de ser resistentes a la sequía, no soportan en su totalidad las inclemencias de la falta de agua en verano. Ese hecho influencia de manera negativa el aporte nutricional de los pastos. Esto implicaba que durante una parte del verano había falta de disponibilidad de pasto. Por tanto se dependía de los concentrados para la continuidad de las operaciones.



Grafica 4. Efectos de la madurez de la plantas forrajeras

El aporte de los forrajes, aparte de vitaminas y minerales, también incluye evitar la depresión de la grasa en la producción de la leche es decir una ración que contenga menos del 35% de forraje podría resultar en un bajo contenido de grasa en la leche. El aporte de los pastos en madurez fisiológica puede llegar ente el 8-18% de proteína cruda y de El nivel de proteína cruda también es afectado por la fertilización del forraje. (Babcock, 1999)



Grafica 5. Relación entre fibra y energía en la dieta de concentrados.



Fotografía 4. Área de Pastoreo Utilizable de la Finca

## 5.1.6 Concentrados

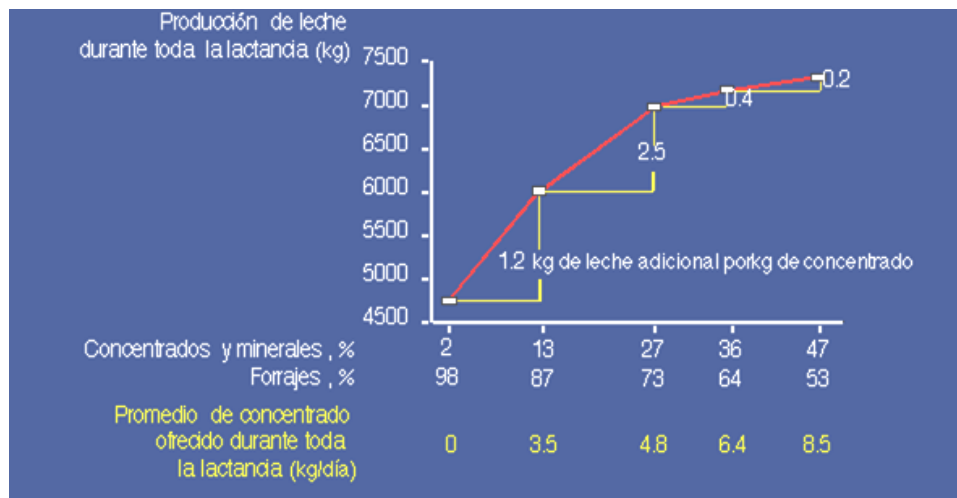
### 5.1.6.1 Consumo Diario

La dosificación diaria de concentrado depende del peso del animal y varía de acuerdo con la edad. Para animales pequeños de aproximadamente 20 – 40 semanas se administraba de 1.36-2.26 kg diarios de concentrado, animales de mayor tamaño se les administraba hasta 3.18 kg diarios. A vacas lecheras en plena producción se les administraba 4.09 kg diarios de concentrado.

### 5.1.6.2 Características Importantes de los Concentrados

Para suplir las necesidades nutricionales del hato lechero se contaba con un programa de alimentación que incluye los aspectos anteriormente descritos, de manera tal que esta empresa lechera depende altamente de los concentrados para lograr su producción ya que los concentrados poseen las siguientes cualidades:

- Alimentación Balanceada, el concentrado contiene la gran mayoría de elementos necesarios para la producción de leche.
- Variedad de formulas adecuadas al desarrollo fisiológico del animal
- Facilidad de manejo y administración de la dosis requerida
- Facilidad para la adquisición.



Grafica 6. Efecto de la alimentación con concentrado en la producción de leche.

### 5.1.6.3 Concentrados Utilizados

En mercado se podían encontrar distintas marcas de concentrado, sin embargo la determinante para escoger una formula no solo descansaba en la calidad y características importantes, si no que también influía la disponibilidad. Lo anterior se traducía en que debía de ser un proveedor o marca que contase con una buena cadena de suministro y distribuidores además de que llenara los requisitos antes descritos. Por estas razones se trabajaba con la marca Purina.

### 5.1.6.4 Bromatología

Para terneras recién destetadas se utilizo en la finca el concentrado na, su formulación tiene como propósito promover la ganancia diaria de peso por lo que se administra a terneras o animales en pleno desarrollo.

Cuadro 10. Composición del Concentrado Cria Vaquina

Proteína	No menos de	16 %
Grasa	No menos de	2 %
Fibra	No menos de	8 %
Humedad	No mas de	12.5%

El concentrado Lecharina esta formulado especialmente para las necesidades de vacas lecheras en producción.

Cuadro 11. Composición del Concentrado Lecharina

Proteína	No menos de	18%
Grasa	No menos de	2%
Fibra	No mas de	11.5%
Humedad	No mas de	14 %

Cuadro 12. Valor del Concentrado y su Flete

Marca Comercial del concentrado	Precio	Flete
	Q/ton	Q/ton
Cría Vaquina	2,138.40	55.00
Lecharina	1,855.70	55.00

Ambos concentrados son formulados de manera industrial por la cada comercial Purina, misma que los distribuye a los diferentes puntos de distribución en el país , como medida de la calidad cada lote de producción es analizado y como resultado se obtiene el análisis bromatológico que impreso en el embalaje de los concentrados.

### 5.1.6.5 Manejo de los Concentrados

La gerencia de la Finca El Porvenir debía tener en cuenta el hecho que no importando la marca o formulación de concentrado el análisis bromatológico reportado en la etiqueta iba disminuyendo en valor por acción de las altas temperaturas y humedad. Este hecho requería de asegurarse de administrar concentrados lo mas recientes posible, por que de otra manera no se estaría aprovechando al máximo sus bondades de manera tal que si se administraba concentrado no reciente la producción de leche descendía ya que los nutrientes estaban parcialmente hidrolizados.

No solo se debía tener un cuenta el efecto de la hidrólisis de los nutrientes, si no que requería de recompras constantes que obligaban a realizar mas viajes de compra y el horizonte de planificación reducido que estaba en función no de las actividades en la finca si no de la compra de concentrado.

También se tenia que tener en cuenta el hecho que la temperatura dentro de una bodega con techo de lamina era aun mas alta que la ambiental ya que era necesario reducir la ventilación para evitar el ingreso a bodega por vías de ventilación.

La estrategia en el uso de las formulas que estaba implementada era utilizar el concentrado especializado en desarrollo Cría Vaquina hasta los 120 días después de nacido y a partir de ese periodo de tiempo administraban Lecharina mas 50 gr de Aditivo Mineral.

Cuadro 13. Composición de Aditivo Multimineral

Nutriente	Símbolo	Parámetro	Cantidad (gr/kg)
Calcio	(Ca)	no menos de	120
Fósforo	(P)	no menos de	120
Hierro	(Fe)	no menos de	15
Magnesio	(Mg)	no menos de	10
Azufre	(S)	no menos de	12
Manganeso	(Mn)	no menos de	3
Zinc	(Zn)	no menos de	2
Cobre	(Cu)	no menos de	0.50
Yodo	(I)	no menos de	0.10
Cobalto	(Co)	no menos de	0.01
Selenio	(Se)	no menos de	0.01
Sal	(NaCl)	no mas de	100





Figura 2. Periodo de Administración de Concentrado

La ventaja de esta practica era netamente financiera ya que el concentrado Cría Vaquina era mas caro que el concentrado Lecharina y por consiguiente existía un ahorro, con el inconveniente de que la formula no era la especializada para el esta de desarrollo de los terneros, por esa razón se administraba el aditivo de minerales para compensar esta debilidad.

La diferencia del precio entre la formula Cría Vaquina y la Lecharina es que la primera es peletizada y esto permite una mejor absorción de los nutrientes, por esta razón el contenido de proteína es 2% menor en relación a la formulación Lecharina

#### 5.1.6.6 Disponibilidad del concentrado

Era de gran importancia para sostener la producción poder asegurar cantidades de concentrado adecuadas, entonces la cercanía hacia fuentes que pudiesen proveer el concentrado se tornaba en una ventaja ya que si en la finca se terminaba el concentrado el mismo se podía adquirir en Taxisco en cualquiera de los siguientes agro servicios: Agropecuaria El Establo y El Corral. Sin embargo esto representaba un costo adicional ya que habría que sumar el costo del flete más el precio establecido según la demanda y oferta local.

La gerencia de Finca el Porvenir optaba por adquirir el concentrado en la ciudad capital de una manera directa y pagar Q 2.50 de flete por cada 45.36 kg.

#### 5.1.6.7 Impacto del la Variación de Precio de los Concentrados

Tomando como referencia el consumo diario de 4.08 kg de concentrado Lecharina de una vaca en producción a un costo de Q 1.85 por kg y por lo menos 70 vacas durante 240 días de producción se contabilizaba un gasto Q 127,537.20. Si el precio de un concentrado aumentaba en Q 2.00 por 45.36 kg representaba un gasto adicional de Q 3,024.00 ascendiendo a Q 130,561.20.

### 5.1.7 Producción de leche

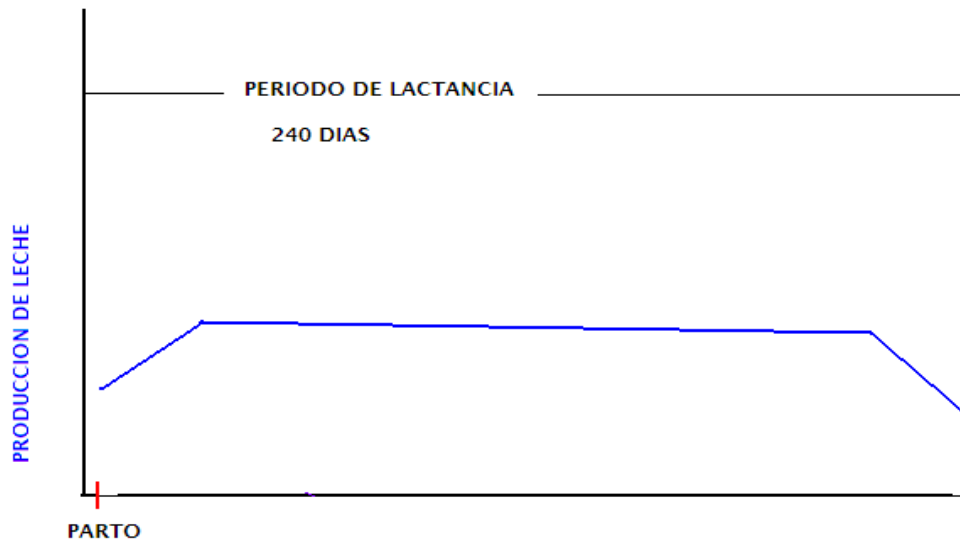


Figura 3. Periodo de Lactancia Promedio en la Finca El Porvenir

La figura 2, representa el comportamiento promedio de la producción de leche. La curva representa la producción individual que al principio comienza con 2.5 lts diarios y se eleva rápidamente hasta los 5-7 lts para empezar a declinar.

Cuadro 14. Producción anual en litros de leche Finca el Porvenir, durante la etapa inicial

<b>Año</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>
Producción total (lt)	148,555	171,784	212,274

### 5.1.8 Periodo de lactancia

El periodo de lactancia en la Finca el Porvenir tuvo un promedio de 240 días, este periodo dicta la producción de leche. En comparación con la producción de hatos lecheros de razas puras como ( Holstein 280-310 días ) este periodo era bajo, sin embargo considerando las condiciones climáticas de extremo calor y el proceso de adaptación al que debieron ser sometidas, sumando la no homogeneidad genética del hato, la gerencia considero que era un periodo de producción aceptable.

### 5.1.9 Precios de la leche

Los precios que la Finca El Porvenir podía obtener por la calidad de la leche producida dependían grandemente de no solo del contenido de grasa (sólidos totales) por litro de leche si no que también de la higiene que en si es la ausencia de antibióticos, pesticidas, preservantes así como de un bajo nivel microbiológico de UFC (unidades formadoras de colonias).

El precio base por litro de leche pagado a la Finca El Porvenir oscilo ente Q 2.25 – Q 2.40 más una bonificación por calidad que va de acuerdo a la siguiente tabla:

Cuadro 15. Tabla de Bonificación 2002

Sólidos totales	Bonificación	Nivel Microbiológico		Bonificación
		( por UFC en miles )		
% ST	Centavos de Q.	De	A	Centavos de Q.
12	0.005	0	500	0.5
12.1	0.01	501	1,000	0.25
12.2	0.015	1,001	3,000	0.15
12.3	0.02	3,001	5,000	0.08
12.4	0.025	5,001	+	---
12.5	0.03			

La tabla anterior representa las Bonificaciones que la empresa INDULAC, S.A. ofrece a los productores tecnificados de leche que llenen los requerimientos de salubridad.

Cuadro 16. Precio Promedio por Litro de leche

Año	Precio Promedio por litro
2001	Q 2.55
2002	Q 2.45
2003	Q 2.67

#### 5.1.9.1 Manejo de la Producción de Leche

Para que la leche pueda ser vendida es esencial mantener una cadena en frío ya que de otra manera le leche no solo aumenta su contenido de bacterias si no que también las propiedades físicas cambian por efecto de la temperatura ambiental, en si promoviendo la formación de ácido láctico que afecta el sabor.

Para lograr este objetivo la Finca El Porvenir contaba con un sistema de ordeño mecánico y un contenedor refrigerado especial para recolectar de manera automática la leche. Esto aseguraba la calidad de la leche y su salubridad, evitando contaminación por el ordeño manual así como desperdicios por derrames en el manejo de la leche al ser trasvasada.



Fotografía 5. Contenedor Refrigerado

#### 5.1.10 Costos y Rentabilidad del proceso productivo lechero

Cuadro 17. Flujo de Caja de la Finca El Porvenir, Taxico Santa Rosa. Etapa Inicial

	2001	2002	2003
INGRESOS TOTALES	Q 406,537.50	Q 462,044.93	Q 556,788.50
Leche	Q 371,387.50	Q 429,460.88	Q 530,685.10
Vacas de deshecho	Q 35,150.00	Q 32,584.05	Q 26,103.44
COSTO TOTAL	Q 349,557.49	Q 361,832.18	Q 373,831.04
Variables	Q 202,363.40	Q 207,827.22	Q 219,201.39
Fijos	Q 147,194.04	Q 154,004.97	Q 160,392.48
UTILIDAD BRUTA	Q 56,980.00	Q 100,211.74	Q 182,957.51
ISR	0.00	Q 18,159.86	Q 23,927.80
INVERSION	0.00	Q 25,000.00	Q 25,000.00
FLUJO DE CAJA NETO	Q 56,980.44	Q 77,952.88	Q 184,029.71

Después de un detenido análisis, la gerencia de la Finca El Porvenir estableció los siguientes puntos:

- Los concentrados, en su dos formulas representaban el 70% de los costos variables. Esto significa que los concentrados representan el mayor costo operativo y las reservas de efectivos deber ser bien planificadas para la adquisición de los concentrados, de otra manera la producción será impactada negativamente.
- La reinversion realizada trataba de reponer cabezas productivas lecheras (se desechan vacas que ya no producen o han tenido muchos problemas para volver a procrear) para mantener un hato lechero de entre 60-70 vacas produciendo continuamente.

## COSTOS

Cuadro 18. Costos Variables en la producción lechera la Finca El Porvenir

	2001	2002	2003
Alimentación	Q 141,641.10	Q145,479.05	Q153,440.97
Medicina	Q 40, 472.68	Q 41,565.44	Q 43,840.27
Reproducción	Q 20,249.62	Q 20,782.73	Q 21,920.15

Cuadro 19. Costos Fijos en la producción lechera la Finca El Porvenir

	2001	2002	2003
Agroquímicos	Q 8,300.00	Q 11,785.70	Q 12,437.50
Planilla Salarios	Q 108,000.00	Q 108,000.00	Q 108,000.00
Combustibles	Q 25,000.00	Q 26,285.00	Q 27,443.00
Instalaciones	Q 5,894.00	Q 7,844.27	Q 12,511.50

### 5.1.11 Análisis FODA en la Etapa Inicial

El análisis de competitividad y organización interna hecho por la administración calificó a la empresa bajo el siguiente esquema de fuentes potenciales:

#### **Oportunidades:**

-Acceso a mercado ilimitado. De toda la producción lechera de Guatemala, se estima que tan solo el 20% de esta reúne las condiciones de calidad para ser comercializada de acuerdo con el Acuerdo Gubernativo 147-2002, el cual establece normas para la calidad.

-Mayor tecnificación y mejor calidad de producto. El ordeño mecanizado así como el manejo de la producción representan garantías que sostienen la producción de calidad lo que permite vender la leche a mejores precios.

-Industrialización de la leche. Durante el periodo 2000 – 2002 la capacidad instalada para procesar leche de calidad aumentaba por cuestiones de inversión privada, surge el grupo Trebolac que a través de una inversión de Q 20 millones de quetzales posee una capacidad instalada de procesamiento de 100,000 litros diarios de leche fresca.

#### **Amenazas:**

-Importación de leche en polvo. El Artículo 5 del decreto 147-2002 autoriza la rehidratación de leche con leche en polvo además que se redujeron o están en proceso de eliminación las barreras arancelarias para la importación de leche en polvo. Por su facilidad de manejo que no requiere cadena de frío y se le puede almacenar casi indefinidamente representa una amenaza al ser un sustituto de la leche fresca. Es decir que si la importación de leche en polvo sigue en aumento, esto impactara la industria de leche en fresco negativamente ya que se reduciría la demanda del producto. Como bien es sabido los más grandes importadores de leche son Nestle, Dos Pinos e Industrias Sula.

-Subsidios en países industrializados a la industria de lácteos. Muchos países cuenta con subsidios estatales en la producción láctea, de manera tal que existe un flujo constante de capital en la producción no nacional láctea lo que resta competitividad ya que el sector nacional no recibe tales aportes y por ende esta en desventaja competitiva ya que la importación de tales productos es un hecho.

-Baja de precios de venta en finca. A pesar de tener la infraestructura para poder producir leche de Calidad tipo A, el consumidor guatemalteco exige mayor calidad pero no esta dispuesto a pagar por ella un mayor precio, esta situación se refleja en el bajo consumo per capita de leche de Guatemala.

-Políticas gubernamentales. La incertidumbre política del país por falta de continuidad de políticas de desarrollo comercial, es decir que cada gobierno impone un distinto plan económico y no se da seguimiento a uno solo, representa el riesgo potencial de que las reglas que rigen el comercio cambien por cuestiones de presiones externas para favorecer a productores de países industrializados en el proceso de adherencia al Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos.

-Dependencia del clima y desastres naturales. Extremos climáticos afectan la producción de leche negativamente ya sea por exceso de lluvia o calor, lo que produce estrés y por ende la reducción de la producción. Estos cambios no solo afectan en estrés si no que pueden promover el desarrollo de enfermedades que también disminuyen la producción.

-Delincuencia en el país. El robo de mercadería en tránsito es un hecho en las carreteras del país, esto implica la pérdida del concentrado por robo ya sea en tránsito o almacenado en la bodega de la finca.

#### **Fortalezas:**

-Ubicación de la empresa. La cercanía a la ciudad Capital donde se encuentran el mayor consumo y las plantas para procesamiento permite trasladar la leche en fresco sin afectar la calidad de la misma.

-Equipo y tecnificación. Se cuenta con el equipo de ordeño y de enfriamiento para ofrecer un producto de calidad.

-Base genética. Las razas utilizadas están plenamente adaptadas a las condiciones climáticas y se puede lograr un aumento de la producción a ir afianzando las características genéticas para que los genes tanto de producción y resistencia alcancen su máxima expresión.

-Experiencia y conocimiento del negocio. El haber entrado en el negocio ya hace tiempo permitió desarrollar la curva de aprendizaje con respecto al manejo administrativo y operativo de la producción lechera, esto coste de aprendizaje ya fue realizado y ahora permite ser aprovechado de mejor manera, tanto por lecciones aprendidas por acierto así como por equivocaciones.

**Debilidades:**

-Disponibilidad de alimento. La disponibilidad natural de alimento (pastos y forrajes) se ve impactada negativamente por efecto de las estaciones climáticas.

-Manejo del hato de reemplazo. Una vez la vaca dejaba de ser productiva había que reemplazarla ya que si no se realizaba impactaba en la productividad, baja producción de leche y el consumo habitual de concentrado. Esto requería de llevar registros muy precisos de producción y partos, los cuales no siempre estaban al día y disponibles por falta de personal capacitado para realizar este monitoreo de manera constante.

-Falta de Crédito para expandir operaciones. El sistema financiero no daba prestamos a fincas lecheras por considerarlas de gran riesgo de insolvencia en el pago de un préstamo por efecto de las amenazas.



## **5.2 Etapa de Intervención**

La gerencia de la Finca El Porvenir, basándose en su análisis FODA empezó un programa de mejoramiento de las debilidades encontradas. Dicho programa fue puesto en marcha en primer trimestre del 2004. Dentro de las debilidades la falta de disponibilidad de alimento natural tenía gran impacto, ya que incrementa los costos. Esto implica dependencia de los concentrados y por ende estar sujetos al impacto de la variación de los precios de los concentrados.

Teniendo en cuenta que los concentrados componían el 70% de los costos variables, la gerencia de la Finca El Porvenir decidió comenzar su programa de mejoramiento en donde posiblemente tuviesen el mayor impacto posible.

De esta disposición la gerencia implemento un plan para reducir la dependencia de concentrados y reducir sus costos operativos, traduciéndose en ahorro que podría invertirse en vacas para el hato de reemplazo.

### **5.2.1 Fase 1. Búsqueda de la formulación**

Después de un análisis de la proteína que aporta cada formulación de concentrado y en la etapa de desarrollo en la cual se administra, la gerencia de la Finca El Porvenir decidió buscar un sustituto de la formulación Lecherina.

La decisión anterior descansa sobre el hecho de la resistencia que los organismos adquieren con la edad y por ende una mayor capacidad de recuperación en caso la formulación no funcione.

El riesgo al tratar de sustituir el concentrado Cría Vaquina es en retardar el crecimiento en animales mucho mas susceptibles, las consecuencias de esto implicaría no solo un tiempo mayor para que la novilla alcanzase un peso adecuado, si no que también haría que la novilla pudiese ser mas propensa a enfermedades y con esto el riesgo de perder la novilla por mortandad es mucho mayor así como la producción a futuro de leche lo que implicaría un gasto en reponer esta novilla.

Por otro lado aunque la novilla no muera también implicaría costo adicional ya que habría que esperar más tiempo para que alcance el tamaño adecuado para iniciar el ciclo de reproducción y por ende la producción de leche.

### **5.2.2 Estrategias implementadas**

En el proceso de búsqueda de una formulación se elaboraron dos estrategias a seguir para encontrar la una formulación más barata en costo pero que de igual manera provea los nutrientes:

1. Utilizar como base un porcentaje en libras la formulación Lecherina y agregar otros ingredientes para que la mezcla total de 45.36 kg (100 lb). equipare los contenidos de grasa, proteína y fibra a 45.36 kg (100 lbs) de la formulación industrial.
2. No utilizar como base la formulación Lecherina en encontrar ingredientes sustitutos en un 100 %

### **5.2.3 Criterios que debe llenar la formulación**

Para que el proceso tuviese éxito fue necesario identificar criterios y estándares vigentes en la industria de la elaboración de concentrados. De esta manera se aseguraría que no solo el éxito de la formulación si no que al mismo tiempo un mínimo de impacto en el crecimiento de las novillas y en la producción lechera.

Estos criterios están dados por el análisis bromatológico en esencia el aporte de proteína, fibra y grasa que una formulación tiene en un dado porcentaje. Se tomo como base el análisis bromatológico de las formulas Purina como objetivo.

### **5.2.4 Búsqueda de Formulas**

El punto de partida para la gerencia en el proceso de búsqueda de una formulación fue tomar como referencia el proceso del ensilaje, ya que en si este proceso no es un concentrado dio como ideas de que ingredientes podrían utilizarse en la formulación.

Como primera aproximación utilizaron la estrategia 1, ya que era la más simple de implementar y requería el menor esfuerzo al ya tener la base de esta formula: concentrado.

Para complementar el concentrado se buscaron ingredientes que fueran comunes, de fácil obtención y de gran valor nutritivo. El valor nutritivo de varios ingredientes ya era conocido con base en experiencia de ensilajes. Por lo tanto no fue difícil también buscar ingredientes tradicionales que se utilizaban de una u otra forma en la alimentación de ganado ya sea lechero o de engorde.

### 5.2.5 Formulas Propuestas

#### FORMULA 1

INGREDIENTE	%	BATCH 272.16 kg	Costo por 45.36 kg
Concentrado Aves	4	24	26.40
Sorgo	42.7	256.20	179.34
Afrecho	20	120	94.08
Melaza	12	72	18.00
Lecharina	20	120	174.00
Carbonato de Ca	1	6	1.02
Fosfato	0.3	1.8	2.52
TOTAL	100	600	495.36

La fórmula anterior tenía un costo por de Q 82.56 por cada 45.36 kg (100 lb) y un contenido de proteína del 17.2% proveyendo EN en lactancia de 1.584 Mcal/kg.

#### FORMULA 2

INGREDIENTE	%	BATCH 272.16 kg	Costo por 45.36 kg
Concentrado Aves	5	30	33.00
Sorgo	42.5	255	178.50
Afrecho	14	84	65.85
Melaza	10	60	15.00
Lecharina	21.2	127.20	184.44
Carbonato de Ca	1	6	1.02
Fosfato	0.3	1.8	2.52
TOTAL	100	600	480.33

El costo por quintal de esta formula es de Q 80.75 por 45.36 kg proveyendo 17 % y EN lactancia de 1.527 Mcal/kg., de acuerdo con los análisis bromatológicos hechos a las fórmulas.

FORMULA 3

INGREDIENTE	%	BATCH 272.16 kg	Costo por 45.36 kg
Maíz	32.50	195.00	177.45
Ajonjolí	20.00	120.00	45.60
Arroz	15.00	90.00	72.00
Lecharina	15.00	90.00	136.80
Melaza	15.00	90.00	22.50
Fósforo	0.50	3.00	5.25
Calcio	1.20	7.20	1.30
Urea	0.40	2.40	3.00
Condition	0.40	2.40	4.58
TOTAL	100	600	468.48

El costo por quintal de la Formula 3 era de Q 78.02 por cada 45.36 kg.

FORMULA 4

INGREDIENTE	%	BATCH 272.16 kg	Costo por 45.36 kg
Maíz	15.00	90.00	81.90
Pasto	66.90	401.40	244.85
Lecharina	15.00	90.00	136.80
Fósforo	0.50	0.30	5.25
Calcio	1.20	7.20	1.30
Urea	1.25	6.00	7.50
Condition	0.40	2.40	4.58
TOTAL	100	600	482.18

La formula anterior costaba Q 80.36 por 45.36 kg aportando 15,1% de proteína y 1.23 Mcal/kg. EN lactancia.

## FORMULA 5

INGREDIENTE	%	BATCH 272.16 kg	Costo
Maíz	32.40	194.40	176.90
Soya	35.00	210.00	100.80
Lecharina	15.00	90.00	136.80
Melaza	15.00	90.00	22.50
Fósforo	0.50	3.00	5.25
Calcio	1.20	7.20	1.30
Urea	0.50	3.00	3.75
Condition	0.40	2.40	4.58
TOTAL	100	600	451.88

La formula No. 5 costaba Q 75.31 por 45.36 kg (100 lb) aportando 19% de proteína y EN lactancia de 1.19 Mcal/kg

### 5.2.6 Fase 2. Obtención de los Ingredientes

La búsqueda de ingredientes comenzó en la Terminal de Autobuses en la zona 4 de la Ciudad Capital así como en fincas aledañas en el área. Sin embargo se lograban asegurar ingredientes no procesados y la textura de los ingredientes tomo gran relevancia ya que los concentrados aplicados en la finca son de textura mucha mas fina que los ingredientes en su forma natural, semejándose a polvos de textura gruesa.

Procesar el maíz a harina requeriría inversión especializada en maquinaria, además de que este tipo de maquinaria viene diseñada para procesar cantidades industriales de ingredientes, se requeriría de fuentes de poder e instalaciones y otros gastos más, por lo tanto esto no constituía una alternativa viable.

Luego la búsqueda se centro en los productores de concentrado, ya sea de perros u otros animales, ya que utilizan muchos de los mismos ingredientes e importan suficiente materia prima, la cual podrían estar interesados en vender sobrantes.

Es así que contactan a PURINA y ALIANZA de una manera directa, ya que estas dos empresas son las mas grandes y aparte de tener amplia cantidad de materia prima son fabricantes de concentrados.

La gerencia de la Finca El Porvenir encontró que el fósforo y calcio eran distribuidos por la empresa FORRAJES DEL CAMPO, misma que se dedica a la venta de suplementos alimenticios para la industria ganadera.

La urea se podía adquirir en un sin fin de establecimiento agrícolas, agro servicios, cooperativas y su distribución es amplia y de gran diseminación.

El producto Condition, es un secuestrador de mico toxinas que evita que las harinas derivadas de granos básico o granos básico en almacenamiento desarrollen esta condición ya totalmente inutiliza el ingrediente y su aporte nutritivo, sin embargo el riesgo mas grande es el de administrar raciones con mico toxinas e intoxicar a todo el hato lechero, situación que seria catastrófica. Este producto lo distribuye la casa comercial DUWEST.

### **5.2.7 Elaboración de la Formula**

Para elaborar la formula era necesario mantener la uniformidad en la mezcla de los ingrediente, si esta condición no se llenaba se corría el riesgo de que ciertas porciones tuviesen una composición bromatológica mayor o menor a la requerida. Esto aumentaría la varianza la producción de leche, que aparte de la influencia genética, climática se introduciría una nueva fuente de variación en la producción diaria promedio de leche por cabeza.

Esto tendría un impacto a largo plazo y seria muy difícil determinar la causa de la variación de la producción a este factor por lo cual se complicaría tomar acciones correctivas ya que no se sabría si es por efecto de la alimentación, clima, estrés o algún otro factor externo.

Luego de asegura los ingredientes se encontró el inconveniente de el orden de la mezcla. Cual seria el orden de mezcla de los ingredientes que asegurase un mínimo de uniformidad? Que cantidades deberían ser utilizadas? Se decidió realizar pruebas en cubetas y luego inspeccionar la uniformidad de manera visual.

En las pruebas realizadas se determino que los primeros ingredientes a utilizarse en la formulación deberían de ser los más densos. Eso lograría una base que permitiera a través del movimiento rotatorio de la mezcladora asegurar la uniformidad.

Sin embargo en el primer ensayo de mezcla se comenzó con 362.88 kg (8 qq) de harina de maíz, y luego de inspeccionar la formula se dieron cuenta que no había uniformidad en la mezcla, por esta razón y a través de ensayos se determino que la cantidad optima en relación a la capacidad del deposito era de 272.16 kg (6 qq). Esta cantidad permitía mas espacio vacío dentro de las cuales a través de la acción de la mezcladora se lograba que los ingredientes menos densos fuesen mezclados con el ingrediente base.

El orden sugerido para la mezcla quedo de la siguiente manera:

1. Maíz , Sorgo, Soya
2. Concentrado
3. Demás ingredientes



Fotografía 6. Mezcladora accionada por toma de fuerza de tractor.

### 5.2.8 Fase 3. Evaluación

Para evaluar las formulas se tomaba 5 vacas en plena producción a las cuales se les administraba la formula escogida durante 30 días. La gerencia de la Finca El Porvenir decidió tener un buen margen de seguridad al dar 30 días de prueba de manera tal que se pudiese contar con resultados confiables ya que la formula escogida seria administrada a todo el hato.

La prueba no solo consistía en ver si la producción por lo menos se mantenía igual si no que también consistía en prueba de palatabilidad, es decir que tanta aceptación tenía el concentrado al gusto del animal. Las variables anteriores eran monitoreadas de cerca.

Cuando se finalizaba la evaluación de una formula se procedía de nuevo a seleccionar otros 5 candidatos para probar la próxima formula. Esto era realizado para evaluar el cambio al regreso de la dieta normal del animal. Es decir que una vez finalizada la prueba el animal regresaba a recibir su dieta antigua que consistía de concentrado comprado y forraje.

### 5.2.9 Resultado de las Formulas

Después del periodo de prueba se determino cual de las formulas anteriores afectaba negativamente la producción de leche, ya sea en el sentido neto de la producción o de el manejo y planificación de los ingredientes y que a partir de este punto la elección de la formula esta en función de menor costo y disponibilidad de la materia prima ya que el flete calculado ( incluye la utilización del tractor para accionar la mezcladora ) no importando la formulación era de Q 4.25 por quintal elaborado. Si se utilizaba como base 272.17 kg.

Las formulas 1 y 2 en base al manejo y disponibilidad de la melaza resultaron satisfactorias en los resultados, sin embargo no eran las más baratas ni tampoco tenían el contenido de proteína más alto.

La formula 3 fue desechada desde el principio y no se le realizo análisis bromatológico por la razón de que asegurar ajonjolí como ingrediente fue muy difícil, se conseguía ciertas cantidades pero no a satisfacción. Además que presentaba problemas en la uniformidad de la formula.

Las formulas 4 y 5 fueron las elegidas. De entre ambas la que posee mayor proteína es la formula 5. Sin embargo la formula 4 esta sujeta a la disponibilidad natural de pasto, situación que no siempre es favorable dentro de la finca por causas de estacionalidad climática.

La formula No. 5 resulta ser la mas barata y cuyos ingredientes son asequibles. Esto no eliminaba el riesgo que la soya se escasease. De manera tal que se busco un sustituto alternativo, el cual después de las pruebas resulto ser el Palmiste. En caso estos ingredientes escaseasen se podría utilizar las formulaciones 1 o 2, aunque esto reduciría el ahorro. Se inicio la administración de la formula No. 5 en Junio 2004



### 5.3 Situación Final

#### 5.3.1 Situación actual de la Finca el Porvenir

En afán de mejoras continuas para este periodo se había finalizado la instalación de cercas eléctricas en toda la finca a manera de evitar casi en su totalidad el peligro de alambre de púas.

Esta mejora representa mayor seguridad en especial en que las vacas o novillas no estarán expuestas a las púas de la alambrada y por ende correr el riesgo de una infección, la requeriría de administración de antibióticos, si la vaca se encuentra en producción la leche producida durante el tratamiento del antibiótico no será apta para la venta.

Sin embargo se deben de realizar inspecciones rutinarias de las alambradas ya que animales de campo tales como tacuazines ocasionalmente con su cola tocan la alambrada y pieren electrocutados, razón por la cual se realiza la inspección para retirarlos de la alambrada.



Fotografía 7. Novillas en pastoreo

También se mejoraron los corrales al instalar saraes para proveer sombra a las vacas y se instalo un ventilador. Todos estas mejoras con el afán de reducir el estrés que las vacas puedan experimentar y así reducir el impacto potencial de estas variables en la producción lechera.



Fotografía 8. Corrales Mejorados

Los corrales mejorados introducían la característica de tener el piso de cemento, esto hacia que las vacas y en especial las ubres no estuviesen expuestas a lodo o la tierra de una manera directa y así se mejoraba la salubridad ya que consistía en un mejor manejo y riesgo de contaminación.

### **5.3.2 Características de producción**

#### **5.3.2.1 Hato lechero**

Fruto de los esfuerzos de cruces par afianzar las característica genéticas ventajosas, ya que el hato origina era un hibrido F1, se logro una mayor uniformidad en el hato.

Así mismo el tamaño del hato lechero se incremento ya que para a mediados de año se contaba con 90 – 110 vacas lecheras en plena producción de manera sostenida y el hato en total había crecido a 350 animales en total. Del total de vacas en producción las 70 vacas tienen genética Holstein y 20 Brown Swiss.

La base del hato lechero había cambiado ya que la continua cruza de mejora lograba hatos  $\frac{3}{4}$  de sangre Holstein combinado con  $\frac{1}{4}$  de la expresión genética de la raza Brahman. Esto lleva a lograr una mejor aclimatación que con un hato de media sangre.

Sin embargo ya se había puesto en marcha la introducción de vacas Holstein más productivas pero aclimatadas al trópico. Estos ejemplares son originarios de Nueva Zelanda y se espera que substituyan en su totalidad al hibrido entre raza cebuina con Holstein o Brown Swiss.

### **5.3.2.2 Manejo Reproductivo**

Las mejoras realizadas en el manejo de los registros permitía determinar y planificar con mayor efectividad la producción, es decir que se continuaba con la práctica de toros jóvenes para la detección del celo, sin embargo ahora cada vaca tiene su propio registro tanto de productividad así como de partos.

La información anterior es utilizada ya no solo para depender de los toros jóvenes, si no que de programar verdaderamente las preñeces de las vacas. El manejo de esta información se vuelve crítico cuando es necesario tomar la decisión de eliminar una vaca ya sea por baja producción o por que no entra en celo y ha perdido fertilidad, de esa manera reduciendo el desperdicio.

### **5.3.2.3 Manejo de recién nacidas**

Las novillas recién siguen recibiendo la misma cantidad de leche, misma que varía de entre 5-10 dependiendo del tamaño del animal, sin embargo ahora se tiene el cuidado de suministrar leche que este a una temperatura de 38° C para evitar descomposición y siempre a la misma hora.

A causa del mejoramiento genético del hato y las buenas prácticas de alimentación la ganancia diaria de peso subió a 0.45 Kg. / día, esto significaba que el tiempo para que la ternera llegara a ser novilla de primera se redujo entre 1 a 2 meses antes.

Cuando la ternera ya alcanzó cierto desarrollo y el manejo del biberón se hace más difícil, es decir que la ternera ya fue entrenada y aprendió, se le administra la leche en cubeta a unos 30 o 40 cms de altura del piso, para obligar a la ternera a alagar el cuello al momento de beber. Esto le permitirá a la ternera cerrar la hendidura esofágica y que la leche pase directamente al estómago. En caso contrario, el líquido puede pasar al rumen y descomponerse, provocando diarrea y tal vez la muerte.

Si la ternera no tiene suficiente peso, no se le alimenta la leche en cubeta si no que solo en biberón. Esta práctica tiene su fundamento en que las terneras en cubeta desperdician cierta cantidad de leche, mientras que el biberón es mucho más efectivo.

### **5.3.3. Disponibilidad de Alimento**

Las prácticas para minimizar el impacto de la falta de alimento natural fueron cambiadas. En la etapa final ya se hacía el esfuerzo de minimizar el pastoreo de las vacas para reducir la pérdida de energía que pudo haberse utilizado en la producción de leche y que sería subutilizada si la vaca pierde mucho tiempo en desplazarse de un lado a otro.

Para este efecto se dejan áreas de pastizales que son fertilizados y luego cosechados, es decir que la estrategia ahora es llevar el pasto a las vacas y no que las vacas vayan hacia el pasto.



Fotografía 9. Chapeadota cosechando el pasto.

### **5.3.4 Consumo Diario de Concentrado**

Conforme la producción de leche aumente y se logra una mayor eficiencia, así también existe un aumento en la demanda de energía que la vaca necesita para sostener la producción. Es implícito que para la finca El Porvenir la ración diaria de concentrado aumento 4.53 kg diarios.

El aumento del consumo de concentrado con lleva el aumento en el consumo del pasto, razón por la cual el manejo de los mismo se vuelve importante ya que si no existe un balance entre el consumo de concentrado y pasto la calidad de la leche se reducida como lo representa la Grafica 2.

#### **5.3.4.1 Concentrados utilizados**

El concentrado Lecharina costaba Q 90.25 por 45.36 kg puesto en la finca mientras que el costo de la formula numero 5 consistía en Q 79.56 por 45.36 kg mas Q 4.25 de flete y utilización del tractor. El ahorro por cada 45.36 kg es de Q 6.44 Este ahorro podría representar aportes que se podrían utilizar como una ayuda financiera en el manejo del hato de reemplazo.

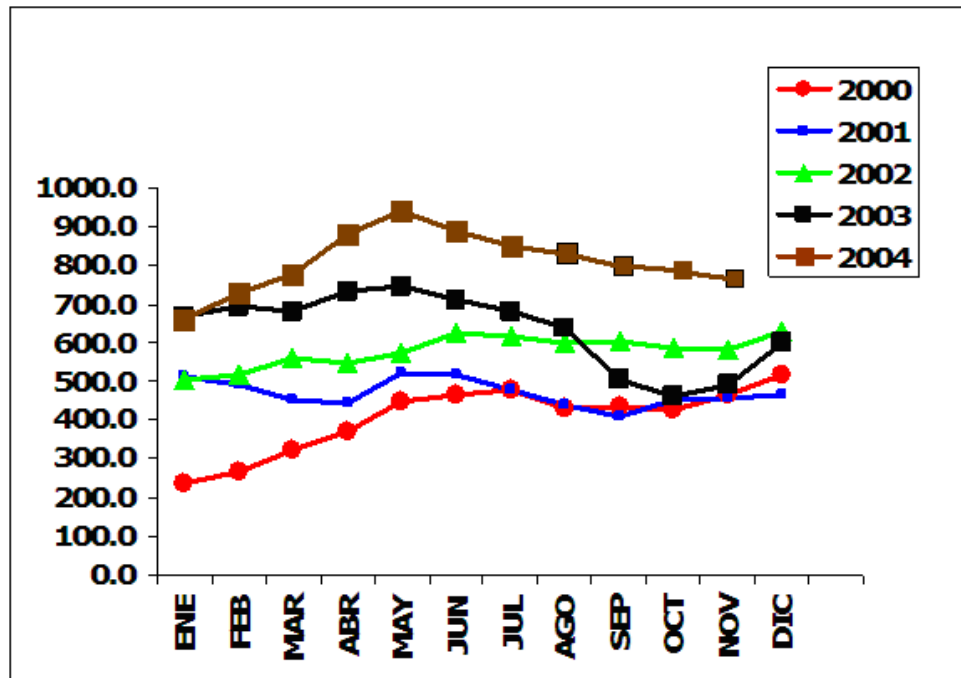
### 5.3.5 Disponibilidad del concentrado

Las casas comerciales que venden los ingredientes para la elaboración de concentrados poseen esquemas de comercialización diferente a los concentrados producidos en fábrica. No existe un red de suministro hacia agro servicios que pueda asegurar el suministro en caso los ingredientes hagan falta, lo que implica que la planificación de la compra de ingredientes debe ser eficaz en términos de las cantidades requeridas. El enfoque de comercialización es mucho mas directo y es una practica mucho mas extendida tanto por ALIANZA así como PURINA, ya que la estrategia 1 utiliza concentrado elaborado en fabrica como base, se encontró que la empresa FERTICONSA también distribuye los ingredientes.

Estos ingredientes son importados y su disponibilidad es amplia ya que países productores de estas materias primas son México, Argentina y Brasil, de manera tal que era factible asegurar un influjo de materia prima continua a través de estas compras que estaban respaldadas por el productores que abastecían a las fabricas de concentrados.

### 5.3.5 Producción de leche

El aumento de la producción de leche que la finca El Porvenir experimento es resultado del efecto combinado entre buena alimentación, aumento del hato, mejora en la base genética por los cruces y las mejoras en las practicas del manejo, especialmente que el pasto es proporcionado la mayoría de las veces.



Grafica 7. Producción Diaria de leche en litros del hato

La producción diaria de leche aumento desde un promedio de 5-7 lts diarios hasta el nivel actual que representa 9-11 lts, es decir que ese aumento dio como resultado una producción total de leche en el 2004 de 298,665 lts producidos.

### 5.3.6 Periodo de lactancia

El periodo promedio de lactancia se vio acrecentado en 10 días, desde 240 a 250 días. Esta mejora también ayuda al incremento de producción aunque de una manera menos significativa ya que hacia el final del periodo de la lactancia el rendimiento lechero empieza a reducirse tal como lo muestra la Figura 1.

### 5.3.7 Precios de la leche

El precio máximo alcanzado en un lote de leche fue de Q 2.75 mientras que el precio promedio en esta etapa llego a los Q 2.60. Sin embargo la gerencia de La Finca El porvenir considera que la tendencia de los precios será a la baja ya que el aumento de la capacidad de procesamiento de leche de buena calidad aumento considerablemente al entrar en operación de Trebolac.

Este hecho tiene un impacto positivo y otro negativo. Por el lado positivo significa el afianzamiento de la industria lechera nacional con más capacidad productiva y excelente calidad. Esto provee de una mayor certidumbre en el negocio y logra mejorar la posición financiera de las fincas productoras al tener una mejor garantía en los flujos de caja.

Sin embargo este hecho ha incentivado a que otros productores busquen entrar al mercado. Como consecuencia, se prevé un aumento en la oferta de leche fresca que impactara negativamente al precio de compra. Esto implica que la competencia para lograr mejores precios ya no solo descansara sobre llenar los requisitos mínimos si no que la calidad jugara un papel mucho mas importante, en especial para lograr la bonificación por sólidos totales y por saneamiento.

### 5.3.8 Costos y Rentabilidad del proceso productivo lechero

Cuadro 20. Flujo de Caja Finca El Porvenir Etapa Final

	2004
INGRESOS TOTALES	Q 801,812.50
Leche	Q 746,662.50
Vacas de deshecho	Q 55,150.00
COSTO TOTAL	Q 383,924.47
Variables	Q 219,201.40
Fijos	Q 164,723.04
UTILIDAD BRUTA	Q 417,888.85
ISR	Q 115,000.00
INVERSION	Q 40,000.00
FLUJO DE CAJA NETO	Q 262,888.44

Cuadro 21. Costos de la producción en la Etapa Final

COSTO VARIABLE	2004
Alimentación	Q 187,875.00
Medicina	Q 27,879.50
Reproducción	Q 3,446.50
COSTO FIJO	2004
Agroquímicos	Q 12,580.00
Planilla	Q 120,000.00
Combustibles	Q 23,000.00
Instalaciones	Q 9,143.00

Los buenos resultados se deben a un combinación de acciones que no solo se pueden atribuir a los concentrados, se debe tomar en cuenta los mejores manejos, sin embargo es indudable que los concentrados elaborados en finca contribuyeron para logara estos resultados.

El costo de reproducción se redujo ya que se realizaron menos inseminaciones artificiales en función de que la introducción de la raza Holstein adaptada al trópico, realizándose la inversión para adquirir estas cabezas para luego iniciar el manejo reproductivo.

Tomando en cuenta un ahorro anual de Q 13,473.05, valor que representa la compra de una res productiva. Tuvo un impacto que equivaldría en términos productivos, de acuerdo con un producción promedio anual de 2500 lts (Q2.50 precio estimado de venta ) de leche durante un periodo productivo de 250 días, a un ingreso para el próximo ciclo productivo de Q 6,250.00 es decir un rendimiento del 47 % sobre el ahorro del concentrado como una inversión.

## 5.4 LECCIONES APRENDIDAS

Las lecciones aprendidas tuvieron impacto en las siguientes áreas:

### OPERATIVA

- El éxito en la introducción de una formulación de concentrado hecho en una finca depende del monitoreo de las condiciones de productividad del hato
- La combinación de ingredientes permite la flexibilidad de adaptar la fórmula del concentrado a los requerimientos condición del hato lechero.
- El almacenamiento de ingredientes para la fabricación de concentrados reduce el riesgo de pérdida del valor nutritivo por efectos hidrólisis por la influencia de elementos climáticos.
- La programación del transporte de acuerdo a las cantidades necesarias de ingrediente asegura el flujo de materia prima para que el proceso de producción no se detenga.

### CALIDAD

- El manejo, la programación y coordinación de actividades, en especial mantener el balance pasto concentrado es esencial para asegurar la calidad de la leche en términos de Sólidos Totales, hecho que debe observarse cuando se administran los concentrados.
- Para garantizar el éxito en la elaboración y administración de concentrados es imprescindible contar con el análisis bromatológico para asegurar que los nutrientes requeridos estén siendo administrados en los niveles adecuados.

### ESTRATEGIA

- Elaborar concentrados en la finca no solo tiene ventaja en la reducción del costo si no que también contribuye a la prevención de robos, ya que la materia prima no posee tanto valor como un producto industrial terminado.



## 6 CONCLUSIONES

1. Los criterios identificados por la Finca El Porvenir para implementar una formulación de concentrado fueron los siguientes: Alta cantidad de proteína en la formulación ( no menor de 15 % ); Garantizar calidad de ingredientes a través de análisis bromatológico; Disponibilidad de recursos financieros para asegurar el flujo de materia prima y no interrumpir el proceso; Minimizar el impacto del costo del flete por compras por volumen; Base genética para el aprovechamiento eficaz de los nutrientes.
2. La sincronización de actividades en la finca El Porvenir para sustentar la producción lechera quedó establecido en el orden siguiente: Primero la administración del suministro de concentrado al ganado, luego pasar al ordeño y finalmente al pastoreo.
3. El ahorro que la Finca el Porvenir logró como consecuencia de implementar la fabricación de su concentrado fue de Q148.50/tm. (Q 6.72/ qq); mismas que ascendió a Q 13,473.05 anuales.
4. Los logros productivos obtenidos por la finca El Porvenir como consecuencia de implementar la elaboración de concentrados fueron los siguientes: ganancia diaria de peso de novillas en desarrollo de 0.43 kg/ día, una producción promedio diaria de 10 lts/cabeza y un periodo de lactancia de 250 días.

## 6.1 RECOMENDACIONES

- Todo finca lechera aledaña que tenga un hato productivo de por lo menos 70 cabezas y una producción promedio de 7lts diarios debe considerar la implementación de la estrategia de elaboración de sus concentrados.
- Asegurar la fuente de ingredientes de la formula e investigar su origen y calidad, previo a iniciar el proceso de elaboración y formulación.
- Establecer un fondo financiero para imprevistos (como el aumento del combustible) para poder asegurar la terminación del proceso de implementación sin necesidad de reasignar recursos ya dispuestos para otros gastos.
- Establecer manuales de procedimientos y lineamientos para que el conocimiento y la curva de aprendizaje puedan ser estandarizados y asegurar la experiencia adquirida al depender de procesos y no de personas.
- Procesar los registros de peso de la finca a medios electrónicos para el mejor aprovechamiento de la información en forma de base de datos; de esta manera se hace más fácil llevar el control del hato y su producción y la evaluación del concentrado

## 7 BIBLIOGRAFIA

1. Alais Charles, Ciencia de la Leche, Ed. Reverte 1983
2. Alves Santiago, El Cebú Ganado Bovino para los Países Tropicales, UTEHA 1963
3. Baca Saul, Avances en la Producción de Leche en El Trópico Americano, FAO 1992
4. Bath Donald, Ganado Lechero, Principios, Practicas y Problemas, Ed. Interamericana 1987
5. Blood Charles, Medicina Veterinaria, USAID 1986
6. Coobs Sarah, La Guia Spana de Veterinaria, Editorial Spana ( 2ª Ed.) 2002
7. Dainith John, Biología, Edinorma 1992
8. Etgen William, Enciclopedia Practica de Ganaderia, UTEHA 1998
9. Hodgson Herbert, Manual de Lecheria para la America Tropical, Oficina de la Industria Lechera de Investigaciones Agrícolas, USA 1960
10. Hubert Mark, Problemas Recientes en la Crianza de Animales
11. Reaves Paul, La Vaca Lechera Alimentación y Crianza, UTEHA ( 5ª Ed.) 1969
12. Stamm George, Manual de Veterinaria para Ganaderos, Editorial Concepto 1979
13. Wattiaux Michael ,The Babcock Institute for International Dairy Research and Development, University of Wisconsin 1999 { Traducción al español por The Babcock Institute }
14. El Manual Merk de Veterinaria , Editorial Océano ( 4ª Ed.) 1993
15. Normas para El Examen de los Productos Lacteos, Organización Panamericana de la Salud 1960
16. Memorias del IV Congreso Centroamericano de la Leche, Guatemala 18 y 19 de Marzo 2003
17. [www.zonadiet.com/bebidas/leche.htm](http://www.zonadiet.com/bebidas/leche.htm)
18. [www.monografias.com/trabajos6/lacte/lacte.shtml](http://www.monografias.com/trabajos6/lacte/lacte.shtml)
19. [www.obesidad.net/spanish2002/alimento6.shtml](http://www.obesidad.net/spanish2002/alimento6.shtml)
20. [www.nuestroagro.com.ar/info/especiales/especiales.asp?id=22](http://www.nuestroagro.com.ar/info/especiales/especiales.asp?id=22)
21. [www.engormix.com/como\\_hago\\_mi\\_propio\\_forumsview7024.htm](http://www.engormix.com/como_hago_mi_propio_forumsview7024.htm)
22. [www.csic.es/ott/rdcsic/rdcsciesp/rdal08esp.htm](http://www.csic.es/ott/rdcsic/rdcsciesp/rdal08esp.htm)

23. [www.camdipsalta.gov.ar/INFSALTA/economia/pasturas.htm](http://www.camdipsalta.gov.ar/INFSALTA/economia/pasturas.htm)
24. [www.cedeco.or.cr/documentos/CursoManejoAlternativoAnimales2006.doc](http://www.cedeco.or.cr/documentos/CursoManejoAlternativoAnimales2006.doc)
25. [www.engormix.com/proyecto\\_alimentos\\_concentrados\\_animales\\_ref\\_last\\_forumview3996.htm](http://www.engormix.com/proyecto_alimentos_concentrados_animales_ref_last_forumview3996.htm)
26. [www.serina.es/escaparate/verproducto.cgi?idproducto=2478&refcompra=NULO](http://www.serina.es/escaparate/verproducto.cgi?idproducto=2478&refcompra=NULO)
27. [www.elsantafesino.com/economia/2006/09/11/5063](http://www.elsantafesino.com/economia/2006/09/11/5063)
28. [www.espanol.agriscape.com/foro/?read=17644](http://www.espanol.agriscape.com/foro/?read=17644)