

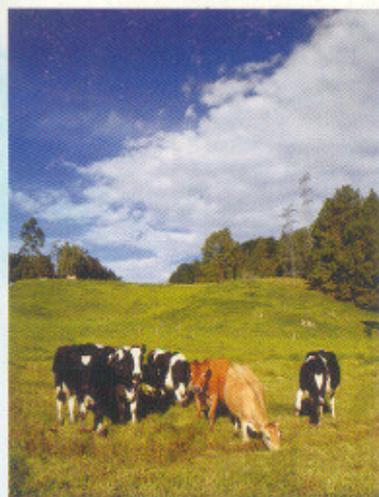
# DESPERTAR LECHERO

ISSN 0123-2096



**No. 18**





### Cooperativa COLANTA

Calle 74 No. 64 A - 51

A.A. 2161 Medellín

Teléfono: 441 41 41

Fax: 257 16 20

E-mail: [promocioncoop@colanta.com.co](mailto:promocioncoop@colanta.com.co)

[www.colanta.com.co](http://www.colanta.com.co)

La reproducción total o parcial de esta publicación podrá hacerse con la previa autorización del editor.

Cada una de las ideas u opiniones expresadas en los artículos son responsabilidad del autor.

Fotografías:

Archivo Colanta.



# DESPERTAR LECHERO

REVISTA DESPERTAR LECHERO

Enero 2001 • Edición No. 18 • ISSN 0123-2096

## Editorial

AGUA: Indispensable en la Crianza de Terneras

4

## Sector Lechero

Factores Nutricionales que Afectan la Calidad de la Leche

7

## Comportamiento Animal

Control Lechero y Reproductivo en una Hacienda: Práctica Rutinaria

29

## Calidad de Leche

Células Somáticas y su Relación con la Lisis de la Caseína

44

## Nutrición

• \* Efecto del Tipo de Suplementación en la Producción y Composición Proteica de la Leche, de Vacas Lecheras en Pastoreo en Antioquia<sup>1</sup>

51

• Evaluación de la Condición Corporal: Un Parámetro Esencial en el Diagnóstico Productivo y Reproductivo del Hato Lechero

62

• Rumen, Salud y Reproducción - Relaciones y Efectos

76

## Pastos y Fertilizantes

Abonos Orgánicos

93

## Publireportaje

Agro Dow Sciences

109

## Farmacología

Interacción de los Medicamentos en los Bovinos

111

## Medio Ambiente

Hacia una Producción más Limpia en las Fincas Lecheras

127

## Diversificación

• Apicultura: El Maravilloso Mundo de las Abejas

137

• Enfermedades Entéricas del Cerdo

146

## Entérese

• Cómo Ven los Caballos • Genes Humanos Descubiertos en el Cerdo para el Manejo de la Grasa • No Solamente las Grasas Afectan su Corazón

159

## Manejo de la Finca

Relación entre Equipos de Ordeño y Calidad de Leche

161

## Mejoramiento Genético

Detección Genética de la Kappa - Caseína en Diferentes Razas Bovinas

189

## Salud Es

Toxoplasmosis

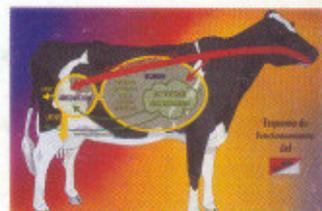
199

## Índice Acumulativo

209



Como evitar que disminuya la calidad de la leche en haciendas grandes - 7



Rumen, y su aplicación en la salud de las vacas - 76



Evite la deforestación en haciendas de pastoreo - 127



La Toxoplasmosis una enfermedad muy fácil de adquirir y muy peligrosa - 199

## Consejo de Administración

### Principales

Ing. Guillermo Gaviria E.  
Abo. Daniel Cuartas T.  
M.V. Gustavo Cano L.  
Ing. Amílcar Tobón L.  
Ing. Tulio G. Ospina P. (+)

### Suplentes

Sr. Hernán Lopera G.  
Filo. Gabriel J. Moreno M.  
Sr. Isaac Sepúlveda A.  
Sr. Luis H. Giraldo T.  
Tec. Elkin Jaramillo C.

## Director

M.V.Z. Jenaro Pérez  
Gerente General de Colanta

## Comité de Educación

### Principales

Pbro. Gilberto Melguizo V.  
Sr. Humberto Roldán E.  
Sr. Guillermo Velásquez U.

### Suplentes

M.V. Luis Restán P.  
Abo. Albeiro Henao  
Sr. José L. González G.

## Editores

C.S. Cecilia S. Cardona E.  
C.S. Olga B. Aguilar P.  
C.S. Cielo E. Mabecha D.

## Comité de Revista

Bib. Martha C. Arango E.  
M.V. Humberto Cardona M.  
M.V. Orlando Salazar R.  
Q.F. Clara E. Calle L.

Agron. Ricardo Ochoa R.  
Zoot. Jaime Aristizábal V.  
Ingo. Diego R. Ramírez

## Comité Técnico

M.V.Z. Jenaro Pérez G.  
M.V. León D. Peláez A.  
M.V. Orlando Salazar A.  
M.V. Hernán Gallego C.  
M.V. Humberto Cardona M.  
M.V. Luis F. Giraldo S.  
M.V. Juan E. Restrepo B.  
M.V. Santiago Valencia T.  
M.V. Francisco Maya M.  
M.V. Pablo C. Lopera M.  
M.V. Andrés Escobar V.  
M.V. Luis H. Benjumea G.  
M.V. Manuel G. Jaramillo V.

M.V. Carlos H. Londoño L.  
M.V. Martín Restrepo M.  
M.V. Víctor R. Londoño M.  
M.V. Jhon M. Arbeláez B.  
M.V. Óscar Montoya M.  
M.V. Juan F. Vásquez C.  
M.V. Francisco Uribe R.  
M.V. Carlos A. Salazar  
Zoot. Jaime Aristizábal V.  
Zoot. Juan J. González R.  
Zoot. Mariano Ospina H.  
Zoot. Juan M. Cerón A.

Zoot. Carlos Pérez P.  
Zoot. Wveimar Londoño M.  
Agro. Ricardo Ochoa O.  
Q.F. Magdalena Henao R.  
Q.F. Afranio Cuervo H.  
Q.F. Clara E. Calle L.  
Adm. Agro. Mercedes E. Toro T.  
Adm. Agro. Wilson Puerta P.  
Adm. Agro. Edgar Muñoz C.  
T.A. Nury López P.  
T.A. Alveiro Pérez L.

Departamento de Educación y Promoción Cooperativa COLANTA

Impresión

IMPRESIONES GRÁFICAS LTDA.

## **AGUA: Indispensable en la Crianza de Terneras**

En los primeros días de vida, el agua es esencial en la crianza de las terneras después de ingerir el calostro, ojalá en la primera hora de nacidas, ya que después no pasan los anticuerpos fácilmente a través de la pared intestinal. Ternera que no toma calostro tan pronto nace, muere por falta de defensas.

El agua es más importante que la proteína, la energía, los minerales y las vitaminas, ya que un animal al igual que una persona, puede tolerar varios días sin comer, pero pocos sin agua, porque puede morir de sed.

Nuestros abuelos afirmaban sabiamente que el más barato de los alimentos es el agua, contrario a lo que piensan algunos ganaderos, quienes erróneamente creen que las terneras al tomar leche a mañana y tarde, no necesitan agua. Error garrafal, porque sin suficiente agua, el metabolismo se afecta, aumentando la predisposición a las enfermedades, dando origen a neumonías, deshidratación y por lo tanto, aumenta la mortalidad, originada principalmente por la deshidratación causada por las diarreas: EN CASO DE DIARREA, AGUA EN ABUNDANCIA. Se debe forzar el consumo de agua con teteros o sondas. La escasez del agua en climas cálidos, es aún más grave: "NADA REEMPLAZA EL AGUA", en 24 horas, la ternera puede perder 8 litros de líquido además de sales minerales.

Para la crianza de terneras, las casetas y corrales individuales son el mejor sistema. La ternera demora de 6 a 7 meses para transformarse en rumiante, pero con el estímulo proporcionado con el consumo de concentrado peletizado, empieza a rumiar desde la tercera semana de vida. El destete precoz puede hacerse a los 45 días porque por el consumo de granos en la ración, se desarrolla rápidamente la parte muscular de la panza. Indirectamente el agua ayuda a la fermentación del contenido de la panza y nuevamente el agua es indispensable.

### **Consumo de Agua**

El consumo de agua en la ternera recién nacida puede ser escaso, pero aumenta con los días, por ello, se debe mantener agua limpia, fresca y no asoleada desde su nacimiento. A partir del tercer día de nacida y dependiendo del clima, las terneras beben

diariamente de 3 a 10 litros, las vacas aproximadamente 100.

Cuando la vaca de leche no toma agua hasta quedar satisfecha, al día siguiente se notará esta deficiencia con una gran disminución de la producción; posiblemente se deba a que el agua estaba sucia o no tuvo suficiente disponibilidad de ésta.

### **Aseo de Bebederos**

Es indispensable lavar los bebederos siquiera dos veces al día, los pozos con agua corriente deben construirse con materiales fuertes, puede ser cemento, madera u otros, adecuados para evitar que el ganado ensucie el agua al

pasar por las zanjas o quebradas, razón por la que los puentes hechos con tubos de cemento son necesarios para que las vacas no pisen las zanjas.

Cuando se utilicen baldes para preparar baños contra moscas y garrapatas y utilicemos jabones o detergentes, estos elementos, al igual que los bebederos hechos con canecas, deben lavarse cuidadosamente con abundante agua y secarlos con toallas o trapos limpios para evitar residuos en la leche.

### **Lactoreemplazadores**

Para economizar el costo de la crianza de terneras, se utilizan lactoreemplazadores tales como: Aurimilk, Isilac, Celtaí; lo que también se denomina sustituto de leche de vaca; y sale a menos de \$300 el litro, mientras que la leche se vende a más de \$500.

Los lactoreemplazadores deben tener mínimo el 75% de sus componentes de lácteos como: leche en polvo, suero de leche, proteína concentrada de suero de leche y suero deslactosado. Las proteínas que provienen del frijol soya; frijol que se trata con calor y otros sistemas, producen alergias en terneras cuando la soya es apenas tostada.

Las terneras deben destetarse precozmente, entre 45 a 60 días de nacidas, pero el concentrado debe suministrarse desde la primera semana, esperando que al destete, consuman 2 kilogramos de concentrado, preferiblemente peletizado, como "LEVANTE TERNERAS PELETIZADO".

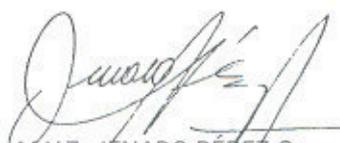
Con 1 kilogramo de lactoreemplazador como Aurimilk o de Isilac se preparan 8 litros de leche para terneras: a 1 caneca de cuarenta litros

se le agregan 5 kilogramos y se completan los cuarenta litros con agua caliente, así cada litro del lactoreemplazador contiene 125 gramos, asemejándose a la leche de vaca que contiene el 12% de sólidos.

El agua que se le adiciona a la preparación, ojalá sea hervida y a unos 60°C, para que cuando se le dé a las terneras, la temperatura este más o menos a 38°C. Recordemos que si al suministrarla está fría o muy diluida, es decir con pocos sólidos, pasará directamente al intestino, causando diarreas, porque lógicamente se parecerá más al agua que a la leche.

### **Carnes Blancas**

En Europa es frecuente la producción de carnes blancas, "vitelos o veal", como se les llama a los machos que se crían con lactoreemplazadores. Esta carne, denominada "Carne Medicinal", es muy apreciada por su sabor. El suministro del sustituto o lactoreemplazador, inicialmente es de 3 litros diarios: 1 1/2 a mañana y tarde, aumentando progresivamente hasta los 5 meses de edad, cuando se les suministran dieciocho litros diarios, 9 litros a mañana y tarde. A esta edad, su peso vivo es de 215 kilos, para un rendimiento en canal del 63%.



M.V.Z. JENARO PÉREZ G.  
Gerente General

## **Factores Nutricionales que Afectan la Proteína de la Leche**

Zoot. Jaime Aristizábal V.

Prof. Ciencias de la Leche U. de A.

Asesor Técnico - Colanta

**ABSTRACT**

The milk protein concentration and composition are influenced by many factors, but the magnitudes of changes are less than those observed for milk fat content and composition.

The low efficiency (25 to 30 %) of conversion of dietary nitrogen into milk protein, may be partly responsible for the small and often inconsistent response to protein supplementation.

It is difficult to alter milk protein percent with changes in the feeding program. The best option to improve your income is to place emphasis on increasing total daily milk production, total kilograms of milk produced. This will also result in more kilograms of milk protein being produced.

Unfortunately, the relationship between nitrogen and energy requirements for ruminal microbes and for cows is complex and not well understood. Furthermore, establishing an optimal ratio of nitrogen to energy in the diet fed to cows is complicated, because two requirements must be met: one for the ruminal microbes and another for the host cow.

**RESUMEN**

La concentración y composición de la proteína láctea están influenciadas por numerosos factores, pero la magnitud del cambio es menor que los observados para el contenido y composición de la grasa de la leche.

La baja eficiencia de la conversión de la dieta de nitrógeno a proteína láctea, que es del 25 al 30%, puede parcialmente ser responsable de la poca e inconsistente respuesta a la suplementación de proteína.

Es difícil alterar el porcentaje de proteína en leche con cambios en los programas de alimentación. La mejor opción para mejorar la rentabilidad, es hacer énfasis en el incremento diario de la producción, es decir, total de kilogramos de leche producida. Esto resultará en una cantidad mayor de kilogramos de proteína.

Infortunadamente la relación entre nitrógeno y requerimientos de energía para los microbios ruminales y para las vacas es compleja y no bien entendida. Además establecer una óptima relación entre nitrógeno y la energía de la dieta para alimentar las vacas es complicado, porque existen dos requerimientos, uno para los microbios y otro para el animal hospedero.

## *Cambios de Alimentación y Manejo que Alteran la Producción de Sólidos en la Leche*



Debemos cambiar los modelos de producción, ayer volumen hoy calidad, ayer grasa hoy proteína, ayer un monocultivo hoy variedad, ayer vacas grandes hoy medianas, ayer ordeño en potrero hoy ordeño en sala, ayer alambre de púas hoy cerca eléctrica, ayer alimentar dos veces hoy tres.

### **Cambios de Alimentación y Manejo que Alteran la Producción de Sólidos en la Leche**

FACTOR DE MANEJO	% DE GRASA	% PROTEÍNAS
Máximo consumo	Se incrementa	Incrementa 0.2 - 0.3 %
Incremento alimentación	Incrementa 0.2 - 0.3 %	Se incrementa
Bajo consumo de energía		Decrece 0.1 - 0.2 unids.
Altos CNF > 45%	Decrece 1 %	Incremento 0.1 - 0.2
Alta fibra	Incremento marginal	Decrece 0.1 - 0.2
Baja Fibra	Decrece 1 % o más	Incrementa 0.1 - 0.2
Alta proteína cruda	Decrece 1 %	Incrementa 0.1 - 0.2
Baja proteína cruda	No afecta	Afecta
Proteína sobrepasante 33 - 40%	No afecta	Incrementa
Añadir grasa > 7 - 8 %	Variable	Decrece 0.1 - 0.2

## Introducción

La mayoría de las investigaciones sugieren que la magnitud de cambio en el contenido de proteína láctea, es mucho más pequeña que el observado en el contenido de grasa en la leche.

Cuando se discute proteína láctea, hay que ser cuidadoso en la distinción y las respuestas que afectan el porcentaje de proteína, en comparación con los factores que afectan el rendimiento de proteína (cantidad).

Es difícil categorizar las respuestas en el contenido de proteína en leche, de acuerdo con la composición de la dieta. Por ejemplo el efecto de la relación pasto:concentrado no es independiente de la concentración de energía. Por lo tanto, el efecto estimado del consumo de energía, de la relación pasto:concentrado en el contenido y rendimiento de la proteína son confusos. Incrementando la porción de concentrado de la ración, generalmente resultará en un aumento de la densidad de energía en la dieta.

Alterando la relación pasto: concentrado, tipo de cereal, o métodos de procesamiento de cereales; afectan el balance de fermentación de los carbohidratos, el cual en su turno, pueden influenciar los modelos de crecimiento microbial y la producción de ácidos grasos.

Finalmente la dieta de grasa, puede afectar la fermentación ruminal de los carbohidratos estructurales y el rendimiento de la proteína microbial, dependiendo del aumento de grasa en el alimento y la reactivación ruminal.

## Factores Nutricionales

1. Consumo materia seca
2. Energía de la ración
  - 2.1. Energía metabolizable
  - 2.2. De qué forma afectaría el consumo de energía el contenido de proteína en leche
- 2.3. Consumo de energía y su relación con la proteína microbial
3. Proteína de la ración
  - 3.1. Alimentación adecuada de proteína
4. Grasa en la dieta
  - 4.1. La adición de grasa y la proteína láctea
  - 4.2. La alimentación con semilla de algodón
5. Pastos en la dieta
6. Relación pasto:concentrado
7. Concentrados
8. Procesamiento de granos
  - 8.1. Frecuencia en la alimentación
  - 8.2. Fermentación ruminal y % de proteína
9. Aditivos
10. Recomendaciones

### 1. CONSUMO DE MATERIA SECA

Para disminuir el efecto del balance negativo de energía al comienzo de la lactancia, es importante que las vacas dispongan de una buena cantidad y calidad de forrajes. Para ello se debe efectuar un correcto manejo de la cerca eléctrica, que va acorde con el contenido de materia seca de los pastos.

En la materia seca se encuentra el contenido de nutrientes tanto del pasto como del concentrado, indispensables para llenar los requerimientos de mantenimiento y producción, sin los cuales es imposible que la vaca exprese todo su potencial genético, para una correcta producción y composición de la leche.

En general el consumo de materia seca está regulado por el tamaño y producción de la vaca. El incremento en el consumo de materia seca, efectuado por el animal, está determinado por las características de la ración, como altos contenidos de FDN, CNF, proteína bruta y el medio ambiente (temperatura, humedad, etología, manejo, etc.) Ver figura 1.

**FIGURA 1: Factores que Influyen en el Consumo de Materia Seca**



Aristizábal J. y Londoño W. 1999

El incremento del consumo puede mejorar la proteína de la leche en 0.2 a 0.3 unidades porcentuales. Este aumento en proteína puede ser debido, sobre todo, al mejoramiento en el balance de energía al incrementarse el consumo de materia seca de los alimentos, que debe oscilar de un 3.5 % a 4 % del peso vivo del animal (24).

### Ejemplo:

- Vaca de 500 Kg de peso
- Producción: 25 litros
- Porcentaje de grasa: 3.5 %
- Requerimiento de materia seca: 4% de su peso vivo
- Edad: tercer parto

$$\begin{array}{r} 500 \text{ Kg} \\ \times \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{r} 100\% \text{ PV} \\ \\ 4\% \text{ PV} \\ \hline \end{array}$$

$$X = 20 \text{ Kg de materia seca total}$$

PV: Peso vivo del animal

Hay muchas fórmulas que se pueden trabajar, dadas por los tratadistas de la ciencia lechera. En general los pastos son muy bajos en materia seca y ricos en agua, como se observa en la Tabla # 1, donde los pastos fluctúan desde el 11 al 17 % de materia seca. Este trabajo fue efectuado con la metodología del horno microondas.

## 2. ENERGÍA DE LA RACIÓN

Incrementando el consumo de energía diariamente, se da oportunidad a optimizar el contenido de proteína. Sin embargo el tipo de fuente mejoradora de energía puede ser crítica. El éxito es la alimentación con altos niveles de carbohidratos no fibrosos (CNF) para el mejoramiento de la energía, la cual es utilizada por los microorganismos ruminales, para la síntesis de proteína microbiana. La proteína



**Tabla No. 1 Contenido de Materia Seca del Pasto Kikuyo Pennisetum Clandestinum. Altiplano Norte de Antioquia**

% MATERIA SECA DEL PASTO KIKUYO					
	SAN PEDRO	ENTRERRIOS	BELMIRA	LAS PALMAS	RIONEGRO
PROMEDIO	15,2	14,6	14,5	14,80	14,90
R. MAX	17,7	18,19	18,46	17,40	16,20
R. MIN	12,31	12,34	12,11	12,46	11,25

Londoño W. (1998 - 1999)

microbial mejora el suministro de aminoácidos, los cuales pueden ser utilizados para la síntesis de proteína láctea, en la ubre de la vaca.

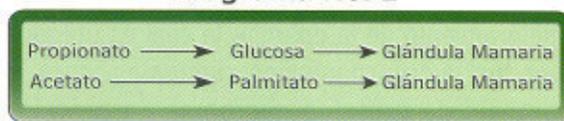
Es importante y de gran relevancia la procedencia y tipo de los carbohidratos. Recientes trabajos indican que carbohidratos rápidamente aprovechables, contenidos en la yuca, trigo y melazas, pueden incrementar el contenido de proteína de la leche. Alimentación con bajos niveles de energía, puede decrecer la proteína láctea de 0.1 a 0.3 unidades porcentuales.

Generalmente se observa una relación directa entre el suministro de energía y la síntesis de proteína microbial (25).

### **2.1 Energía Metabolizable y Requerimientos de Proteína para la Producción de Componentes Lácteos**

Un método fundamental para estimar los requerimientos de energía metabolizable, y la absorción de la verdadera proteína para la producción de componentes lácteos, involucra un modelo de reacciones bioquímicas para la síntesis de leche.

**Diagrama No. 1**



Baldwin

El modelo presentado por Baldwin, ha sido citado frecuentemente y aquí lo simplificamos; toda la glucosa mamaria es derivada del propionato, la síntesis de grasa se debe a la eficiencia en la síntesis de palmitato, siendo este derivado del acetato. Ver Diagrama # 1.

La proteína absorbida es requerida para la producción de lactosa y grasa. La eficiencia en la utilización de proteína, que se absorbe para proteína láctea, será de un 70 por ciento sugerida por el NRC, asumiendo que el 10 por ciento de la glucosa de la lactancia debe ser derivada de los AA. El presente modelo, Tabla # 2, predice que la utilización de la proteína que se absorbe, se utiliza con una eficiencia del 90 % para la síntesis de proteína láctea. Esta es la presentación de un prototipo de nutrientes teóricos, basados en ejemplos biosintéticos, estimando los requerimientos de energía y proteína para cada componente independiente de la leche (4).

$$\bullet \text{ Contenido de proteína en leche.} = 1.9 + (0.4 \times \% \text{ de grasa})$$

#### **\*Ejemplo:**

$$1.9 + (0.4 \times 3.0 \%) = 3.1\% \text{ Proteína en leche.}$$

$$\wedge \text{ Requerimiento de proteína que se absorbe} = \text{proteína en leche} / 0.07$$

**Tabla No. 2**  
**Proteína que se Absorbe**  
**Requerida por Kilogramo de Leche en**  
**Diferentes % de Grasa Predichos por**  
**el NRC en Diferentes Modelos de Proteína**

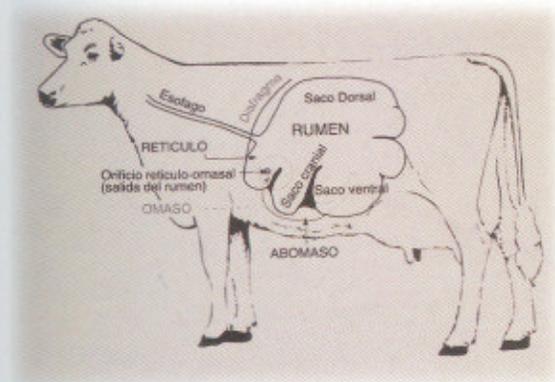
LECHE			
GRASA	LACTOSA	PROTEÍNA	NRC
%	%	%	Gr
3.0	4.8	3.1*	44.3 ^1
3.5	4.8	3.3	47.1
4.0	4.8	3.5	50.0
4.5	4.8	3.7	52.9

JDS Vol. 76 No. 6, 1993 NRC 1985

### Ejemplo:

$3.1/0.07 = 44.3$ . gramos de proteína que se absorbe para producir un 3.1 % de proteína en leche. Ver tabla # 2.

### 2.2 ¿De qué Forma Afectaría el Consumo de Energía al Contenido de Proteína en Leche?



Michel Wattiaux, Universidad de Wisconsin.

Vaca comiendo concentrado Perfil del lado izquierdo del retículo rumen de una vaca adulta. Los órganos situados al lado derecho se indican con líneas de puntos

Se ha establecido que la restricción de energía para la producción de proteína microbial, reduce la producción de proteína de la leche. Probablemente es cierto que los efectos sobre la producción de proteína microbial, constituyen una parte importante de la restricción impuesta por la reducción en el consumo de energía, sobre el porcentaje de proteína de la leche.

Otras razones pueden ser que cuando se reduce el consumo de energía, se aumenta la oxidación de la proteína para ser utilizada como productora de energía y compensar dicho déficit, o para ahorrar oxidación de glucosa, lo cual permite mantener en lo posible la lactosa y por lo tanto la producción de leche. De tal manera hay menos aminoácidos para la síntesis de proteína láctea.

Es necesario examinar los efectos del suministro de energía, sobre la producción total de proteína de la leche, más que sobre el porcentaje de la proteína láctea, para definir los mecanismos limitantes.

Todos los sistemas deben contemplar de manera ligada proteína y energía, pues es inconsistente hablar de estos dos nutrientes por separado. Una deficiencia de algún nutriente puede decrecer la síntesis de proteína microbial en el rumen, pasaje de AA al intestino delgado, y producción de leche por las vacas.

Pero los dos factores más limitantes son la **energía** y la **proteína**. Infortunadamente la relación entre los requerimientos de energía y nitrógeno para los microbios ruminales y para las vacas es muy complejo, y no bien entendido. Además establecer una óptima relación de proteína y energía en la dieta, para alimentar vacas es complicado, porque los dos requerimientos pueden ser; uno para flora ruminal y el otro para la vaca (25).

La relación entre energía y nitrógeno, determina el incremento de síntesis de proteína microbiana en el rumen. Una mezcla de carbohidratos no estructurales y estructurales es, normalmente, la mejor fuente de energía para el crecimiento de las bacterias ruminales. Esto se debe al proceso de fermentación de los carbohidratos, que rinden más energía por unidad de peso que la proteína. **La energía mejorada en la dieta como grasa, no es fuente de energía para las bacterias, afectando la síntesis de proteína bacterial.**

El consumo de energía y el porcentaje de proteína en leche están positivamente correlacionados ( $R = 0.42$ ). En diferentes trabajos Sporndly observó una correlación positiva entre el incremento en la concentración de energía metabolizable y el porcentaje de proteína láctea ( $R = 0.42$ ) y

**La energía mejorada en la dieta como grasa, no es fuente de energía para las bacterias afectando, la síntesis de proteína bacterial.**

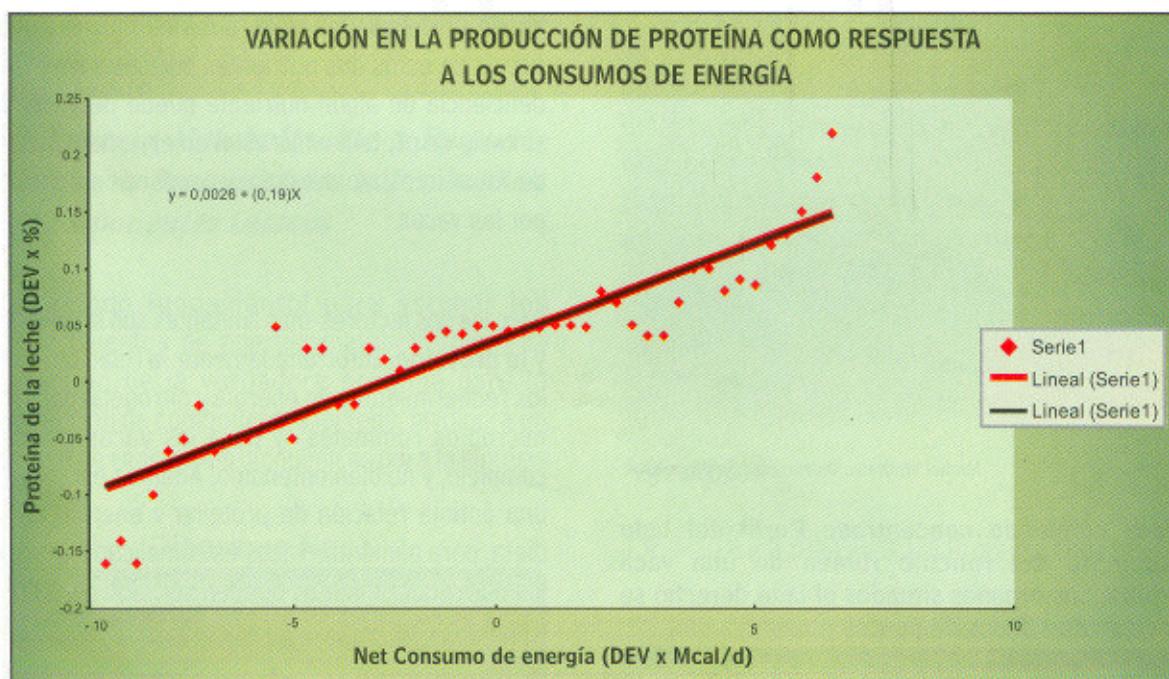
rendimiento de proteína 0.89. Observando la fig. 2 al incrementar el consumo de energía neta para lactancia se aumenta el contenido de proteína láctea ( $R = 0.92$ ). Por cada una Mcal de incremento de energía para lactancia, el porcentaje de proteína se incrementa en 0.023 unidades porcentuales y el rendimiento se incrementa en 0.02 kg (10).

### 2.3 Proteína Microbial

Frecuentemente se observa una relación directa entre el suministro de energía y la síntesis de proteína microbiana. En general las relaciones entre energía fermentable (ATP) y el crecimiento microbiano, se expresan como gramos de nitrógeno microbiano por kilogramo de materia orgánica digestible o degradable.

Una buena concentración en las dietas de carbohidratos no fibrosos (CNF), ha mejorado

**FIG. # 2**  
**Consumo de Energía y su Efecto en el Contenido de Proteína**



la utilización de nitrógeno amoniacal ( $\text{NH}_3 - \text{N}$ ) para la síntesis de proteína microbial. Variando las fuentes y degradabilidad de los CNF y la proteína degradable en rumen (RDP), puede incrementarse el flujo de aminoácidos (AA) a intestino y glándula mamaria, para la síntesis de proteína microbial (8).

Los estudios de Casper et al, sugieren que la diferencia en la solubilidad de CNF más que la degradabilidad, puede resultar en diferentes respuestas en los animales (6).

En la Tabla # 3 se observa la composición de los aminoácidos que producen las bacterias ruminales, que aportan una buena cantidad de aminoácidos para la producción de proteína láctea.

Hasta el momento no tenemos una buena guía para alimentar las vacas, de acuerdo con los requerimientos de aminoácidos; solamente hay estimativos en trabajos realizados por Degussa (16).

Informaciones preliminares indican que un adecuado balance de aminoácidos al intestino, son necesarios para mejorar el contenido de proteína en leche.

La importancia de formular varias fuentes de proteínas en las raciones es contar con un adecuado balance de AA, necesarios para un correcto balance nutricional de la vaca y, por ende, un buen contenido de proteína láctea.

El contenido de proteína de la leche se ha ido incrementando en varios trabajos, cuando se

**Tabla No. 3 Composición de Aminoácidos en las Bacterias Ruminales**

AMINOÁCIDOS	PROMEDIO	MÍNIMO	MÁXIMO
AMINOÁCIDO	Gr / 100 GRAMOS DE AMINOÁCIDOS		
Arginina	5.1	3.8	6.8
Histidina	2.0	1.2	3.6
Isoleucina	5.7	4.6	6.7
Leucina	8.1	5.3	9.7
Lysina	7.9	4.9	9.5
Metionina	2.6	1.1	4.9
Fenilalanina	5.1	4.4	6.3
Treonina	5.8	5.0	7.8
Valina	6.2	4.7	7.6
Alanina	7.5	5.0	8.6
Ácido aspártico	12.2	10.9	13.5
Ácido glutámico	13.1	11.6	14.4
Glycina	5.8	5.0	7.6
Prolina	3.7	2.4	5.3
Serina	4.6	3.4	5.4
Tyrosina	4.9	3.9	7.7

Clark et al 1992. (7)

han dado aminoácidos protegidos, como lisina y metionina en la alimentación. El primer paso para determinar la relación entre el suministro de aminoácidos y la síntesis de proteína de la leche, es medir la absorción de aminoácidos por la glándula mamaria (24).

### 3. PROTEÍNA DE LA RACIÓN

A diferencia de los animales monogástricos, la fermentación en el retículo-rumen desempeña un papel decisivo en los rumiantes para el suministro de precursores de la leche. Por ejemplo, la proporción de forraje en la ración regula la síntesis de grasa en la glándula mamaria.

Por otra parte, la producción de proteína bacteriana en el rumen, juega un papel importante en la síntesis de proteína láctea. Por tal motivo, la relación entre la alimentación y el contenido de proteínas de la leche, sólo puede comprenderse si se ha considerado el conocimiento básico acerca de la degradación de la proteína de la dieta y la síntesis de proteína microbiana en el retículo rumen.

Desde luego la cantidad de proteína microbiana sintetizada en el rumen depende del suministro de nitrógeno. Los requerimientos de este elemento para la síntesis de proteína bacteriana se satisfacen, en gran parte, con el nitrógeno amoniacal ( $\text{NH}_3$ ). En el rumen también existen cepas bacterianas que dependen parcialmente de péptidos y aminoácidos para la síntesis de sus proteínas.

**A diferencia de los animales monogástricos, la fermentación en el retículo-rumen desempeña un papel decisivo en los rumiantes para el suministro de precursores de la leche. Por ejemplo, la proporción de forraje en la ración regula la síntesis de grasa en la glándula mamaria.**

Raciones bajas en proteína darán bajo contenido de proteína en la leche. Sin embargo, alimentando con excesos de proteína por encima de los requerimientos nutricionales, no tiene efecto en rendimiento y composición de la leche, excepto que se incrementa el nitrógeno no proteico (NNP) en leche.

La baja eficiencia (25 a 30 %) de la conversión del nitrógeno de la dieta a proteína láctea, puede ser parcialmente responsable de la poca e inconsistente respuesta a la suplementación de proteína. Un balance entre proteína degradable y no degradable, es necesario para optimizar la proteína de la leche (3,17).



*Proteína sobrepasante*

La cantidad de aminoácidos disponibles en ubre para la producción de proteína láctea, no sólo depende de las transformaciones que ocurren en el rumen, sino también de la absorción de aminoácidos en el intestino.

Un incremento en el suministro de aminoácidos disponibles a la glándula mamaria, dará por resultado una síntesis más

elevada de proteína de la leche. Sin embargo el incremento de este suministro de aminoácidos a

la ubre, está limitado por el hecho de que cuando se aumenta el contenido de proteína en la dieta, sólo alrededor del 30 % de dicha proteína alcanza el intestino. Esto explica los resultados de las investigaciones en las cuales la suplementación proteica, en grandes cantidades, no tuvo efectos marcados sobre el rendimiento de proteína de la leche (19).

Como regla general las investigaciones demuestran que cuando los rendimientos en leche son cada vez mayores, el porcentaje de proteína de la leche tiende a disminuir, sin embargo no desciende por debajo de 2.5 a 2.8%.

### 3.1 Alimentación Adecuada de Proteína

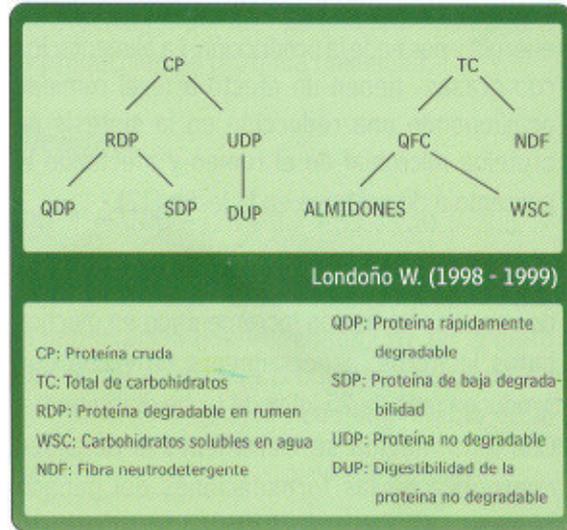
El conjunto de requerimientos para proteína cruda y proteína no degradable son esenciales para mantener el test normal de proteína. El nivel de proteína que escapa de la fermentación ruminal (by pass) debe estar comprendida entre los rangos de 33 – 40 % de la proteína cruda.

Un requerimiento preciso no ha sido bien definido, pero teniendo al menos un 33% de la proteína no degradable (como porcentaje de la proteína cruda) parece ser necesaria para mantener un porcentaje normal de la proteína láctea.

Generalmente el nivel de proteína en la dieta afecta el rendimiento de leche, pero no el porcentaje de proteína en la leche, al menos que la dieta fuese deficiente en proteína cruda. También un exceso de proteína degradable, como la urea, puede reducir la proteína en leche, debido al gasto energético que necesita la vaca para detoxificar, a nivel hepático, el exceso de amoníaco para convertirlo en urea.

Como conclusión podríamos decir que es difícil separar el efecto que tiene la energía sobre la

## Diagrama No. 2 Metabolismo Ruminal de la Proteína y los Carbohidratos



proteína. Además la dieta de proteína tiene poca influencia en la proteína láctea, solamente se ve su importancia cuando ésta es severamente restringida, o en caso contrario está por encima de los requerimientos del animal. Emery concluye que no hay una correlación entre el contenido de proteína de la leche y la concentración de la proteína en la dieta ( $r = 0.06$ ) (9).

## 4. GRASA EN LA DIETA

Las grasas mejoran la energía para la vaca, pero no para los microorganismos ruminales. Varios estudios han demostrado que añadiendo grasa a la ración, decrece el contenido de proteína de 0.1 a 0.3 unidades porcentuales. Las fuentes de grasa, como la semilla entera de algodón y la semilla de soya, tienen más problemas que las fuentes de grasa inertes a nivel ruminal. La producción de leche y el contenido de proteína pueden incrementarse cuando se añade grasa a la ración, pero el porcentaje de proteína puede decaer.

#### 4.1 La Adición de Grasa en la Alimentación y la Proteína Láctea

Existe un creciente interés en proporcionar lípidos en la ración para elevar el consumo de energía y por ende la producción. La alimentación con grasas tienen un efecto a nivel ruminal, ocasionando una reducción en la síntesis de proteína microbial en el rumen y afectando el porcentaje de proteína en la leche (12).

La suplementación de grasa en la alimentación de vacas se ha venido incrementado en muchos hatos lecheros, especialmente en vacas que producen más de 25 kilos de leche diariamente. Con esta medida se incrementa la densidad energética de las formulaciones del ganado lechero.

Hay que ser cuidadosos y seguir ciertos delineamientos con la alimentación de grasa para evitar caídas del porcentaje de proteína en leche, que puede ser de 0.1 a 0.2 unidades porcentuales.



Vacas comiendo semilla

La suplementación de grasa en la alimentación de vacas se ha venido incrementado en muchos hatos lecheros, especialmente en vacas que producen mas de 25 kilos de leche diariamente.

Cuando los niveles de grasa en la ración superan el 5% pueden bajar el porcentaje de proteína láctea, pero no la producción total de proteína. Además se observa que los rendimientos de proteína y grasa se han incrementado por la suplementación de grasas en la dieta (12, 13, 14, 15).

#### 4.2 Alimentación con Semilla de Algodón

Cuando a la ración se le adiciona semilla de algodón para mejorar la densidad energética, estamos proporcionando una excelente fuente de proteína, grasa y fibra a la dieta formulada.

Remitiéndonos al trabajo efectuado por Holland y Jaster Tabla #4, la alimentación con semilla de algodón afecta la composición de la leche de las vacas, cuando se adiciona a una dieta diferentes porcentajes de semilla (0, 10%, 15%, 20%). Vemos que los porcentajes de grasa y sólidos totales en la leche se incrementan y el porcentaje de proteína baja, comparados con el grupo control que no tiene semilla de algodón. Es importante aclarar que después del 10 % de semilla a la ración, las sucesivas adiciones no efectúan cambios significativos en el porcentaje de proteína (13).

Tabla No. 4  
Porcentaje de Semilla de Algodón en la Dieta

ITEM	0%	10%	15%	20%
GRASA	3.19	3.45	3.51	3.61
PROTEÍNA	3.24	3.15	3.15	3.16
SÓLIDOS NO GRASOS	8.68	8.63	8.61	8.55
SÓLIDOS TOTALES	11.87	12.08	12.12	12.17

Holland and Jaster 1999 feedstuffs.

Existen diferentes bases fisiológicas y metabólicas que pueden explicar la influencia de la adición de grasas a las raciones, sobre la reducción del

porcentaje de proteína en la leche, pero no se conocen con profundidad los mecanismos de regulación (13).

En conclusión la suplementación con grasa usualmente tiene efecto negativo en el porcentaje de proteína, pero no todas las adiciones causan cambios en el rendimiento de la proteína láctea (4).

## 5. PASTOS EN LA DIETA



*Mezcla de pastos*

Altos consumos de pasto kikuyo (*Penisetum clandestinum*) puede bajar la proteína de la leche por el bajo contenido de carbohidratos no fibrosos (Carbohidratos fermentables) aprovechables por las bacterias ruminales para la producción de proteína unicelular.

En nuestro medio la dieta total de las vacas es la suma de la ingesta de pasto en el ámbito de pastoreo, donde no hay certeza en el verdadero consumo del pasto ni de materia seca, y la adición de grano (concentrado) en cada ordeño. En contraposición a la alimentación que dan USA y Europa donde son Raciones Totales Mezcladas (TMR) y las vacas permanecen estabuladas en gran parte del año.

Altos consumos de pasto kikuyo (*Penisetum clandestinum*) puede bajar la proteína de la leche por el bajo contenido de carbohidratos no fibrosos (Carbohidratos fermentables) aprovechables por las bacterias ruminales para la producción de proteína unicelular.

### *Ejemplo:*

$$\text{CNF \%} = 100 - (25 + 2.7 + 53 + 9.8) = 9.5$$

En el artículo se ha venido insistiendo sobre la importancia que tienen los CNF en la dieta de las vacas para la producción de proteína microbiana y su relación con la proteína de la leche.

Pero observando la Tabla # 5 de trabajos sobre bromatología efectuados en laboratorio de **Colanta** y comparado con los bromatológicos de los pastos cosechados en USA, se aprecian muy bajos niveles de CNE y bajos contenidos de ENL. Los cuales influyen en la no expresión del potencial genético de las vacas para la producción de proteína láctea (22).

Nuestros pastos tienen alta proteína degradable y soluble, pero baja proteína sobre pasante (by pass). Se debería pensar en la adición de una proteína sobre pasante en dicha situación, teniendo en cuenta un balance correcto de la ración. Esto nos aportaría un excelente balance de aminoácidos al sistema sanguíneo de la vaca, para una producción correcta de leche y proteína.

Cuando las vacas se alimentan con pastos de corte y estos son picados finamente, decrece el porcentaje de grasa y puede incrementarse el porcentaje de proteína de 0.2 - 0.3 unidades porcentuales.

**Tabla No. 5 Comparación Bromatológica de Pasto Kikuyo Pennisetum Cladestinum de Antioquia y un Ryegrass Lotium Perenne de U.S.A.**

PASTO KIKUYO DE LA ZONA NORTE DE ANTIOQUIA						
EDAD (DÍAS)	1 ENL (Mcal)	2 P.C.%	GRASA %	3 FDN %	CENIZAS %	4 CNE%
25	1.25	25	2.7	53	9.8	9.5
35	1.15	20	2.78	58	9.78	9.46
45	1.1	18	2.8	62	9.6	7.6
55	1	17	2.75	65	10.5	4.75

Lab. Colanta. Datos por publicar

PASTO REEGRASS DEL ESTADO DE LA FLORIDA						
EDAD (DIAS)	1 ENL (Mcal)	2 P.C.%	GRASA %	3 FDN %	CENIZAS %	4 CNE%
20	1.5	20	2.7	46	9.8	21.5

MINSON. D. J. 1990 Foraje in nutrición. 9 Florida Ruminant Nutrition Symposium COLANTA 2000

MINSON. D. J.

1. ENL: Energía neta de lactancia.
2. PC %: Porcentaje de proteína cruda. (N x 6.25).
3. FDN%: Porcentaje de Fibra neutrodetergente.  
FDN: (Lignina + celulosa + Hemicelulosa).

4. CNF%: Porcentaje de carbohidratos no estructurales.

$$\text{CNF} = 100 - (\text{PC} + \text{GRASA} + \text{FDN} + \text{CENIZAS})$$

En general nuestros pastos poseen un rango de FDN comprendida entre 58% – 65%, los cuales deprimen el contenido de CNF en los pastos, con las consecuencias del bajo tenor de proteína en leche.

## 6. RELACIÓN PASTO CONCENTRADO



Ración total

Debido al mal manejo de nuestro pastoreo y por ende el limitado consumo de materia seca del pasto, el productor de leche se ve abocado a dar una gran cantidad de concentrado, con el fin de llenar los requerimientos de energía para mantenimiento y producción, por lo tanto la relación forraje concentrado se va estrechando de tal forma, que se ven afectados los porcentajes de grasa y de proteína de la leche. Ver Tabla # 6.

**Tabla No. 6**  
**Relación Pasto : Concentrado**

ITEM	80 : 20	65 : 35	50 : 50	35 : 65
LECHE. Kg	20.8	21.6	22.3	23.4
<b>Composición en %</b>				
PROTEÍNA	3.11	3.12	3.22	3.26
LACTOSA	5.28	5.33	5.33	5.55
GRASA	3.83	3.83	3.68	3.33

Adaptado de Macleod et al.

Observando el trabajo efectuado por Macleod en la relación pasto:concentrado, sacamos como conclusión que a medida que se estrecha dicha relación de 80% materia seca del pasto (80:20) a 35% materia seca del pasto (35:65) se incrementa la producción de leche, se disminuye el porcentaje de grasa pero **se incrementa el porcentaje de proteína en la leche.**

Todos estos cambios en contenidos porcentuales, están íntimamente ligados a los efectos de la nutrición sobre la química ruminal, afectando la relación de los ácidos grasos volátiles (AGV), como se puede observar en el siguiente trabajo realizado por Hutjens. Ver Tabla # 7 (15).

## 7. CONCENTRADOS

Puede suponerse que una ración con alto contenido de concentrados, conduce a un aumento en la proporción de ácido propiónico en el rumen, ocasionando un incremento en la

síntesis de proteína microbial y consecuentemente una mejora en el suministro de aminoácidos a la glándula mamaria. Este efecto podría explicar los resultados de investigaciones donde reportan un mayor contenido de proteína en la leche, cuando las vacas tienen acceso a pastos con altos contenidos de CNF.

De acuerdo con nuestros estudios e investigaciones de campo, concluimos que una de las fallas más importantes para el bajo tenor del porcentaje de proteína, en las explotaciones ganaderas, son los bajos niveles de CNF de los pastos y por ende las deficiencias de energía de las raciones (30).

Es de vital importancia la mezcla en los potreros de pasto kikuyo con Ryegrass, Orchard etc., y en lo posible pensar en leguminosas o tener otras alternativas como siembra de maíz, avena, remolacha azucarera. También se debe pensar en la adición, a su sistema de alimentación, fuentes de energía, como silos de maíz, melazas,

**Tabla No. 7 Efecto de la Infusión de Nutrientes en Rendimiento y Composición de la Leche.**

% MATERIA SECA DEL PASTO KIKUYO				
	Sitio de Absorción	Leche (Kg/d)	Test de grasa	Test de Proteína
ACETATO	Rumen <sup>2</sup>	+8	+8.9	-1.2
PROPIONATO	Rumen <sup>2</sup>	-2	-8.3	+6.5
BUTIRATO	Rumen <sup>2</sup>	-5	+14.2	-2.2
GLUCOSA	I.D. <sup>3</sup>	+6	-10.3	-1.1
AMINOÁCIDOS (Infusión de Caseína)	I.D. <sup>3</sup>	+7	-2.5	+5.9
A.G.C.L.	I.D. <sup>4</sup>	+2	+13.1	NA

Rumen<sup>2</sup>: Infusión Intra Ruminal

I.D.<sup>3</sup>: Infusión Intra - abomasal

I.D.<sup>4</sup>: Infusión Intravenosa

A.G.C.L.: Ácidos grasos de cadena larga

Hutjens. M.

azúcar moreno, yuca etc. Todas estas sugerencias aumentan notoriamente el contenido de CNE y aportan energía para mejorar la proteína de la leche. No olvide consultar a su nutricionista. Ver Tabla # 5.

Uno de los efectos más importantes de la alimentación con concentrados, es el incremento de CNF (Almidones, azúcares y pectinas) siendo estos la primera fuente de energía para los microorganismos y por ende para la alimentación de la vaca. Los CNF promueven la concentración de propionato, suscitando la secreción de insulina, tan importante para la producción de proteína (20).

Los CNF deben estar en un rango de la ración total, o sea de pasto más concentrado de un 35 a 40 %.

El exceso de CNF degradables en el rumen, mayor del 40 por ciento de la ración, puede bajar el Ph ruminal y decrecer la digestibilidad de la fibra, causando una caída



*Vaca comiendo concentrado*

en el porcentaje de grasa en leche, de una a varias décimas, pero se incrementa el porcentaje de proteína láctea en 0.2 a 0.3 unidades porcentuales, por cada Mcal de E.N.L. consumida, si ésta proviene de CNF. Ver Tabla # 6 (32).

Se deben diseñar concentrados complementarios a pastos, desde el punto de vista de la cinética nutricional, o sea las diferentes velocidades de fermentación de los alimentos, para que éstos sean valorados rigurosamente y no como se ha venido trabajando con el tradicional y precario sistema de Weende (proteína bruta, fibra bruta, etc.).

## **8. PROCESAMIENTO DE GRANOS**



*Maíz extruído*

Los granos procesados también tienen influencia en la composición de la leche. En la universidad de Arizona, han comprobado incrementos en la producción de leche y porcentaje de proteína, para vacas alimentadas con hojuelas al vapor de sorgo, comparado con el sorgo rolado. Las hojuelas de maíz pueden incrementar el porcentaje de proteína láctea, pero una sobrealimentación causa una severa caída en el porcentaje de grasa.

Con el procesamiento de granos se mejora la digestibilidad y la producción de leche, afecta

las ratas de degradabilidad del almidón, haciéndolo más digestible, no solamente en el rumen, pero también en el intestino delgado, alterando los parámetros de producción de los AGV en el rumen.

La gran mayoría de trabajos efectuados, en universidades americanas e israelitas, comparando las hojuelas de maíz y el maíz extruido con granos secos de maíz (sin procesar), sobre la mejora de digestibilidad tanto en rumen como intestino delgado, se debe al proceso de gelatinización de los almidones (28).

Ha sido demostrado el beneficio del maíz extruido sobre la reducción de la solubilidad del nitrógeno. Esto es muy importante en los sistemas de alimentación, donde las vacas ingieren gran cantidad de nitrógeno soluble, proveniente de los pastos, afectando la utilización de la energía y por ende los tenores de proteína en leche. **Colanta** y U.S Grain Council, patrocinan un trabajo de investigación, con maíz extruido y su efecto en la proteína láctea, en fincas del norte de Antioquia, donde la base de alimentación es el pasto kikuyo (por publicar) (31).

### 8.1 Frecuencia de Alimentación



*Vacas alimentadas en potrero*

Incrementando el número de comidas por día, no solamente se aumenta el consumo, sino que también se ayuda a mantener una tasa de fermentación ruminal uniforme, requerida para asegurar un contenido aceptable de grasa y proteína y una adecuada distribución de la energía, entre la síntesis de leche y la deposición de tejido corporal (31).

Con alimentación frecuente, el Ph del rumen varió de 6.2 – 6.4, mientras que alimentadas dos veces por día varió de 5.8- 6.7. Se piensa que estos extremos en el medio ambiente ruminal, son responsables de la reducción de consumo, cuando el tiempo de acceso y por lo tanto, la frecuencia de alimentación es reducida. Una ventaja adicional de la alimentación frecuente, especialmente en dietas que contienen cantidades importantes de concentrados, es que el medio ambiente ruminal es más uniforme, conduciendo a una mayor proporción de acetato: propionato en los productos de la fermentación ruminal.

Incrementando la frecuencia de la alimentación puede reducirse el efecto negativo de la fermentación intensiva de los CNF en el rumen. Se reduce las fluctuaciones de los ácidos grasos volátiles, Ph y amoníaco, por incremento de la frecuencia en la alimentación, que mejora la síntesis de proteína microbial. Rendimiento de leche y composición láctea (28).

Cuando el tiempo de acceso a los concentrados es severamente limitado, la forma física del concentrado puede tener un papel importante en la cantidad consumida. Alternativamente puede lograrse una considerable mejora en el consumo de concentrados aumentando el tiempo de acceso. Por lo tanto, cuando se trata de maximizar el consumo de energía, es importante que además de aumentar la concentración de energía de la ración, se

aumente en una cantidad apropiada el tiempo de acceso a esta dieta, para permitir que se logre el máximo consumo (31).

Incrementado el número de comidas por día, no solamente se aumenta el consumo, sino que también ayuda a mantener una tasa de fermentación ruminal uniforme requerida para asegurar un contenido aceptable de grasa y proteína y una adecuada distribución de la energía, entre la síntesis de leche y la deposición de tejido corporal (28).

Prácticamente las vacas de nuestras ganaderías deberían ser alimentadas mínimo tres veces al día, en un esquema simple y sencillo, por ejemplo una vaca que reciba 10 kilogramos de concentrado al día, debe recibir 3.5 Kg en la mañana, 3.0 Kg al medio día y 3.5 Kg en la tarde (2).

Debemos cambiar los modelos de producción, ayer volumen hoy calidad, ayer grasa hoy proteína, ayer un monocultivo hoy variedad, ayer vacas grandes hoy medianas, ayer ordeño en potrero hoy ordeño en sala, ayer alambre de púas hoy cerca eléctrica, ayer alimentar dos veces hoy tres.

### **8.2 Fermentación Ruminal y Porcentaje de Proteína en la Leche**

En la práctica parece probable que un cambio hacia una alimentación con mayor contenido de concentrado para aumentar el consumo, y por lo tanto la producción, puede incrementar la producción de propionato en el rumen, pero cualquier ventaja que esto pudiera conferir probablemente estará excedida por el aumento

de la producción y el beneficio se observará en la producción total de proteína y no como porcentaje de la proteína (5).

## **9. ADITIVOS**

Gran número de aditivos han sido estudiados para determinar su potencial en el efecto de la proteína láctea. Las respuestas han sido variables, en varios trabajos con levaduras han mejorado el contenido de proteína. La adición de niacina en raciones que contienen grasas, como la semilla de algodón, frijol de soya ha incrementado el contenido de proteína láctea. Trabajos realizados con ionóforos, AA protegidos, Propilen glicol, también han sido inconsistentes. Trabájelos en su hato y obtenga sus propias conclusiones (1, 5, 23).

## **10. Conclusiones y Recomendaciones**

1. Utilice análisis bromatológicos y foliares para desarrollar un buen balance nutricional.
2. Incremente la relación en el consumo de energía por CNF y las necesidades mínimas de

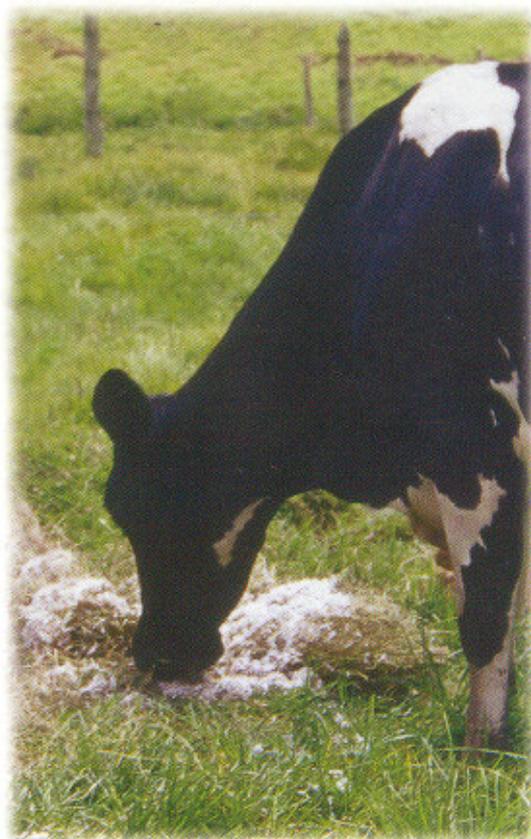


fibra. El mínimo de contenido en una ración total para inicio de lactancia debe ser, 18-20 % de FDA y 27-30 por ciento de FDN.

3. En un programa de alimentación el 75 % de la FDN debe proceder del pasto. Se debe asumir tamaño de las partículas (fibra efectiva), para que las vacas tengan un promedio de 9-11 horas diarias de actividad ruminal.

4. Lo primero que debe llenar la vaca son los requerimientos de materia seca, punto crucial para un adecuado programa de alimentación.

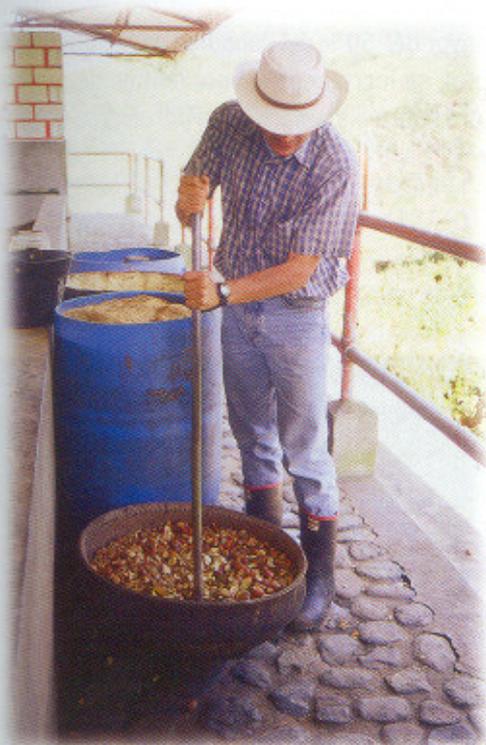
5. La ración para inicio de lactancia debe contener de 35 al 40 % de CNF. Estos mejoran la disponibilidad de energía, estimulando la síntesis de proteína microbial.



6. Se deben balancear raciones para proteína total y fracciones de proteína. La guía para inicio de lactancia está de 17 al 18 % de proteína. Cerca de un 60 a 65 por ciento debe ser proteína degradable (PD) y de un 40 a 35 % debe ser no degradable. La ración debe poseer de un 30 – 35 % de proteína soluble.

7. Use mezclas de varias materias primas proteicas en la formulación de la ración. Esto evitará que decrezca el balance de aminoácidos.

8. Tenga cuidado cuando utilice grasa, estas bajan el porcentaje de proteína. Sin embargo ellas pueden incrementar la producción de leche y decrecer el balance negativo de energía.



*Otro modelo de producción, dar subproductos de la región.*



*Alimentos indigestibles*

9. Elabore cambios en su programa de alimentación, dando el concentrado mínimo tres veces al día, para evitar cambios bruscos de Ph en el ambiente ruminal, los cuales afectan las fermentaciones ruminales.

10. Coordine el programa de alimentación con proteína y CNF.

11. No olvidar la relación inversa que existe entre volumen de leche y cantidades porcentuales de grasa y proteína.

12. Las raciones altas en energía tienden a incrementar la producción de ácido propiónico a nivel ruminal y por ende la proteína láctea, pero decrece el contenido de grasa láctea.

13. Una baja alimentación con concentrado reduce el consumo de energía y la cantidad de proteína láctea. De 0.1 a 0.4 % o más.

14. El exceso de energía puede incrementar la proteína láctea de 0.1 a 0.2 % o más.

15. Raciones con alto contenido de proteína soluble pueden bajar el porcentaje de proteína de 0.1 a 0.2 %. Por ejemplo pasar de un 22 % de proteína soluble a 40 % de proteína soluble.

16. Pasto finamente molido puede incrementar la proteína de 0.2 a 0.4 %, puede decrecer la grasa.

17. Incrementado el nivel de concentrado, mayor del 50 % del consumo de la materia seca total, se incrementa el porcentaje de proteína, pero habrá disminución del porcentaje de grasa.

## Glosario

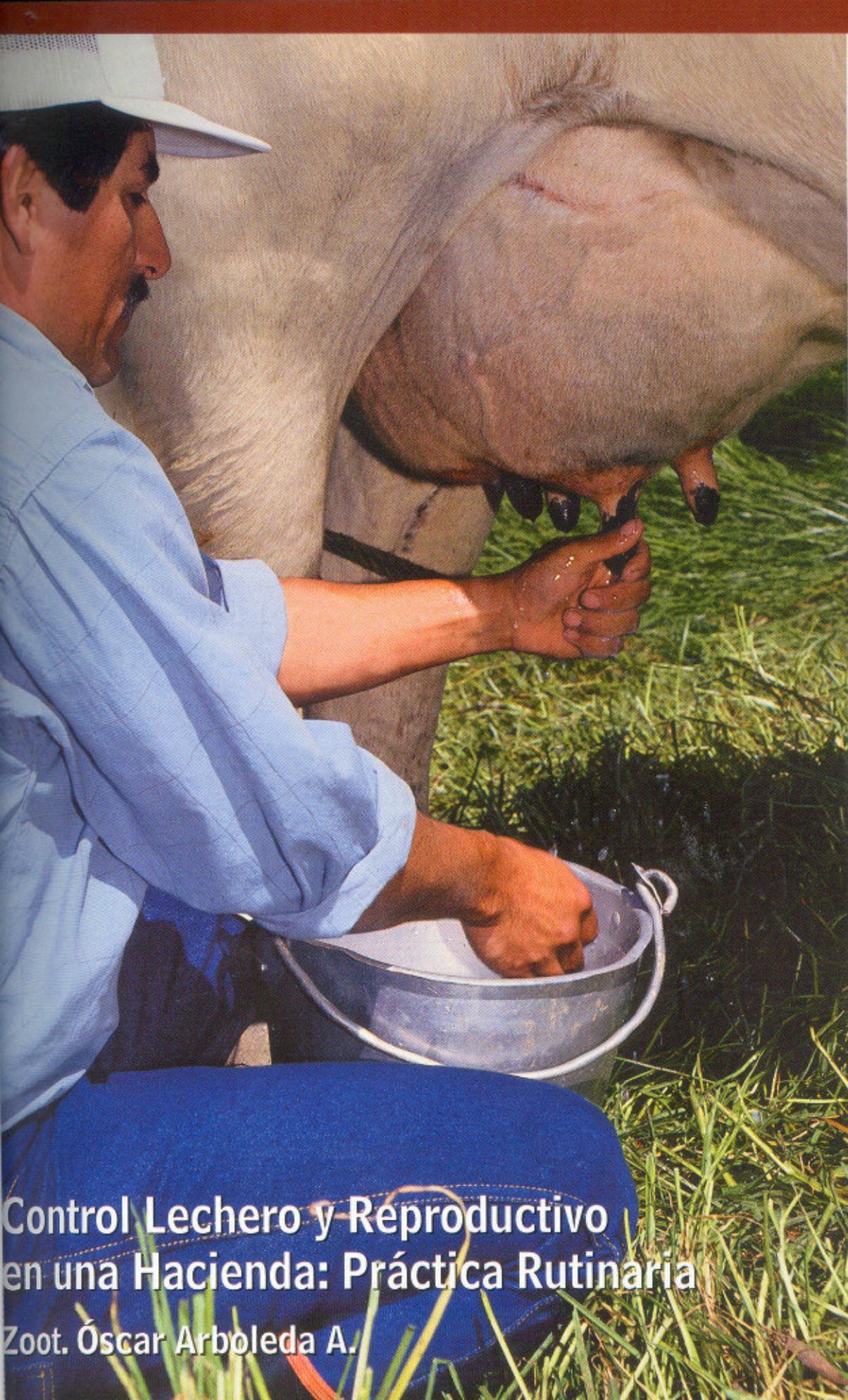
CNF:	Carbohidratos no fibrosos	SDP:	Proteína de baja degradabilidad
FDN:	Fibra neutrodetergente	UDP:	Proteína no degradable
FDA:	Fibra detergente ácida	DUP:	Digestibilidad de la proteína no degradable
CP:	Proteína cruda	NNP:	Nitrógeno no proteico
TC:	Total de carbohidratos	AA:	Aminoácidos
WSP:	Carbohidratos solubles en agua	PS:	Proteína soluble
RDP:	Proteína degradable en rumen	NEL:	Energía neta de lactancia
NDF:	Fibra neutrodetergente	Mcal:	Un millón de calorías
QDP:	Proteína rápidamente degradable	A.G.C.L:	Ácidos grasos de cadena larga

## Bibliografía

1. ACEDO. J., González. R. Utilización de aditivos en piensos para rumiantes: minerales forma orgánica, levaduras, enzimas, ionóforos y otros. En: Frisona Española (1999).
2. ARISTIZABAL LONDOÑO, Jaime. Sistema de campo para determinar el contenido de materia seca en los pastos, por el método del horno microondas. En: II Seminario internacional sobre la calidad de leche; Colanta. 1999. P 175 – 181.
3. BEQUETTE, B.J., Backwell, F.c and Crompton, L.A. En: J. Dairy Science. Vol. 81 (1998); p. 2540-2559.
4. BOILA, R.J., Macinnis Mabon, B. and Ingalls, J.R. En: J. Anim. Sci. Vol.73 (1993); p. 327-342.
5. BROSTER. W.H. Estrategias de alimentación para vacas lecheras de alta producción. 1979. p 85-108.
6. CASPER. D, Maiga. H. A., Brok. Michael j. Shingoethe. D.J., Sincronization of carbohydrate and protein sorces on fermentation and passage rates in dairy cows. En: J.D.Sci. 82 (1999); p. 1779-1790.
7. CLARK. J H., Klusmeyer.T.H.,Cameron.M. R. Symposium nitrogen metabolism and amino acid nutrition in dairy cow. En: J.D.Sci.75 (1992); p. 2304-2323.
8. DEPETERS .E. J and Cant.P.J.nutritional factors influencing the nitrogen composition of bovine milk: a review. En: J.D. Sci. 75 (1992); p. 2043.
9. EMERY, R. S. Feeding for increased milk protein. En: J. Dairy Sci. 61: (1978); p. 825.
10. EMMONS. D. B., Kertz. A. F. Borden symposium: Effect of new milk protein determination technologies on the dairy industry: crude versus true protein. En: L.D.Sci.75 (1992); p. 3191-3209.
11. GRANT RICK. Feeding to maximize milk solids. Feeding and nutrition.University of nebraska-Lincoln. [http:// www.inform.umd.edu/EdRes/Topic/.../FEEDING To maxime milk solids.htm](http://www.inform.umd.edu/EdRes/Topic/.../FEEDING>To maxime milk solids.htm). (1993).
12. HINDERS. R. Optimum dietary fat levels for high-producing cows explored. En: Feedstuffs, (2000); p 27.
13. HOLLAND.J.R., HASTER.E. Use of short, long staples cottonseed examined. En: Feddstuffs (Sep 13 1999); p. 12-14.
14. HOLTER.B.J., Hayes.H.H. Energy balance and lactation response in holstein cows supplemented with cottondeed with or without calcium soap. En: J.D.Sci.75 (1992); p. 1480-1494.
15. HUTJENS, M. Feeding protein and fat in milk. En: CD ROM DIAMOND V. Section 7, 2000.
16. JOINT MEETING Abstract. Effect of protected methionine on milk yield and composition on comertial dairy farms. 1998. p. 345.
17. KENNELLY j, Glim, D. 2000. Potential to alter the composition of milk explored. En: Feedstuffs. (Jan. 2000).
18. KHOORASANI, G.R., de Boer, G., Robinson,B.and kennelly,J.J. En: J. Dairy Sci.77 (1994); p. 813-824.
19. MABJEESH., S.J., et al . Effect of type of protein supplementation on duodenal amino acid flow and absortion in lactating dairy cows. En: J.D.Sci 79 ; p. 1792-1801.
20. McCARTHY, T.H. KLUSMEYER, j. L. And D.R. NELSON. Effects of source of protein and carbohydrate on ruminal fermentation and passage of nutrients to the small intestine of lactation cows. En: J. Dairy Sci. 72: (1989); p. 2002.

21. MCGUIRE.A.M., griinari.M.J., Dwyer.A.D. Role of insulin in the regulation of mammary synthesis of fat and protein. En: J.D.Sci.78: (1995); p. 816-824.
22. MINSON D.J. Forage in nutrition. 9<sup>th</sup> Florida Ruminant Nutrition Symposium COLANTA, 1990.
23. MINOR. J.d.,Trower.I.S.,etal.. Effects of nonfiber carbohydrate and niacin on periparturient metabolic status and lactation of dairy cow. En: J. D. Sci. 81 (1998); p. 189- 200.
24. NATIONAL RESEARCH council. Nutrient requeriments of dairy cattle. 6<sup>th</sup> rev. Ed. Update. Natl. Acad Sci., Washington, DC., 1989.
25. NOCEK.J.E., and Russell. J.B.. Protein and energy as an integrated system.Relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. En: J.D.Sci. 21 (1988); p. 2070.
26. RANDBY.E.A., Selmer.O., Baevre.L. Effect of etanol in feed on milk flavor and chemical composition. En: J.D.Sci. 82 (1999); p. 420-428.
27. SANTOS.P.A.F.,Huber.T.J.,Theurer.B.C. Milk yield and composition of cows fed Steam flaked sorghum and graded concentrations of ruminally degradable protein. En: J.D Sci. 81 (1988); p. 215-220.
28. SHABI. Z., Bruckental. I., et al. Effets of extrusion of grain and feedig frecuency on rumen fermentation, nutrien digedibility, and milk yiel an composition in dairy cows. En: J.D.Sci 82 (1999); p. 1252-1260.
29. SIMAS. J., Huber. T., et al. Influenece of sorghum grain processing on performance and nutrien digestibilities in dairy cows fed varying concentrations. En: J.D.Sci. 81; p. 1966-1971.
30. STAPLES. C.. Comunicación personal. Universidad de la florida, 2000.
31. —————, Perez. C. Gonzalez. J. Calle. C. Aristizabal. J.. Efecto del tipo de suplementación en la producción y composición protéica de la leche de vacas en pastoreo en Antioquia. En: II seminario internacional sobre la calidad de leche. 1999. P: 183.
32. TLYKOS, G:A. Vargas and D. Casper ..varying degradation rates of total nonstructural carbohydrates: Effects on ruminal fermentation blood matabolites . milk production composition in high producing holstein cows . En: J. D. Sci. 80 (1997), p. 3341.
33. WEST.W.J., Mandebvu. G. M., and Gates.R. N. Intake , milk yield , and digestion by dairy cows fed diets with increasing fiber content from bermudagrass hay or silage. En: J.D.Sci. 81(1998); p. 1599-1607.





*Comportamiento Animal*

**Control Lechero y Reproductivo  
en una Hacienda: Práctica Rutinaria**

Zoot. Óscar Arboleda A.

## ABSTRACT

Colombia has great quantity of susceptible land use by the agricultural industry, the subutilization obeys to that cattle raising has been taken as a phenomenon of occupation of lands to avoid taxes and not as an industry, this causes an inadequate use of the registrations. Efficiency indexes can only settle down by means of the constant evaluation of the yield controls or production registrations under given conditions of the exploitation. These efficiency indexes are considered as the optimum levels that will achieve during the productive processes. The indexes play a very important paper in the productivity, since without them one could not know which the level of profitability of the company is, and then help efficiently in the taking of decisions.

The production can be defined as the creation of an economic value. For the creation of new values the breeder should have a good system of registrations, where all the information be consigned on each one of the individuals of the dairy farm, and then to be able of identify and to evaluate the superior animals, which will be used like future reproductives in pure or commercial dairy farms.

A good registration allows to identify the superior cows, dams of future bulls, to know the behavior of them and the handling problems of the same one to make future decisions of the company and to know its economic state.

This work allows an orientation to producer, so that he makes an appropriate use of the registrations to obtain a reliable estimate production of milk, and interpreting the problems that induce to good or bad reproductive behavior.

Key words: Production, milk, behavior, yield, registrations, productive control.



## RESUMEN

Colombia tiene gran cantidad de tierras susceptibles de ser aprovechadas por la industria agropecuaria, pero la subutilización obedece a que la industria ganadera se ha tomado como un fenómeno de ocupación de tierras para evadir impuestos y no como una empresa, lo cual ocasiona una inadecuada utilización de los registros. Sólo por medio de la evaluación constante de los controles de rendimiento o registros de producción bajo condiciones dadas de la explotación, se pueden establecer índices de eficiencia. Estos se consideran como los niveles óptimos que habrán de lograrse durante los procesos productivos. Los índices juegan un papel muy importante en la productividad, ya que sin ellos no se podría saber cuál es el nivel de rentabilidad de la empresa y ayudan eficazmente en la toma de decisiones.

La producción puede definirse como la creación de un valor económico. Para la creación de nuevos valores el criador debe contar con un buen sistema de registros, donde se consigne toda la información sobre cada uno de los individuos del hato, para así poder identificar y evaluar los animales superiores, los cuales serán utilizados como futuros reproductores en hatos puros o comerciales.

## ***Control Lechero y Reproductivo en una Hacienda: Práctica Rutinaria***



La producción puede definirse como la creación de un valor económico. Para la creación de nuevos valores el criador debe contar con un buen sistema de registros, donde se consigne toda la información sobre cada uno de los individuos del hato, para así poder identificar y evaluar los animales superiores, los cuales serán utilizados como futuros reproductores en hatos puros o comerciales.

### **Registros de Producción**

La historia de los registros se remonta a aquellos países cuyo objetivo principal no fue formar razas, sino que tuvieron una concepción más capitalista del negocio, lo cual les exigió eficiencia en producción, por lo que tuvieron que diseñar métodos de control sobre el proceso productivo.

Lush (1965) citado por Arango y Trespalacios (1983) señala que los primeros esfuerzos a gran escala para mejorar la cría, fueron dedicados a la especie ovina, y es así como en el año de 1779 se medía la finura de la lana con un micrómetro y en 1802 se expusieron las razones para marcar individualmente las ovejas y poder registrar su producción y usarla como base para la selección.

El control de rendimiento sólo vino a experimentar su propagación general con la introducción de las asociaciones de control, procurando que los libros de registros tuvieran información completa acerca de los caracteres de cada individuo, su productividad, conformación, eficiencia, longevidad.

### **Importancia de los Registros**

Toda empresa mercantil bien organizada posee un sistema de registros de todas sus transacciones, lo que permite mantener bien su negocio. Esto es aplicable a toda explotación pecuaria. En el caso de la ganadería, la administración permite al ganadero tomar decisiones acertadas sobre los fines de cada actividad, la forma de organizarlos y llevarlas a feliz término.

La administración de los recursos debe hacerse de manera técnica para permitir los logros económicos.

Los registros son los datos que sistemáticamente se consolidan para conocer la productividad animal.

Un buen registro permite identificar las vacas superiores, madres de futuros toros, permite conocer el comportamiento del hato y los problemas del manejo del mismo, tomar decisiones frente al futuro de la empresa y conocer el estado económico de la misma.

**Un buen registro permite identificar las vacas superiores, madres de futuros toros, permite conocer el comportamiento del hato y los problemas del manejo del mismo, tomar decisiones frente al futuro de la empresa y conocer el estado económico de la misma.**

Para que una finca que produzca leche con ganado especializado o con ganado doble propósito, esté bien administrada, es necesario que el productor tenga conocimientos del mayor número posible de eventos en el hato. Las fechas de servicio y parto de las hembras, como la producción de leche de cada vaca durante la lactancia, son

consideradas de gran importancia biológica y económica.

En forma genérica, toda empresa tiene un control estricto de su personal evaluado, midiendo su productividad, para seleccionar los de mayor o menor rendimiento. Es justo, por lo tanto, el control productivo de las vacas, para destacar las de mayor rendimiento y suministrar una dieta acorde con sus requerimientos nutricionales y para descartar las que no producen los mínimos para ser rentables.

Pretenden estas ideas motivar y sugerir al ganadero y profesional de campo unos

procedimientos sencillos para el control lechero y reproductivo de un rebaño bovino. Los modelos de fichas técnicas, tarjetas individuales y hojas de vida de cada animal, son muy diversas y funcionan de acuerdo a las condiciones de cada explotación.

La frecuencia de los controles dependerá del manejo depurado de cada hato, la buena identificación de los animales, el personal capacitado que se tenga y la motivación que se haya dado al productor sobre el beneficio de estas actividades dentro de la rutina de manejo.

La frecuencia de las anotaciones o registros es:

- **Control reproductivo:** deberá hacerse diariamente sobre cada una de las actividades como calor, apareamiento, abortos, partos.
- **Predicción de fechas de parto y secado:** Realizada una vez se conozca el diagnóstico de preñez positiva.
- **Control lechero:** es variable en las diferentes zonas ganaderas del país, va desde pesajes diarios, semanales, quincenales y mensuales. Esta variación tiene sus porcentajes de error, más

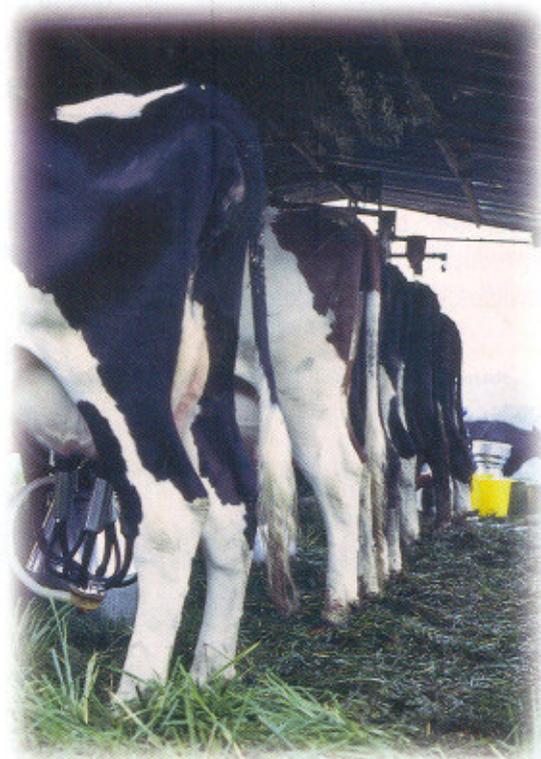
No siempre la mejor vaca es aquella que produce más leche en el momento o después del parto. Una hembra que produce 30 litros de leche al comienzo de lactancia, pero tiene caídas súbitas de producción y lactancias cortas, no puede compararse con aquella que inicia la lactancia con 15 litros, pero continúa por mucho tiempo con esa producción, obteniendo una buena producción por lactancia.

altos a mayor intervalo de medición (como se explicará más adelante).

- **Control lechero en la lactación:** este se realiza mensual o bimensualmente, una vez tabulada la producción diaria, durante el período evaluado. Importante información para ser utilizada en la toma de decisiones técnico-administrativas de la hacienda.
- **Producción por lactancia:** resultante del cálculo durante todo el período de producción, la cual es de gran importancia para conocer la producción por vaca, la producción por hato y la comparación entre y dentro del hato.

### **Control Lechero**

Son pocas las explotaciones donde se hace un control lechero eficiente. Algunos criadores no están convencidos de las bondades del mismo, y apenas realizan de vez en cuando, un pesaje de leche. Este



mínimo control sólo informa cuánto produce el animal en ese momento.

No siempre la mejor vaca es aquella que produce más leche en el momento o después del parto. Una hembra que produce 30 litros de leche al comienzo de lactancia, pero tiene caídas súbitas de producción y lactancias cortas, no puede compararse con aquella que inicia la lactancia con 15 litros, pero continúa por mucho tiempo con esa producción, obteniendo una buena producción por lactancia.

Para hacer una buena evaluación de una vaca, debe asociarse la producción con una serie de factores que la afectan y con la reproducción. Así, una vaca de alta producción con sólo dos partos en cuatro años, frente a otra de menor producción de leche pero con cuatro crías durante el mismo período, no podrá clasificarse como la mejor, lo cual sólo podrá decidirse mediante implementación de los registros.

Las ventajas del control lechero son muchas y permiten:

- Escoger las novillas hijas de las mejores vacas para sustituir los descartes por edad avanzada, baja producción, problemas de reproducción, temperamento, cuartos o pezones perdidos, defectos físicos, etc.
- Suministrar la ración más adecuada de acuerdo con los niveles de producción por vaca.
- Secar las vacas de muy baja producción para eliminar costos por alimentación y secar todas las vacas dos meses antes del parto, independiente del nivel de producción que tengan.
- Seleccionar las mejores y peores vacas, una vez se tenga la información de la producción por lactancia. A veces, una vaca de alta producción

puede declinar en la misma, por algunos problemas como enfermedad, mastitis o muerte del ternero (caso frecuente en ganadería doble propósito).

La medida de producción de leche, por debajo de la cual los animales son descartados o eliminados puede ser aumentada año tras año, a medida que van entrando en producción las novillas, hijas de las mejores vacas del hato.

### **Producción de Leche**

La producción de leche por lactancia es de prioridad económica en sistemas intensivos de producción y la leche usualmente constituye el rubro más importante de ingresos, en ganaderías especializadas y doble propósito. La medición de esta característica tiene influencias muy marcadas por factores ambientales en condiciones tropicales. Los pesajes mensuales de leche, que son comúnmente aceptados en países templados, tienden a arrojar errores muy grandes (400 a 500 kg), en la predicción del rendimiento total por lactancia en el trópico, (Lindstrom, 1976).

Por otra parte, es preciso lograr un balance realista entre el grado de precisión de la información obtenida y el trabajo *per se*. Se recomienda que los programas de selección por producción de leche se basen en pesajes, ojalá, semanales, de leche. La ventaja de los pesajes frecuentes es que los resultados permiten la toma oportuna de decisiones en cuanto a la alimentación y manejo del hato.

Aunque es deseable el pesaje semanal o quincenal de la leche, no es indispensable, puesto que los datos son útiles para el manejo y planificación de las actividades del rebaño. Los

**Para hacer una buena evaluación de una vaca, debe asociarse la producción con una serie de factores que la afectan y con la reproducción.**

cálculos se hacen por proceso multiplicativo, dependiendo del número real de días en ordeño durante ese mes.

Ejemplos en doble propósito:

VACA A: Estuvo en ordeño todo el mes de marzo de 1997. En el día del primer pesaje (marzo 8), produjo 5.5 kg de leche y 6.7 kg en el día correspondiente a la segunda quincena (marzo 23). La producción total estimada para marzo fue:

$$\frac{5.5 + 6.7}{2} \times 31 \text{ (marzo)} = 189.1 \text{ Kg}$$

VACA B: Parió el 3 de marzo en 1996, entrando en ordeño el día 6 de marzo. Produjo 3.4 kg de leche en el día de pesaje (marzo 8) y 7.6 kg en la segunda quincena (marzo 23). La producción total en este caso puede ser estimada:

$$(3.4 \times 10) + (7.6 \times 16) = 155 \text{ kg, porque lactó sólo diez días de la primera quincena y se asignan 16 días en la segunda quincena.}$$

VACA C: Parió el 6 de marzo de 1986 y entró en ordeño el 10 de marzo. Si el control de producción se hizo el 8 de marzo su producción no fue cuantificada en la primera quincena. El día 23 de marzo ella produjo 5.8 kg. En este caso el mejor estimado de su producción total para marzo es:



$5.8 \times 22 = 127.6 \text{ kg}$  correspondiente a la producción durante 22 días del mes de marzo. Procedimientos similares se deben aplicar en el mes de la lactancia y luego se estima la producción total por lactancia sumando los totales mensuales. El método, obviamente conduce a errores. Por ejemplo, una vaca que estuvo en celo el día del pesaje puede producir tan sólo el 50% del total de leche normal, magnificando el error en el estimado mensual.

Existen dos errores cometidos en el registro de producción. El primero se refiere al manejo de datos de lactancia anormales. Los datos de vacas que no producen leche (0 kg) y las vacas que producen lactancias cortas, las cuales deben incluirse en los registros. No es correcto asumir que dichas lactancias fueran anormales, ya que muchas vacas Cebú y cruzadas tienen lactancias cortas por razones genéticas.

**Tabla No. 1 Control Lechero Mensual**

HACIENDA:			MES:			AÑO		
Vaca No.	DIA 15			DIA 30			Productividad MEDIA/DÍA/AÑO	Concentrado
	MAÑANA	TARDE	TOTAL	MAÑANA	TARDE	TOTAL		
97002	6	4	10	5	3	8	9,0	
97004	7	4	11	5	4	9	10,0	
97006	5	3	8	4	3	7	7,5	

En el caso de enfermedad, accidentes u otras causas de anormalidad, la información debería apuntarse junto a los registros correspondientes. El otro error se refiere a la corrección de datos de producción por la duración de la lactancia (244 o 305 días como duración fija de lactancia). La producción corregida a estas épocas no incluye la leche producida.

Si una vaca produjo 1800 kg en 325 días, con 1.5 kg en los dos pesajes del último mes, se estima su producción corregida a 305 días  $1.800 - (1.5 \times 20)$ , ó 1.770 kg. Este procedimiento normalmente no causa problemas, pero sí es normal encontrar lactancias que duran menos de 305 días o 244 días (5 kg - día), su producción corregida no es  $305 \times 5 = 1.525$  kg. Los datos de lactancias que se cerraron antes de cumplir las fechas límite no necesitan corrección, luego el estimado correcto de la producción a 305 días es 1.200 kg (Vaccaro, 1994).

Si el pesaje de la leche se hace semanal, quincenal o mensual, según criterio técnico, debe tenerse en cuenta algunas recomendaciones o procedimientos:

a) Considerar los animales enfermos, desadaptados o en celo, como explicación de menor producción.

b) Si el muestreo y pesaje coinciden con los días sábado, domingo o feriado, pesar antes o después de los mismos. El error es mínimo.

c) Si el número de animales en el hato es muy alto puede hacerse el control en dos días seguidos.

d) Debe ajustarse el peso, descontando el peso del balde vacío.

e) Si no posee balanza puede medir en litros, utilizando los baldes con graduación, apartando la espuma cercana a la numeración.

f) Cuando se trata de control lechero en hatos de carne y doble propósito, donde se ordeña con ternero, se debe pesar la leche de tres cuartos, se divide por tres y se conoce la producción por cuarto. Luego se multiplica por 4 y se obtiene toda la leche. Este procedimiento puede tener errores porque el ternero siempre sacará más que el ordeñador.

Conocida la información anterior, podrá procederse a cuantificar la ración que debe darse a cada vaca en el mes siguiente, de acuerdo con la producción.

El sistema de producción implantado en el Centro Nacional de Pesquisa Agropecuaria

**Tabla No. 2 Niveles de Concentrado Animal - Día - por Época**

Prod. Kg - Vaca - Día	Invierno Kg - Concentr. - Día	Verano Kg - Concentr. - Día
3 - 5	-	1
5,1 - 8	1	2
8,1 - 11	2	3
11,1 - 14	3	4
14,1 - 17	4	5
17,1 - 20	5	6
20,1 - 23	6	7

Tabla No. 3 Control Lechero en la Lactación

Vaca No.	MARZO 6		ABRIL 6		MAYO 6		JUNIO 6		JULIO 6		AGOSTO 6		
97002	21	10	30	9	31	9	31	8,5	30	8	31	8	
	210		270		279		263		240		248		
97004					11	12	31	11	30	10	31	9	
					132		341		300		279		
SEPTIEM. 6	OCTUBRE 6		NOVIEMBRE 6		DICIEMBRE 6		ENERO 7		FEBRERO 7		MARZO 7		
30	7,5	31	7	31	6	28	5	31	4	18	3	344	7,1
225		217		186		140		124		54		2456	
30	10	31	9	31	8	28	5	12	3	235	9,3		
300		279		278		140		36		2185			

(ganado de leche - Brasil), adoptó el criterio de suministrar el concentrado de acuerdo con las épocas del año, así:

### Control Lechero en la Lactación

Tomando como ejemplo la vaca 97002, la cual produjo una media de 9,0 kg de leche - día (cuadro anterior) con un mes de 31 días, la producción total es  $31 \times 9 = 279$  kg. En igual forma se procede con todos los meses de parto y secado, porque el total de días de mes no siempre corresponde al número de días en producción. En el mes de secado se computan apenas los días antes del inicio de secado y en

ese caso se suma la producción diaria observada en el último pesaje y luego del parto los primeros cuatro días se desprecian por ser calostro.

La media en la lactación se obtiene de dividir el total de leche producida por el número de días en lactación. Ver Tabla 3.

### Producción por Lactancia

Los datos obtenidos en la Tabla 3 son: Producción total, número de días producidos y media diaria de producción, durante la

Tabla No. 4 Producción por Lactación

HACIENDA	FECHA Nacimiento	MUNICIPIO		PROPIETARIO	
		No. Padre	No. Madre	AÑOS	
				1996	1997
97002	5-2-92	221-5	334-0	344	7,1
				2456	
97004	1-5-89	09-4	280-6	235	9,3
				2185	

lactación y las anotaciones que se harán en el próximo registro son: número de la vaca, fecha de nacimiento, número de padre y madre, días en producción, media diaria.

El número de orden de parto y lactación tiene su importancia, ya que la vaca llega a su máxima producción luego de cierto número de lactancias; por lo tanto, no deben compararse vacas primerizas con aquellas que tienen varias lactancias.

El control del hato mediante el uso de registros se convierte en un instrumento valioso para una rigurosa y precisa selección de animales, contribuyendo así, a la obtención rápida de una calidad mejor en el rebaño.

### **Control Reproductivo**

**Apareamiento y partos:** Las fechas de monta y parto normalmente no son anotadas por los propietarios de ganaderías comerciales, confiando demasiado en la memoria, lo cual trae algunas consecuencias negativas.

a. Vacas consideradas preñadas, son diagnosticadas no gestantes al realizar el examen rectal.

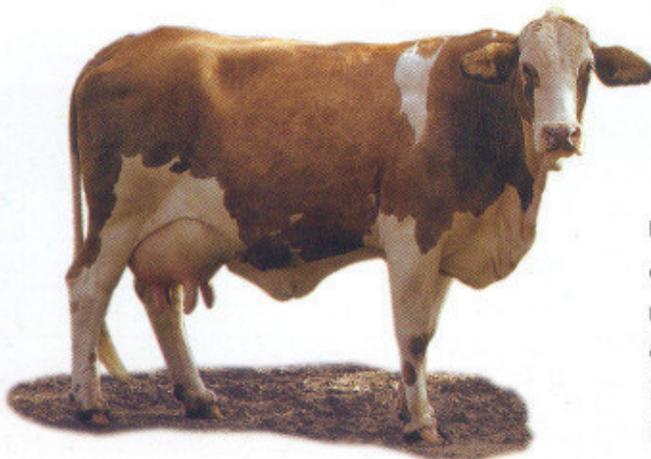
b. Vacas consideradas no preñadas y con ausencia de celo, son diagnosticadas gestantes.

c. Falta de información sobre fecha de último parto de cada vaca.

d. No hay precisión sobre fechas de monta y número de montas por animal.

Una ficha individual (ficha por cada animal) es muy utilizada, tiene gran valor y permite mayor número de informaciones, sin embargo, no permite un análisis o información general del rebaño sino del individuo. A lo anterior se suma que para rebaños grandes hay que llevar alta cantidad de tarjetas, lo cual se dificulta y absorbe buena cantidad de tiempo.

Pensando en todos estos problemas, deben adoptarse modelos de tarjetas donde el criador pueda fácilmente anotar y conocer las fechas de monta, partos y/o abortos de sus vacas o novillas.



Una ficha individual (ficha por cada animal) es muy utilizada, tiene gran valor y permite mayor número de informaciones; sin embargo, no permite un análisis o información general del rebaño sino del individuo.

Tabla No. 5 Control Reproductivo

HACIENDA:		MUNICIPIO:		PROPIETARIO:	
VACA No.	EVENTOS				
00287	15-10-90 <sub>c</sub>	29-11-91 <sub>c</sub>	8-12-92 <sub>c</sub>		
01888	28-07-90 <sub>s</sub>	25-08-90 <sub>s</sub>	16-09-90 <sub>s</sub>	27-06-91 <sub>c</sub>	
02489	10-01-91 <sub>s</sub>	02-02-91 <sub>s</sub>	24-02-91 <sub>s</sub>	17-03-91 <sub>s</sub>	25-12-91 <sub>c</sub>
05488	01-10-90 <sub>a</sub>	05-12-90 <sub>s</sub>	21-02-91 <sub>a</sub>		

C=crió S= servicio A= aborto

Toda esta información es importante para el análisis del desempeño reproductivo y el diagnóstico de cualquier problema reproductivo en una vaca o el rebaño total, reflejándose en incidencia de abortos, falta de celo, repetidoras, etc. Son muchas las ventajas del control reproductivo: (ver Tabla No. 5).

**a. Puede conocerse el intervalo entre partos de las vacas.** Esta es una manera rápida y simple de medir la actividad o desempeño reproductivo de una vaca. En el medio tropical colombiano, el intervalo entre partos ideal está alrededor de 14 meses debido al largo período entre el parto y la nueva concepción. Un período de servicio postparto muy largo puede deberse a: Alimentación deficiente, infecciones del útero postparto, en enfermedades transmitidas por el toro

(trichomonas, vibrio), manejo inoportuno (no observación de celo, momento no oportuno de inseminación, incapacidad del toro para monta).

Un largo intervalo entre partos trae como consecuencia menor número de crías, menor número de novillas de reemplazo y menor producción de leche durante la vida útil del animal.

**b. Identificar las vacas repetidoras de servicios o inseminaciones.** Cuando la monta es natural libre, es muy difícil anotar las fechas de monta. En estos casos sólo puede anotarse las fechas de parto. Cuando la monta es natural controlada, el criador puede anotar las fechas de cubrición y detectar fácilmente las hembras repetidoras de servicio.

Tabla No. 6 Control Reproductivo

HACIENDA:		MUNICIPIO:		PROPIETARIO:	
VACA No.	EVENTOS				
002-Amorosa 5.5.75	1°PN 02-01-79 <sub>c</sub>	2°PD 10-05-80 <sub>c</sub>	3°RP 20-08-81 <sub>cNM</sub>		
008-BONITA	08-06-81 <sub>e</sub> vacía	15-08-81 <sub>o</sub>	06-09-81 <sub>s</sub>	10-12-81 <sub>p</sub>	
012-CARLOTA	05-08-81 <sub>c</sub>	25-08-81 <sub>s</sub>	05-11-81 <sub>-</sub>	07-08-81 <sub>•</sub>	

PD: Parto Difícil    PN: Parto Normal    RP: Retención Placenta    E: Examen    NM: Nació Muerta  
P: Preñada    O: Celos    : Aborto    •: Infección Uterina    S: Servicio    C: Crió

c. Sospechar de la influencia del toro o semen sobre la fertilidad del rebaño.

d. **Observar la frecuencia de abortos en el rebaño.** Son muchos los modelos de registros que hay para control reproductivo en los hatos, según el tipo de explotación o la administración en cada institución, pero se darán algunos modelos de registro de control reproductivo, en los cuales se programen los principales eventos como cubrición o monta, partos, abortos, enfermedades, etc.

Puede desprenderse de este registro, como cuatro animales muy contemporáneos bajo el mismo manejo tienen comportamientos reproductivos muy disímiles; la vaca 00287 está pariendo regularmente cada año, la 01888 sólo ha tenido un parto en el año 1991 y ha sido repetidora de servicios, mientras la 05488 no ha llevado a feliz término ningún parto y es considerada la más deficiente y a la que mayor atención debe ponerse para buscar la causa de esos abortos.

Con las anotaciones anteriores como mínimas indispensables, puede hacerse una evaluación inicial del desempeño reproductivo de una vaca y el rebaño en general.

Si se desea una información más detallada se pueden usar algunos códigos o símbolos como ayuda. (ver Tabla No. 6)

La palpación rectal es muy importante realizarla en forma periódica con el propósito de prever las fechas de parto y secado de la vaca.

## Bibliografía

1. ARANGO, G.L.G. y TRESPALACIOS, M.R. Uso de los registros en la producción animal. Medellín, 1983, 1-11ps. Seminario (Zootecnista). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias.
2. BAYLEY, N.D. *et al.* Comparison of bi-monthly and quarterly testing for estimating dairy cattle production. 35:352-355. 1952.
3. BEDOYA H., Gloria *et al.* Estimación de la producción por lactancia en vacas Holstein, mediante muestreos bimestrales y trimestrales. Medellín, 1990. 38p. Trabajo de Grado (Zootecnista). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias.
4. FERREIRA, M.A. y FERREIRA de S.A.W. Manera práctica de hacer control lechero y reproductivo en una hacienda. Brasil: EMBRAPA, 1981. 20p. (Circular Técnica No. 13).
5. LINDSTROM, U.B. El registro lechero en países en desarrollo. *En:* Revista Mundial de zootecnia. Vol. 19 (1976); p.38-46.
6. LUSH, J.L. Bases para la selección animal. Buenos Aires: Agropecuarios Peri, 1965. 190-230p.
7. MC DANIEL, Bentt. Accuracy of sampling procedures for estimating lactation yield; a review. *En:* Journal of Dairy Science (Lancaster, pa). Vol. 52 (1969); p.1.742-1.761.
8. MUÑOZ, Orlando. Estimación de lactancia total en ganado lechero. Medellín, 1974. 27 p. Trabajo de Grado (Zootecnista). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias.



9. RIBAS, Miriam y PÉREZ, Bertha. Pesajes mensuales de leche y la producción a 244 días II. Parámetros genéticos en la primera lactancia. En: Revista Cubana Ciencias Agrícolas. Vol. 24, No. 2 (1990); p.137-142.

10. VACCARO, L. Aspectos del mejoramiento genético de bovinos de leche y doble propósito. Caracas: Instituto de Producción Animal. 1994 (Boletín Técnico No. 1).

11. VACCARO, L. *et al.* Control de producción en rebaños de doble propósito en Venezuela. 2. Evaluación genética en vacas. En: Reunión Asociación Latinoamericana de Producción Animal - ALPA (X: 1985: México), p.115.





*Calidad de Leche*

**Células Somáticas y  
su Relación con La Lisis de la Caseína**

**M.V. Pool Ney Pérez Silva**

Departamento de Asistencia Técnica-Colanta

## ABSTRACT

The somatic cells in the mammary bovine gland constitute the main line of defense against the injuries to which she is subjected.

The udder is maybe the tissue in which the cellular somatic answer is more abundant. However this apparent defensive advantage becomes the main enemy of the milk production; industry deterioration to which not only because of the udder during an inflammatory episode but also is subjected the destruction that milk proteins (because of especially the casein), due to the liberation of plasmin type proteolytic enzymes that act even after the milking if the temperature of the milk remains near 37° C.

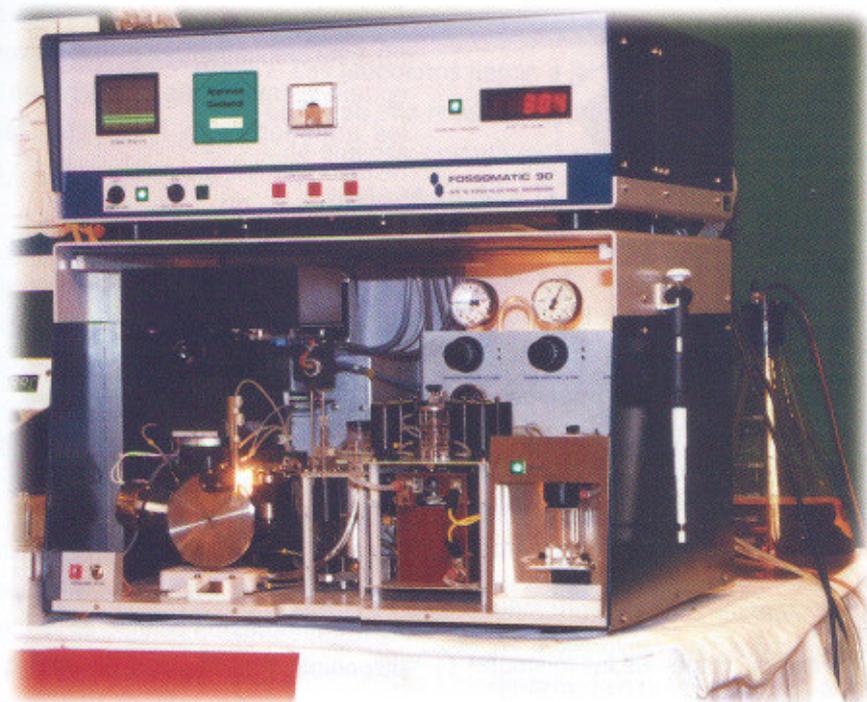


## RESUMEN

Las células somáticas en la glándula mamaria bovina constituyen la principal línea de defensa contra las injurias a las que ella está sometida.

La ubre es quizás el tejido en el que la respuesta celular somática es más abundante; sin embargo esta aparente ventaja defensiva se convierte en el principal enemigo de la industria de la producción láctea; no sólo por el deterioro al que se ve sometida la ubre durante un episodio inflamatorio sino también por la destrucción que se registra en las proteínas lácteas (especialmente la caseína) debido a la liberación de enzimas proteolíticas tipo plasmina que actúan aun después del ordeño si la temperatura de la leche permanece cercana a los 37° C.

## *Células Somáticas y su Relación con la Lisis de la Caseína.*

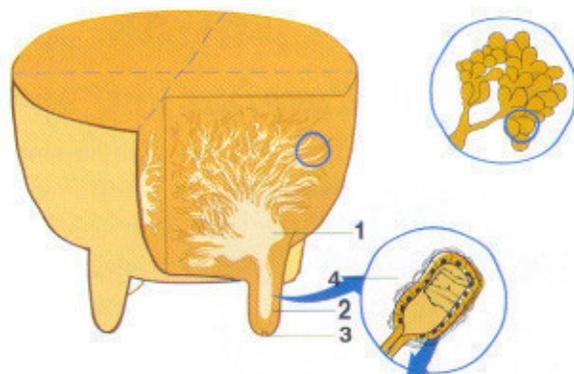


La ubre es quizás el tejido en el que la respuesta celular somática es más abundante; sin embargo esta aparente ventaja defensiva se convierte en el principal enemigo de la industria de la producción láctea; no sólo por el deterioro al que se ve sometido la ubre durante un episodio inflamatorio sino también por la destrucción que se registra en las proteínas lácteas (especialmente la caseína) debido a la liberación de enzimas proteolíticas tipo plasmina que actúan aun después del ordeño si la temperatura de la leche permanece cercana a los 37°C.

Una oportunidad para mejorar la calidad composicional de la leche es la adopción de prácticas tendientes a la reducción de los conteos celulares somáticos.

### *Célula Somática Fagocitando un Sreptococcus Agalactiae (Representación)*

Las células somáticas son básicamente las encargadas de enfrentar las injurias a las que diariamente se somete la glándula mamaria bovina. Aunque existen en todas las especies, son de especial interés en estos animales por su relación con la calidad de la leche y porque constituyen el principal indicativo de la situación sanitaria de la ubre.



El término genérico "células somáticas" comprende varias poblaciones celulares encargadas de la defensa del organismo contra agentes patógenos, irritantes, traumáticos o en general de todo aquello extraño para el sistema inmunitario.

La expresión se deriva del origen de las mismas. Ellas provienen del soma o cuerpo del animal y llegan a la ubre a través del torrente sanguíneo o se desprenden del propio tejido mamario. La principal población identificable en los conteos celulares somáticos corresponde a células de la línea blanca de la sangre denominadas P.M.N.n. (Polimorfonucleares Neutrofilos) de acción inespecífica e inmediata; constituyen la primera línea de defensa celular en los procesos infecciosos ocasionados por bacterias.

Son células con alto poder fagocítico (capacidad para ingerir las partículas invasoras) y con capacidad para liberar respuestas inespecíficas capaces de destruir gran número de los organismos invasores. Otra población importante en la defensa de la glándula está constituida por las mismas células epiteliales glandulares. Cuando estas células mueren debido a la agresión bacteriana se desprenden del tejido mamario arrastrando consigo gran cantidad de bacterias

adheridas a ellas. Además cooperan activamente con las células del sistema inmune. Las células del epitelio glandular mamario tienen la capacidad de presentar antígenos a los linfocitos T para la generación de memoria inmunológica (8). Está ampliamente demostrado que las células epiteliales mamarias contienen en su superficie los antígenos tipo II del complejo mayor de histocompatibilidad asociados a la presentación de antígenos (8).

La actividad de los PMNn se ve notablemente disminuida en el escenario de la glándula mamaria. Es bien conocido que la eficiencia y longevidad de los PMNn en sangre es alrededor de 3 veces superior a la de los PMNn de la leche (5).

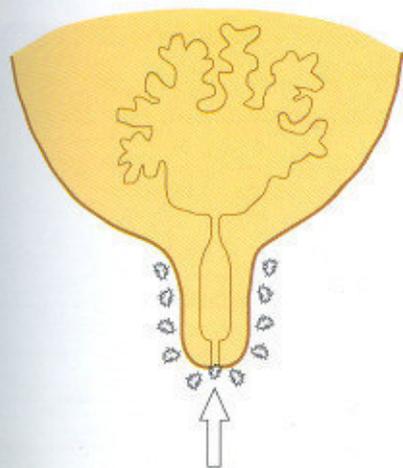
Para los PMNn el ambiente intramamario es altamente hostil. La principal razón de la baja actividad de estas células es la falta de energía disponible en el entorno. Los PMNn adquieren su energía directamente de la glucosa. En sangre circula cantidad suficiente de este azúcar para suplir las necesidades de la célula. La situación en la glándula es algo diferente debido a que la principal azúcar de la leche es la lactosa, la cual es imposible de utilizar por los PMNn como tal.

Los leucocitos llegan a la ubre con una reserva limitada de glucosa, cuando ésta se agota se produce la inactivación y finalmente la muerte de la célula. Esta afirmación es el fundamento de la utilización de miel de abejas o azúcar en infusión intramamaria en el tratamiento de la mastitis.

La otra limitación grande para los PMNn en leche es la presencia de la caseína (proteína de la leche). En las fases iniciales de una infección bacteriana las células del sistema inmune liberan unas sustancias llamadas opsoninas (también se encuentran normalmente en la sangre).

La función de estas sustancias es adherirse a las paredes de las bacterias y así proporcionar al PMNn y a otras células fagocíticas un puerto de aproximación, un punto de enlace para unirse a la bacteria y destruirla. Las bacterias suspendidas en líquidos corporales presentan una carga eléctrica negativa (Potencial Z) igual a la de los PMNn; ésto hace que se repelan entre sí haciendo que la fagocitosis no ocurra en forma espontánea (6), a no ser que la bacteria quede atrapada entre el PMNn y una superficie sólida (fagocitosis de superficie) o que accidentalmente encuentre un fagocito en la suspensión.

Los polimorfonucleares presentan en su pared externa unas proteínas que son receptores específicos para las opsoninas. La caseína se une a estos receptores, dejando al leucocito textualmente ciego, sin posibilidad de unirse a su objetivo y fagocitarlo (5).



Las bacterias a través del conducto del pezón.

**Los leucocitos llegan a la ubre con una reserva limitada de glucosa, cuando ésta se agota se produce la inactivación y finalmente la muerte de la célula. Esta afirmación es el fundamento de la utilización de miel de abejas o azúcar en infusión intramamaria en el tratamiento de la mastitis.**

Debido a la actuación entorpecida de los PMNn en leche ocurre un aflujo abrumador de ellos a la ubre cuando se produce una infección bacteriana,

intentando compensar con cantidad lo que es imposible de afrontar con capacidad de ataque. Aunque pudiera pensarse que la glándula mamaria es un tejido privilegiado al contar con tan numeroso ejército, la realidad es bien diferente.

Durante la defensa de la ubre se producen dos situaciones que no son precisamente ventajosas. La una es un proceso llamado estallido respiratorio, en el cual unas enzimas presentes en la pared de los PMNn y en el tejido

mamario llamadas lactoperoxidasas convierten los iones óxido presentes en el medio en iones superóxido o radicales libres oxigenados, que son responsables de una gran cantidad de bajas en el ejército bacteriano. Si bien este mecanismo se constituye en un arma invaluable contra las bacterias, también es capaz de lesionar considerablemente el propio tejido mamario (2), unido al segundo evento que es la lisis de los leucocitos después de su muerte, con la consecuente liberación de las enzimas proteolíticas y lipolíticas, que en vida se utilizaban en la digestión interna de los microorganismos fagocitados. Enzimas de este tipo llamadas Plasminas están involucradas también en la destrucción de las proteínas lactocasearias.

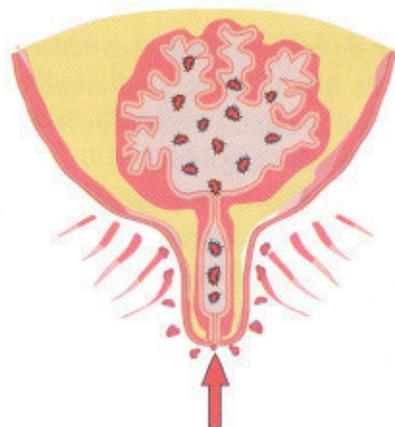
Según Bartlett y cols, el deterioro ulterior de la glándula mamaria persiste hasta 40 días después del episodio clínico de mastitis (1). El tejido mamario destruido en la refriega es incapaz de regenerarse totalmente por lo que mucha parte de él es reemplazado por tejido fibroso o cicatricial, con la consecuente baja de la producción e inclusive el esclerosamiento y

pérdida total del cuarto.

La presencia en la leche de células somáticas es indicativo de infección intramamaria, aunque en condiciones normales se encuentra un pequeño número de ellas. Según Dentine (3), hasta 43.000 células somáticas por mililitro de leche se consideran valores normales y no afectan la funcionalidad de la glándula.

El principal enemigo de la producción lechera es también el más silencioso: La mastitis subclínica. En ella se ven anormalmente aumentados los conteos de células somáticas en leche pero sin la presencia de una inflamación aparente de la ubre y sin cambios en las propiedades organolépticas de la leche. No obstante su apariencia y sabor normal, la leche proveniente de vacas con mastitis subclínica experimenta una degradación de la calidad composicional y específicamente de la caseína.

Aunque los niveles de proteína permanecen normales, su calidad está sensiblemente deteriorada, es decir, existe una lisis selectiva de



La leche de ubres inflamadas por bacterias presenta alto RCS.

la caseína con un aumento porcentual de las lactoalbúminas y de residuos peptídicos, estos últimos de bajo valor en la industria productora de derivados.

Es necesario tener en cuenta el deterioro del tejido mamario y las pérdidas netas en producción. En la Tabla 1 se ilustran las pérdidas en producción asociadas a los conteos celulares

**Tabla No. 1 Pérdidas en Producción Láctea Asociada a Altos conteos de Células Somáticas**

PUNTUACIÓN LINEAL	CONTEO CELULAR (X 1000)	PÉRDIDAS EN LECHE (Libras /Año/Animal)
0	0 - 18	
1	19 - 35	
2	36 - 71	
3	72 - 141	400
4	142 - 238	800
5	284 - 565	1200
6	566 - 1130	1600
7	1131 - 2264	2000
8	2263 - 4533	2400
9	4524 - 9999	2800

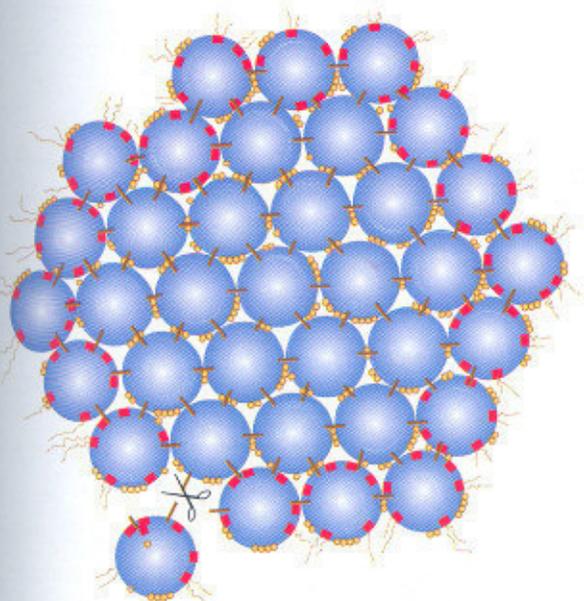
Tomado de un documento titulado: "SOMATIC CELLS COUNTS AND MILK QUALITY" que aparece en la página Web de la Universidad de Nebraska. Lincoln.

somáticos.

Como se puede observar no son despreciables las pérdidas por vaca y por año en leche por los altos conteos de células somáticas. El programa de reducción de células somáticas que se implementó hace unos años en Ontario (Canadá) ha significado un aumento sustancial de la calidad composicional de la leche (especialmente de la proteína) que recibe la industria láctea en ese país.

### ***Deterioro de la Calidad Composicional***

Las infecciones intramamarias no son el único factor que eleva los conteos celulares somáticos. Es bien sabido por los técnicos y la mayoría de los ganaderos que un CMT (California Mastitis Test) realizado al comienzo o al final de la lactancia es positivo casi invariablemente. La aparición de células somáticas en la leche al comienzo de la lactancia es sólo el indicativo de una preparación óptima del sistema inmunitario para el reto de la producción. Estos aumentos de células somáticas



**Rompimiento de los aminoácidos por el alto RCS.**

ocurren en ausencia de infección.

Al final de la lactancia ocurre un aumento inusitado de las células de defensa en la glándula, asociado con la involución de la misma que ocurre en los dos meses siguientes al secado.

Durante el período seco se evidencia una gran actividad proteolítica en la glándula mamaria. Se ha encontrado en secreciones mamarias, tomadas durante las etapas iniciales del período seco, una gran cantidad de enzimas tipo Plasmina (responsable de la lisis de la proteína) y abundantes residuos peptídicos identificados como fragmentos de caseína (proteína principal de la leche) (10).

La plasmina existe en forma de plasminógeno (forma inactiva de la plasmina) en la glándula mamaria sana. Es usada en procesos normales de reabsorción de leche.

El plasminógeno requiere de un cambio estructural para convertirse en plasmina y adquirir capacidad proteolítica (6). Este cambio ocurre en presencia del factor activador de plasminógeno (FAP). El FAP es una proteína que se eleva en los procesos inflamatorios. Mientras mayor sea la injuria, mayor será la cantidad de FAP disponible para convertir el plasminógeno en plasmina (Figura 2).

Inclusive se sabe que el deterioro de la proteína láctea se produce aun después del ordeño en leche incubada a 37°C (12).

Tanto el FAP como la plasmina se encuentran contenidos en los PMNn. Cuando estos mueren se destruyen liberando las enzimas al entorno mamario.

Para finalizar, es necesario tener en cuenta que las condiciones de estrés en el animal también pueden elevar significativamente los conteos de células somáticas en ausencia de infección. Vacas

sometidas a caminatas prolongadas para conseguir alimento son positivas al CMT (7), al igual que las que carecen de suficiente espacio para pastorear. Malos tratos o ruidos excesivos en el ordeño pueden también originar el fenómeno.

### *Bibliografía*

1. BARTLETT P. C., *et al.* Temporal patterns of lost milk production following clinical mastitis in a large Michigan Holstein Herds. *En: J Dairy Science.* 74 (1991); p. 1561.
2. CAPUCO A. V., M. J. PAAPE, S. C. NICKERSON. In vitro study of polymorphonuclear leukocyte damage to mammary tissues of lactating cows. *En: Am. J. Vet. Research.* 47 (1986); p. 663.
3. DENTINE M. and B. T. MCDANIEL. Evidence for nonlinearity in the relationship between milk and fat yields and the logarithm of the geometric mean of somatic cells counts. *En: J. Dairy Science.* 66 (suppl. 1) (1983); p. 112 abstract.
4. DUANE N. RICE; GERALD R. BODMAN. The somatic cells count and milk quality. University of Nebraska, 1998.
5. FERNANDO DÍAZ OTERO, JULIO RAÚL SANTIAGO CRUZ, Mecanismos de Defensa de la Glandula Mamaria Bovina en las fases de Involución y Lactación Veterinaria. México XXIII 4, (1992); p. 357 - 365.
6. I.TIZARD. INMUNOLOGÍA VETERINARIA. México D. F., 1988. P. 19 -20.
7. J. B. COULON, B. PRADEL, T COCHARD AND B. POUTREL. Effect of extreme Walking conditions for dairy cows on milk yield, Chemical composition and Somatic cells count. *En: J. Dairy Science Vol* 81. (1998); p. 994 - 1003.
8. JULIE, L. FISTZPATRICK, Induction of Immune Responses in the Bovine Mammary Gland, departament of Veterinary Medicine. University of Glasgow Veterinary School Bearsden, Glasgow. 661 1QH, U.K. p. 271.
9. KENT, G.M. AND NEWBOULD, F.H.S. : Phagocytosis and Related Phenomenal in Polymorphonuclear Leukocytes from Cows Milk Can. Comp. *En: J. Med.*, 33 (1969); p. 214 - 220.
10. M. ASLAM and W. L. HURLEY. Proteolysis in milk protein during involution of the bovine mammary gland. *En: J Dairy Science.* 80 (1997); p. 2004 - 2010.
11. R.E.W. HALLIWELL, N.T. GORMAN, Inmunología Clínica Veterinaria Zaragoza: Acribia, 1992. P 176, 185.
12. R. J. VERDI; D. M. BARBANO; M.E. DE LA VALLE. Variability in true protein, casein, non protein nitrogen and proteolysis in high and low somatic cells milks. *En: J Dairy Science.* 70 (1984); p. 230 - 242.



- Investigación "Efecto del Tipo de Suplementación en la Producción y Composición Proteica de la Leche, de Vacas Lecheras en Pastoreo en Antioquia"
- Evaluación de la Condición Corporal: Un Parámetro Esencial en el Diagnóstico Productivo y Reproductivo del Hato Lechero
- Rumen, Salud y Reproducción, Relaciones y Efectos

## ABSTRACT

With the goal of contributing to the milk quality improvement and more precisely to its composition quality (protein), Colanta Cooperative in association with the US Grains Council, under the assistance of the Ph.D. Charles Staples from Florida University, it was given the task of testing two different diets in energy and protein surplus in order to increase the tenor of milk protein, in two milking areas of Antioquia's State (North and East).

Five farms of similar agro ecological conditions were selected, from which a 153 animals sample was taken and distributed in two groups named P + Red, with 83 animals and P+ Blue, with 70 animals. To these animals none of the farm management practices used before were changed. The concentrate was formulated by Ph.D. Staples and the Zootech. J.J. Gonzalez, Chief of the Concentrates, Salts and Fertilizers Plant and was done in the said plant. It was given a 1 kgr of concentrate per each 3 liters of milk, while the body conditions were equal or under de 3,75; above this condition, the relation passed to 1 kgr per each four liters. The concentrate was supplemented during the milking hour.

Similarly, it was realized a study of milk production, with weekly weighings and a composition study which included grease, protein, lactose, non fat solids and total solids. These parameters were reviewed every fifteen days at Colanta's laboratory (located in Caribe Neighborhood). And furthermore, it was reviewed, the body condition and reproductive behavior.

For arranging the experiment, it was used a random design with the one were formed two groups in order to start the proof. It was used the Program PC-SAS for statistical analysis, which was a 95% secure.



## RESUMEN

Con el objeto de contribuir al mejoramiento de la calidad de la leche y más exactamente a su calidad composicional (proteína), la **Cooperativa Colanta** en asociación con el Consejo de Granos de los Estados Unidos y bajo la asesoría de Ph.D. Charles Staples de la Universidad de la Florida, se dio a la tarea de probar dos dietas diferentes en energía y proteína sobrepasante para incrementar el tenor de proteína en leche en dos zonas lecheras del departamento de Antioquia (Norte y Oriente).

Se seleccionaron 5 fincas de condiciones agroecológicas semejantes, de las cuales se tomó una muestra de 153 animales, distribuidos en dos grupos denominados P+ Rojo, con 83 animales, y P+ Azul, con 70 animales. A estos animales no les fueron alteradas ninguna de las prácticas de manejo habituales de la finca. El concentrado fue formulado por el Ph.D. Staples y el Zoot. J.J. González, Jefe de la Planta de Concentrados, Sales y Fertilizantes de Colanta y fue elaborado en dicha planta.

Se suministró 1 kilo de concentrado por cada 3 litros de leche, mientras la condición corporal estuviera igual o por debajo de 3,75; por encima de esta condición, la relación pasó a 1 kilo por cada 4 litros de leche. El concentrado se suplementó a la hora del ordeño.

En forma paralela se realizó un estudio de producción de leche, con pesajes semanales, y un estudio composicional que abarcó grasa, proteína, lactosa, sólidos no grasos y sólidos totales. Estos parámetros fueron evaluados cada quince días por el laboratorio de Colanta Caribe. Además, se evaluó condición corporal cada quince días y, de igual forma, comportamiento reproductivo.

Para la organización del experimento, se utilizó un diseño al azar, con el cual se conformaron los grupos al iniciar el ensayo. Para el análisis estadístico se utilizó el programa PC-SAS. El trabajo estadístico tuvo una confiabilidad del 95%.

## *Investigación “Efecto del Tipo de Suplementación en la Producción y Composición Proteica de la Leche, de Vacas Lecheras en Pastoreo en Antioquia”*

Ph. D. Charles R. Staples (Consejo de Granos)  
 Zoot. Jaime Aristizábal V. • Zoot. Juan J. González  
 Q.F. Clara E. Calle • Zoot. Carlos A. Pérez P.  
 Zoot. Wveimar Londoño A.



### *Justificación*

Desde hace miles de años, el hombre ha venido aprovechando los animales para sacar el mayor beneficio de ellos y lograr sobrevivir con los productos y subproductos que ofrecen. Es así como el ganado productor de leche ha estado presente en la evolución de la humanidad. El hombre, inquieto por un sinnúmero de factores, ha estudiado e investigado para perfeccionar las técnicas de producción: Primero incentivó la cantidad de leche y ahora la calidad. Es por ello que a las puertas del siglo XXI, **la Cooperativa Colanta** en convenio con el Consejo de Granos de los Estados Unidos, ha querido involucrarse en estudios para incrementar la calidad composicional de la leche, haciendo énfasis en la proteína, y de esta manera aportar los conocimientos adquiridos para la expansión tecnológica de La Cooperativa.

Con el objeto de contribuir al mejoramiento de la calidad de la leche y más exactamente a su calidad composicional (proteína), la Cooperativa Colanta en asociación con el Consejo de Granos de los Estados Unidos y bajo la asesoría de Ph.D. Charles Staples de la Universidad de la Florida, se dio a la tarea de probar dos dietas diferentes en energía y proteína sobrepasante para incrementar el tenor de proteína en leche en dos zonas lecheras del departamento de Antioquia (Norte y Oriente).

## Metodología

### Fincas Participantes (Ver Tabla No. 1)

### Tratamientos

#### 1. SUPLEMENTO P+ ROJO:

En su composición estuvieron las siguientes materias primas:

- Harina de maíz
- Gluten de maíz

- Maíz
- Maíz pica
- Harina de arroz

#### 2. SUPLEMENTO P+ AZUL:

El cual contenía:

- Maíz
- Semilla de algodón
- Harina de maíz

Tabla No. 1 Generalidades de las Fincas Participantes en el Ensayo.

INFORMACIÓN GENERAL	FINCA 1	FINCA 2	FINCA 3	FINCA 4	FINCA 5
UBICACIÓN	BELMIRA	ENTRERRÍOS	SAN PEDRO	ENVIGADO	ENVIGADO
A.S.N.M. (m)	2.550	2.505	2.475	2.560	2.560
TEMPERATURA (°C)	14	14	14	16	16
LLUVIAS (mm/año)	2.145	1.990	1.440	2.108	2.108
DIST. MEDELLÍN (km)	64	58	42	20	20
EXTENSIÓN (Ha)	120	15	23	15	74
TOPOGRAFÍA	ONDULADA	ONDULADA	ONDULADA	ONDULADA	ONDULADA
INSEM. ARTIFICIAL	SI	SI	SI	SI	SI
No. POTREROS	28	11	22	10	26
SUPLEMENTACIÓN	Sal	Sal	Sal	Sal	Sal
	Concentrado	Concentrado	Concentrado	Concentrado	Concentrado
	Sem. Algodón			Sem. Algodón	
				Pasto de corte	
<b>CALIDAD DE LECHE</b>					
GRASA (%)	3,44	3,60	3,30	3,40	3,00
PROTEÍNA (%)	3,12	3,01	2,93	3,09	2,89
LACTOSA (%)	4,76	4,88	4,56	4,72	4,68
S.N.G. (%)	8,20	8,24	7,85	7,82	7,99
S.T. (%)	11,64	11,84	11,15	11,22	10,99
PRODUCCIÓN (lt)	15,7	15	16	16,7	16
RAZA	HOLSTEIN	HOLSTEIN	HOLSTEIN	HOLSTEIN	HOLSTEIN
TIPO DE PRADERAS	KIKUYO	KIKUYO	KIKUYO	KIKUYO	KIKUYO

**Tabla No. 2 Composición Química de los Concentrados**

	P + ROJO	P + AZUL
E.N.L. (Meal/Kg en % MS)	1,904	1,975
Grasa (% MS)	8,4	9,0
Proteína Bruta (% MS)	17,0	15,1
Proteína No Degradable (% PC)	45,4	51,8

### **Composición Química (Ver Tabla No. 2)**

#### **Suministro de Concentrado**

Los animales se alimentaron con una ración de 1 kilo de concentrado por cada 3 litros de leche durante toda su lactancia, siempre y cuando la condición corporal estuviera igual o por debajo de 3,75 y una relación de 1 kilo de concentrado por cada 4 litros de leche cuando la condición corporal sobrepasara de 3,75.

#### **Distribución del Hato**

Las vacas en el estudio estuvieron en promedio en el día 40 de lactancia (rango 1 - 218 días). Dicha distribución se puede apreciar en la Tabla No. 3.

**Tabla No. 3 Distribución del Hato**

	PROMEDIO DE DÍAS EN LACTANCIA EN LA FECHA DE INICIO DEL EXPERIMENTO
1	16
2	9
3	31
4	72
5	72

### **Distribución de las Vacas (Ver Tabla No. 4)**

#### **Gráficas y Resultados**

Ver gráficos siguiente página.

#### **Discusión**

Luego de realizar el análisis estadístico se pudo demostrar que no hubo diferencias significativas para la mayoría de parámetros analizados; sólo existe diferencia estadística para la lactosa y la proteína.

Si detallamos los promedios aritméticos podemos apreciar cómo el concentrado P+ Azul es superior para cantidad de leche entre las semanas 13 y 54 de experimentación (+1,3 litros/vaca/día), mientras que en las primeras 13 semanas de experimentación el P+ Rojo tan sólo supera al P+ Azul (+0,02 litros/vaca/día).

Desde hace miles de años, el hombre ha venido aprovechando los animales sacando el mayor beneficio de ellos y logrando sobrevivir con los productos y subproductos que ofrecen. Es así como el ganado productor de leche ha estado presente en la evolución de la humanidad.

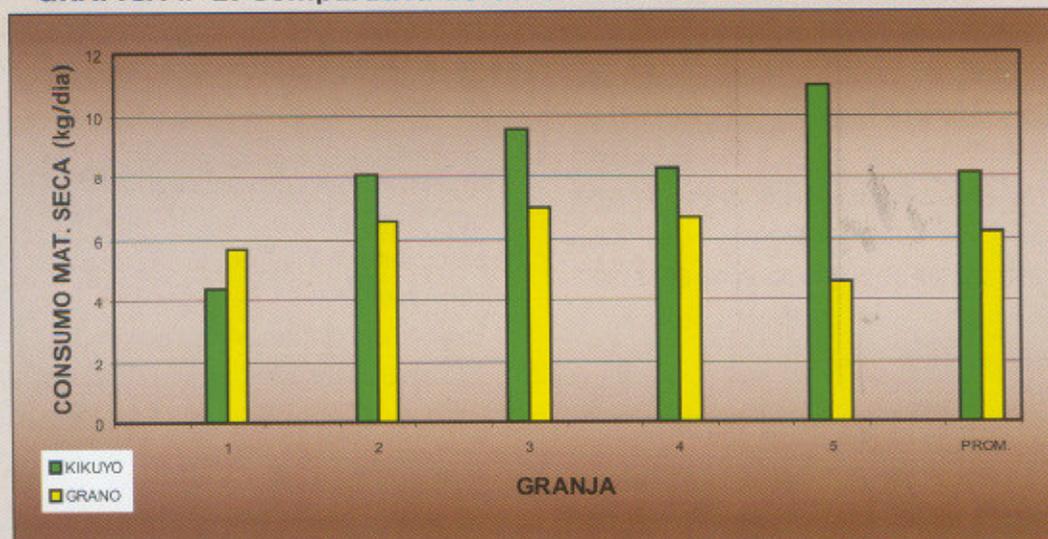
Tabla No. 4 Distribución de las Vacas en las Fincas Participantes

FINCA	ROJO		AZUL		TOTAL
	NOVILLAS	VACAS	NOVILLAS	VACAS	
1	7	11	3	15	36
2	1	10	1	8	20
3	4	12	9	8	33
4	3	13	6	10	32
5	7	14	10	10	41
TOTAL	22	61	29	41	153

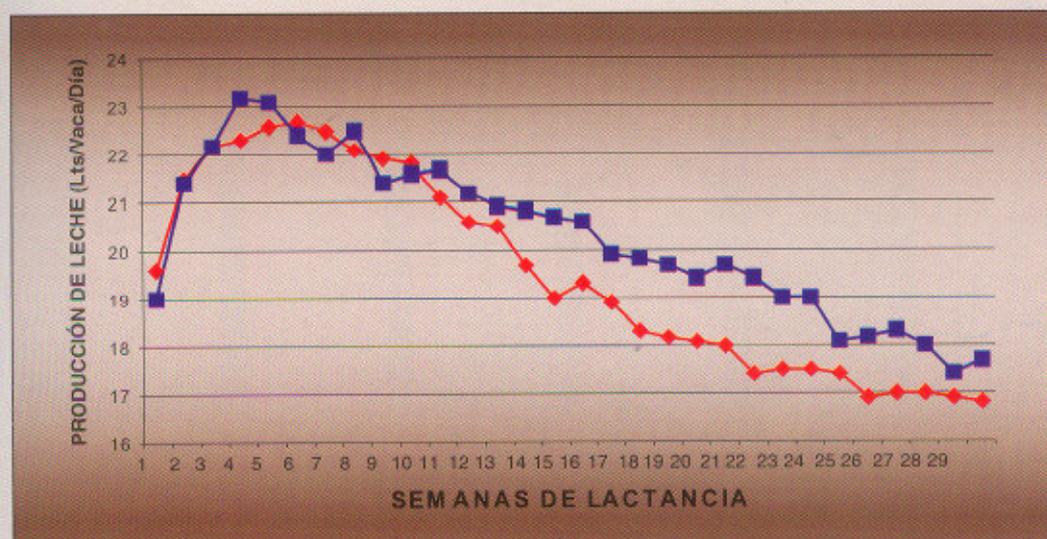
Si realizamos el ejercicio matemático con el P+ Rojo en los primeros 90 días de lactancia, nos daremos cuenta que dicho incremento únicamente representaría 1,82 litros en 13 semanas, mientras que si lo hacemos con el P+

Azul la diferencia de 1,3 litros representaría en una lactancia de 305 días, 278,2 litros más de leche por vaca por lactancia. Si observamos la Gráfica No. 2, vemos como la curva de lactancia del P+ Azul a partir de la semana 13 se desprende totalmente de la curva del P+ Rojo.

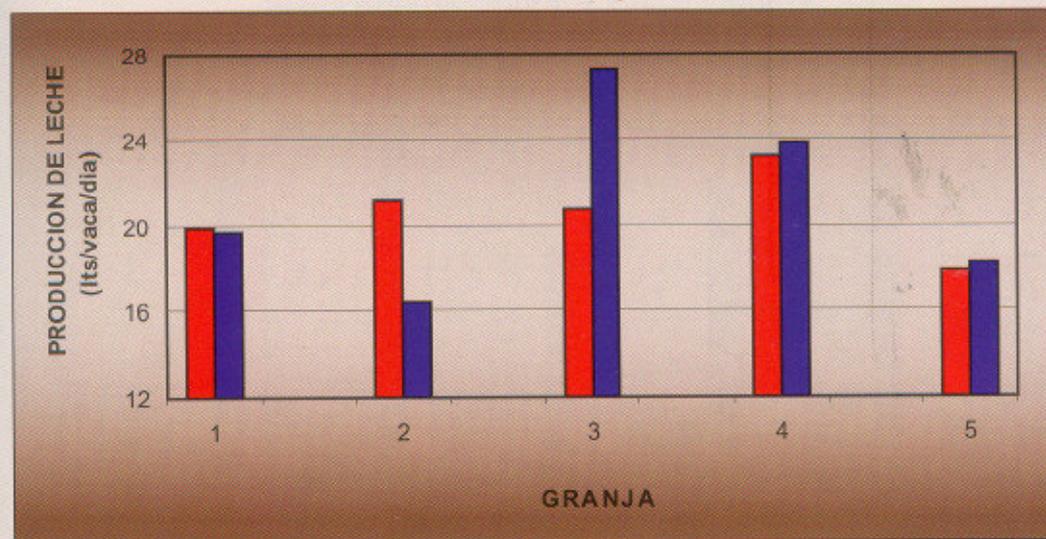
GRÁFICA # 1: Comparativa de Consumo de Pasto vs. Concentrado.



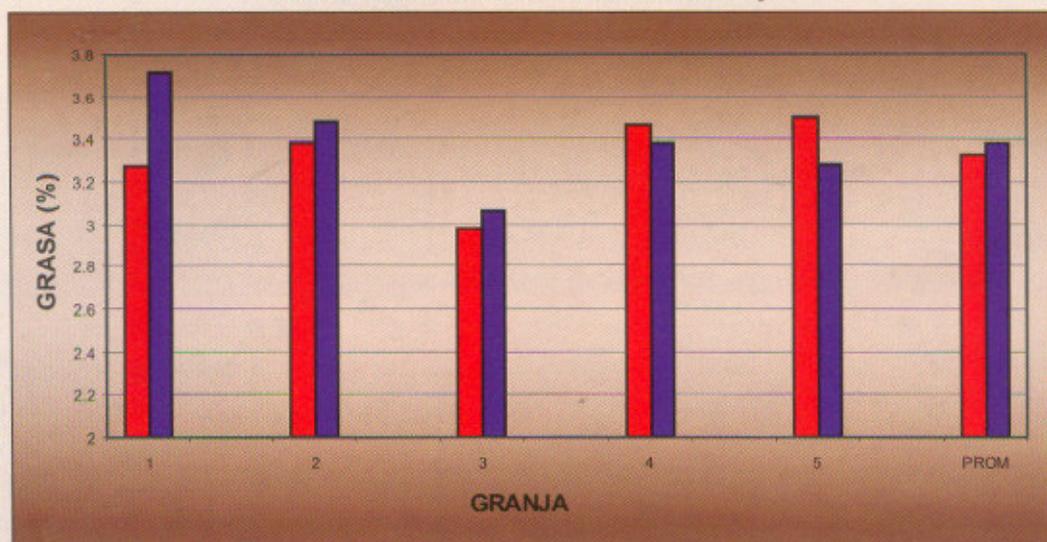
**GRÁFICA # 2: Efecto del Tipo de Suplementación en la Producción de Leche en Vacas en Pastoreo.**



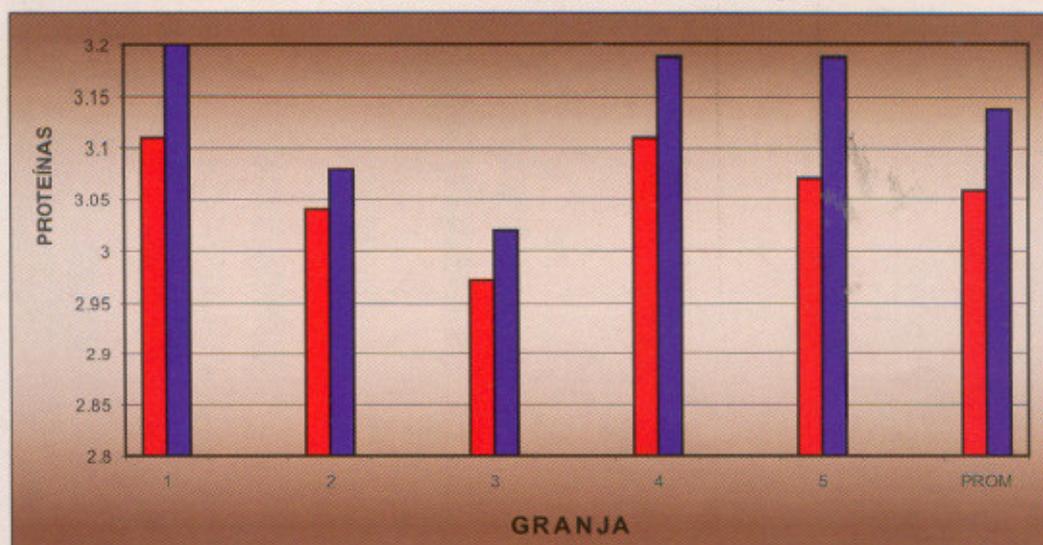
**GRÁFICA # 3: Efecto del Tipo de Suplementación en la Producción de Leche por Finca.**



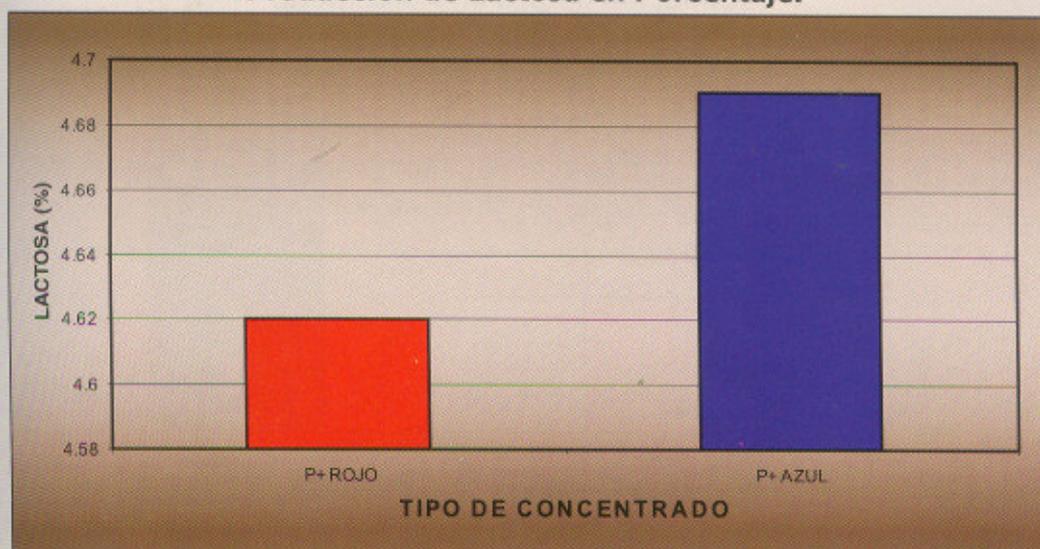
**GRÁFICA # 4: Efecto del Tipo de Suplementación en la Producción de Grasa en Porcentaje.**



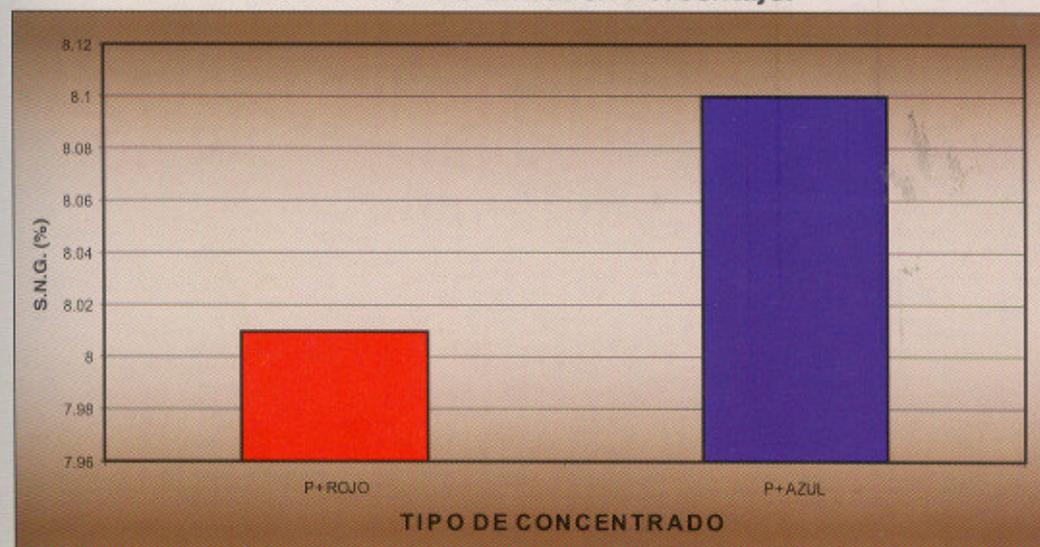
**GRÁFICA # 5: Efecto del Tipo de Suplementación en la Producción de Proteína en Porcentaje.**



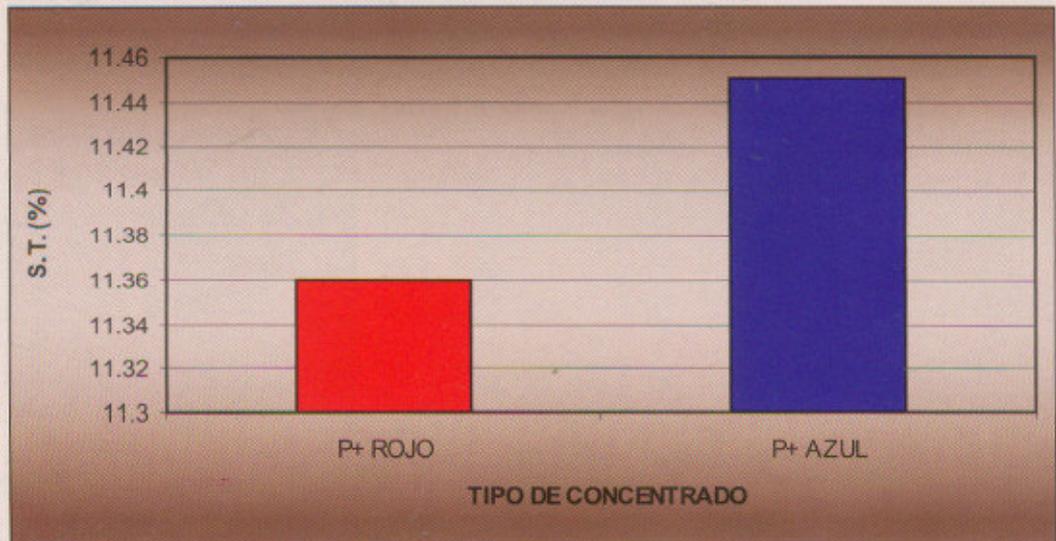
**GRÁFICA # 6: Efecto del Tipo de Suplementación en la Producción de Lactosa en Porcentaje.**



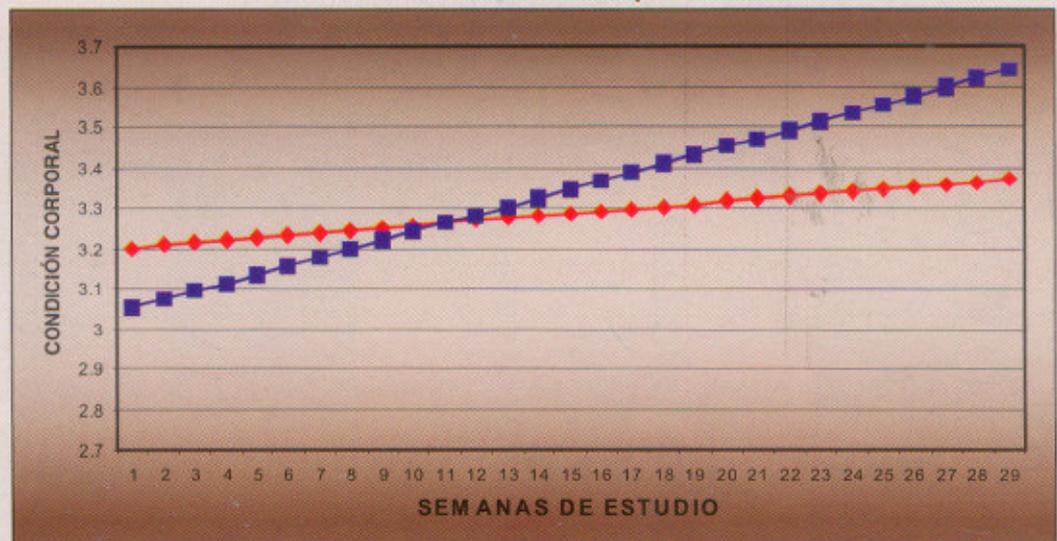
**GRÁFICA # 7: Efecto del Tipo de Suplementación en la Producción de S.N.G. en Porcentaje.**



**GRÁFICA # 8: Efecto del Tipo de Suplementación en la Producción de S.T. en Porcentaje.**



**GRÁFICA # 9: Efecto del Tipo de Suplementación en la Condición Corporal.**



Para proteína en la Gráfica No. 5 se puede apreciar cómo con la suplementación de P+ Rojo se llegó a 3,08% mientras que con el P+ Azul se logró llegar hasta 3,14%, es decir, que fue superado hasta en un (+0,06%). Para lactosa (Gráfica No. 6) (+0,27%), para sólidos no grasos (Gráfica No. 7) (+0,09%), para sólidos totales (Gráfica No. 8) (+0,09%) y para grasa (+0,06%) (Gráfica No. 4). La condición corporal también presentó superioridad (+0,25 unidades) (Gráfica No. 9).

En resumen, en la Tabla No. 5 se puede apreciar el efecto del suplemento para cada uno de los parámetros de producción y composición de la leche en las vacas Holstein bajo pastoreo con kikuyo.

### Conclusiones

Las vacas alimentadas con P+ Azul:

- Produjeron más leche, especialmente después del pico de lactancia (1,3 litros/día).
- La leche tuvo un contenido más alto de proteína en todas las fincas, 3,14, con P+ Azul vs. 3,08% con P+ Rojo.
- El porcentaje de grasa promedio se incrementó en la finca No. 1 pero no cambió en las otras fincas. El promedio fue de 3,32 con P+ Rojo vs. 3,37% con P+ Azul.
- El porcentaje de lactosa (4,69 para el P+ Azul vs. 4,62% para el P+ Rojo) y de sólidos no grasos (8,1 con P+ Azul vs. 8,01% con P+ Rojo) aumentó en todas las fincas.
- Las vacas ganaron condición corporal más rápidamente después del parto (12 vs. 38 semanas para ganar 0,25 unidades de condición corporal).

Tabla No. 5 Resumen

ÍTEM	FINCA 1		FINCA 2		FINCA 3		FINCA 4		FINCA 5	
	ROJO	AZUL								
Leche Lts/día (semana 1-60) n=162	18,1	19,2	22,6	21,0	23,5	23,4	21,1	23,3	16,2	17,5
Leche Lts/día (semana 1-12) n=113	19,5	20,1	25,2	23,8	26,3	25,8	23,8	26,1	19,5	17,8
Leche Lts/día (semana 13-60) n=129	15,8	17,6	20,2	18,9	19,6	21,6	20,7	22,4	15,2	17,4
Leche Lts/día (semana 1-30) n=161	18,1	19,2	22,7	21,4	23,8	23,6	22,6	23,6	16,7	17,9
Proteína Cruda (%)	3,13	3,19	2,92	3,05	3,03	3,00	3,21	3,23	3,12	3,20
Proteína Verdadera (%)	3,12	3,19	2,93	3,01	3,02	3,00	3,21	3,24	3,13	3,24
Rend. Proteína (kg/día)	0,57	0,61	0,66	0,63	0,71	0,70	0,67	0,75	0,50	0,56
Grasa Cruda (%)	3,28	3,74	3,54	3,52	2,98	3,03	3,51	3,40	3,56	3,30
Grasa Verdadera (%)	3,27	3,70	3,38	3,47	2,97	3,05	3,46	3,38	3,51	3,28
Rend. Grasa (kg/día)	0,59	0,71	0,76	0,74	0,69	0,71	0,73	0,79	0,55	0,57
Leche Corregida (Lts/día) (FCL 4%)	16,1	18,2	20,5	19,5	19,8	20,0	19,4	21,2	14,6	15,5
Lactosa Cruda (%)	4,56	4,68	4,65	4,69	4,53	4,62	4,66	4,74	4,68	4,67
Lactosa Verdadera (%)	4,57	4,69	4,64	4,73	4,53	4,61	4,69	4,73	4,69	4,69
Sólidos No Grasos (%)	7,99	8,18	7,93	7,94	7,89	7,97	8,11	8,25	8,13	8,18
Sólidos Totales (%)	11,3	11,8	11,5	11,4	10,9	11,0	11,6	11,5	11,5	11,5

**ABSTRACT**

Regularly in a milk productive herd it is necessary to make two essential activities:

1. To weigh milk as a productive parameter and
2. A body condition evaluation as a visual indicator on productive and reproductive changes which occur in the herd

This second factor is maybe more important than milk production itself, if a regular evaluation and interpretation is made in an accurate way, since it will shows us how the body is changing during lacting period and non pregnant period, and furthermore, it will bring us parameters to evaluate the productive, reproductive, sanitary and nutritional levels.

**RESUMEN**

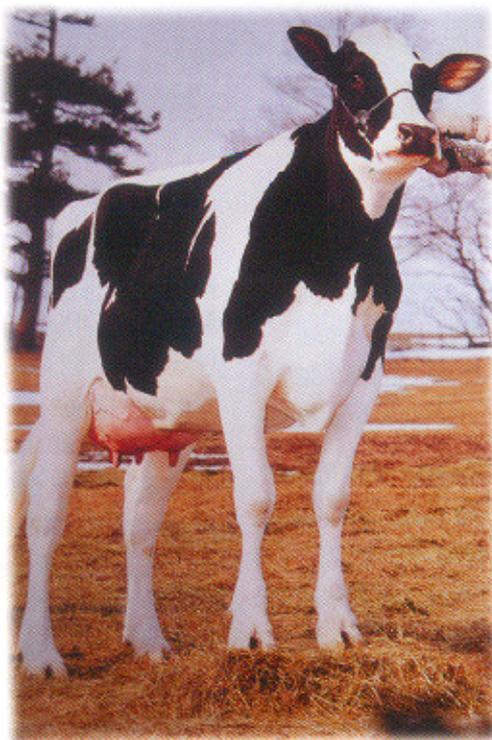
En el hato productor de leche se hace necesario realizar regularmente dos actividades esenciales:

1. El pesaje de leche como parámetro productivo y
2. La evaluación de la condición corporal como indicador visual de los cambios productivos y reproductivos que se suscitan en el hato.

Este segundo factor es quizás más importante que la misma producción de leche, si se evalúa regularmente y se interpreta en una forma acertada, debido a que nos indica cómo el cuerpo esta cambiando en el transcurso de la lactancia y en el período horro, además de suministrarnos parámetros para la evaluación de niveles productivos, reproductivos, sanitarios y nutricionales.

## ***Evaluación de la Condición Corporal: Un Parámetro Esencial en el Diagnóstico Productivo y Reproductivo del Hato Lechero***

Zoot. Carlos A. Pérez P.  
Coordinador Proyectos de Investigación  
Cooperativa Colanta



### ***¿Qué es Condición Corporal?***

La condición corporal es el grado de engrasamiento de un animal.

Dicho estado se visualiza principalmente en áreas como las vértebras lumbares, la pelvis y la raíz de la cola.

La condición corporal es el grado de engrasamiento de un animal. Dicho estado se visualiza principalmente en áreas como las vértebras lumbares, la pelvis y la raíz de la cola.

Este engrasamiento toma importancia al relacionarlo con el período de lactancia en que se encuentra el animal (2).

**Tabla No. 1 Composición Hídrica, Proteica y Lipídica de acuerdo con el Grado de Engrasamiento.**

COMPONENTE 9 – 12va costilla	PUNTUACIÓN CONDICIÓN CORPORAL				
	COMPOSICIÓN COMO % DEL PESO				
	1	2	3	4	5
Agua	70%	64,49%	57,01%	47,44%	47,33%
Proteína	18,52%	19,63%	16,94%	13,38%	12,51%
Grasa	10,59%	14,57%	24,99%	38,34%	39,26%
Cenizas	0,94%	1,04%	0,89%	0,70%	0,59%

Adaptado de información de Ferguson y Otto. 1989 y de Otto et al. 1991.

### ¿Cómo se Califica?

El sistema de calificación más conocido es el desarrollado por Wildman et. al. en 1982, en los Estados Unidos, basado en una calificación visual y subjetiva, realizada por medio de una escala de 1 a 5, donde 1 denota un animal extremadamente flaco y 5 un animal extremadamente gordo. El promedio es 3 aunque no es el ideal, todo depende del estado de lactancia.

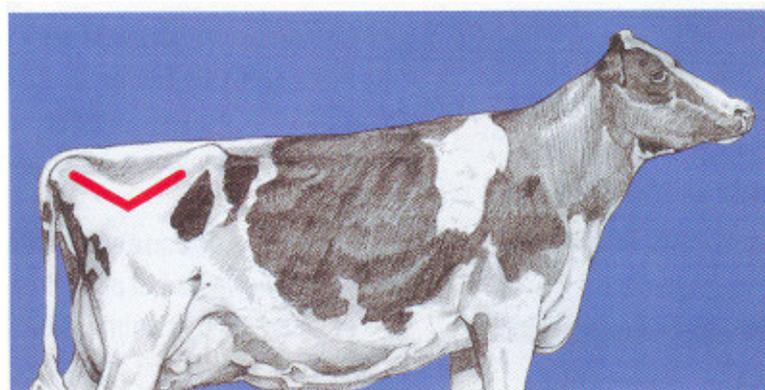
En la Tabla No. 1 se muestra cómo a medida que aumenta la condición corporal disminuyen los contenidos de agua, proteína y cenizas y aumenta

el contenido de grasa. Esta calificación por si sola no aporta nada, por lo cual se hace necesario combinarla con los días en leche, el estado sanitario, el número de partos, entre otros factores.

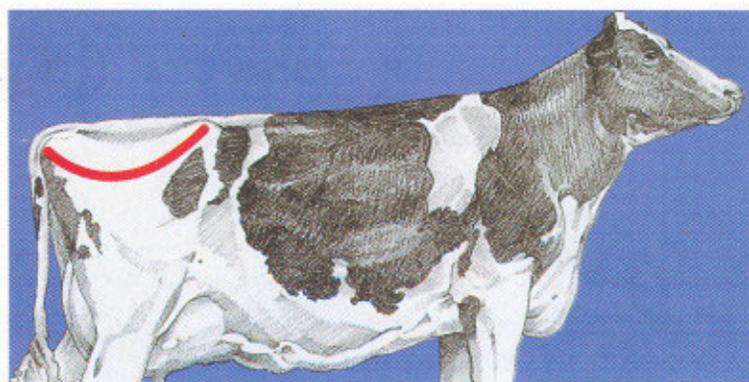
En otro sistema, se califica al animal en una escala de 1 a 5, con subdivisiones de 0,25 puntos. Igualmente se basa en una visualización subjetiva del animal.

El método consiste en apreciar al animal primero de lado para determinar el ángulo graso que se forma en la pelvis, entre las tuberosidades coxal e isquiática. Cuando el ángulo que se forma es

**FIGURA 1: La línea en V determina una condición corporal menor o igual a 3**



**FIGURA 2: La línea en U determina una condición corporal igual o superior a 3.25**



sumamente marcado y forma una **V** se determina una condición corporal igual o inferior a 3. Si el ángulo que forma es en **U** se determina una condición superior a 3,25. Luego se realiza una visualización posterior para apreciar los "Pins" y de esta manera definir las subdivisiones respectivas, de acuerdo con las características anteriores.

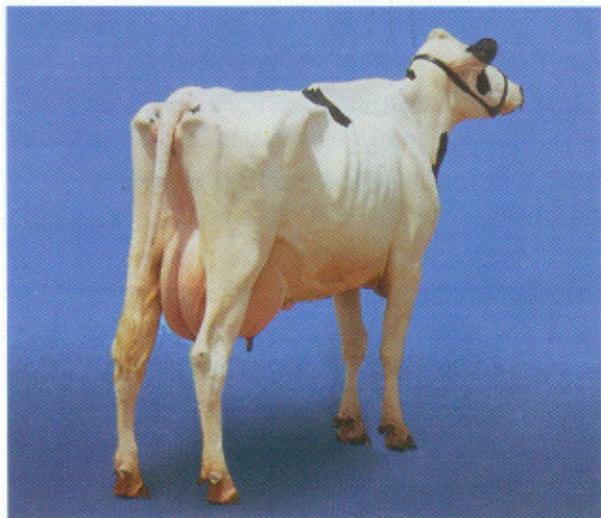
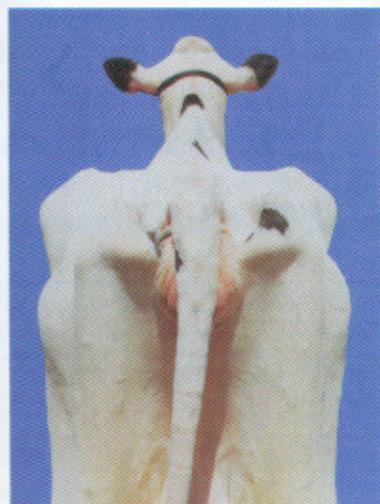
En las figuras No. 1 y 2 se puede apreciar el ángulo que determina la puntuación por encima o por debajo de 3,0.

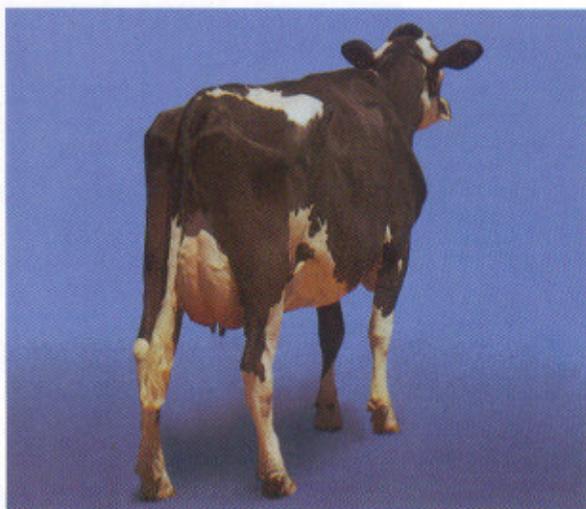
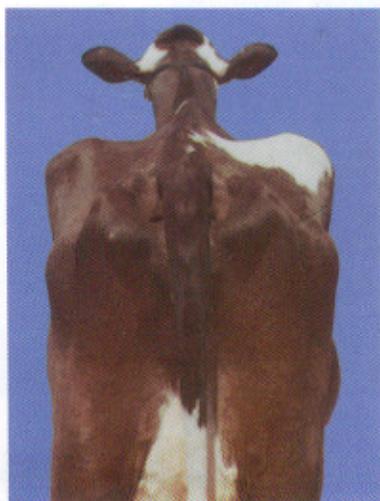
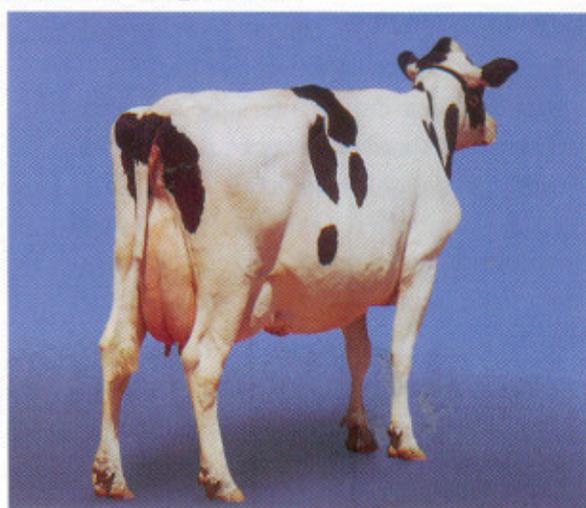
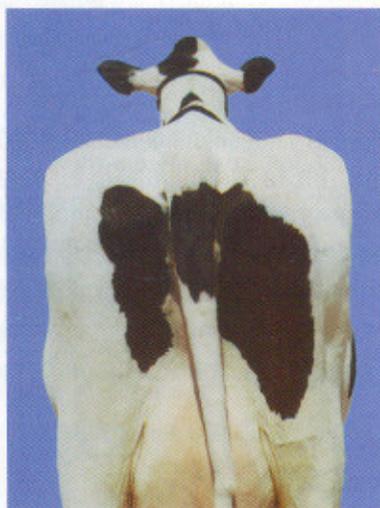
### ***Apreciaciones de la Condición Corporal***

En las figuras No. 3 a 12 se pueden apreciar los 5 estados de la condición corporal.

En la condición corporal 1, los animales son prácticamente piel y hueso; ningún animal debería calificar aquí. En la condición 2, el balance energético es severamente negativo. Aquí califican la mayor parte de vacas de alta producción lechera. Dentro del grupo de condición corporal 3 califican las vacas que se encuentran en la lactancia media. Las vacas no se deben secar en condición 3 o menor

**FIGURA 3 y 4: Condición Corporal 1.**



**FIGURA 5 y 6: Condición Corporal 2.****FIGURA 7 Y 8: Condición Corporal 3.**

(CORTESÍA ELANCO)

porque pueden presentar serios problemas en la siguiente lactancia (estos problemas serán tratados más adelante). La condición 3 + a 4 se da hacia el final de la lactancia, en vacas secas y vacas próximas al parto.

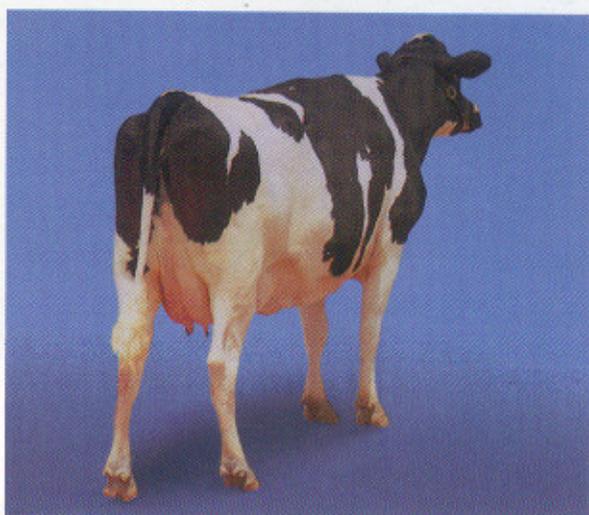
Es importante anotar que un acondicionamiento corporal puede llevar de 4 a 5 meses, se debe tener en cuenta que la condición corporal no debe caer más de 1,5 puntos entre parto y servicio. Si cae más puede afectar la reproducción. Las vacas no deberían perder más de un punto por

mes al inicio de la lactancia y para la primera inseminación las vacas deben tener balance energético en equilibrio (14).

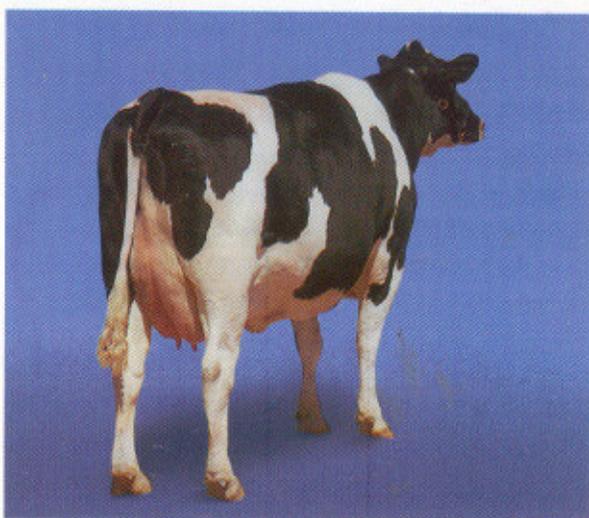
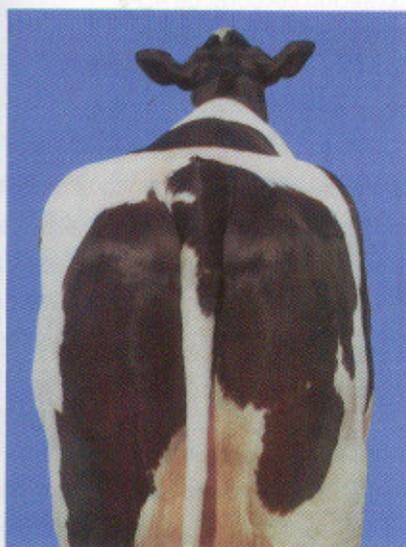
### ***¿Cuándo y cómo Realizarla?***

La clave del sistema de calificación de condición corporal es la palpación del lomo del animal, especialmente sobre la región lumbar, cadera y el nacimiento de la cola. Son áreas que responden a cambios de reservas corporales de grasa (2).

**FIGURA 9 y 10: Condición Corporal 4.**



**FIGURA 11 y 12: Condición Corporal 5.**



La evaluación de la condición corporal debe realizarse en forma individual y no en grupo, (igualmente individualizar por razas); es un dato que se debe trabajar tratando de individualizar el hato porque las alternativas de manejo para cada animal son independientes. Además debe ser evaluada siempre por la misma persona para disminuir la subjetividad. En lo posible debe compararse con el ideal en el período de lactancia y teniendo en cuenta los denominados puntos críticos, que son:

1. **Al secado:** Para ver el tipo de concentrado.
2. **Al parto:** Para ver el manejo del período seco.
3. **Al pico de producción:** Para comprobar las reservas corporales.
4. **Al momento de la inseminación:** Para revisar el balance de energía.

Tabla No. 2 Efecto de la Condición Corporal en Período Seco.

	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3
Intervalo entre parto y primera ovulación (días)	27	31	42
Primer calor (días)	48	41	62
Concepción en días al primer servicio	74	90	116
Rata de concepción	65%	53%	17%

FUENTE: J. Dairy Sci. (Suplemento) 1. Página 245 1986.

En conclusión, la condición corporal se debería evaluar a los 45, 90, 180 y 270 días, con el único propósito de realizar los ajustes en la ración con suficiente tiempo.

### **Estados Fisiológicos Vs C.C.**

#### **1. Al Secado:**

Cuando la vaca se aproxima al período seco debe estar gorda sin exceso y al principio de la lactancia flaca, es decir, que al momento del parto debe tener un registro de condición corporal de  $3,5 \pm 0,25$ . Como puntos máximos se pueden manejar 3 y 4. El problema es determinar cuándo gorda, cuándo flaca (2, 8, 14, 15).

Una forma de interpretar la condición en este período es (2, 10):

**3+ a 4-:** Se debe conservar la condición corporal en este rango.

**3+:** Se debe incrementar el suministro de energía.

**4-:** En este punto hay que reducir el suministro de energía

En la Tabla No. 2 se muestra un estudio realizado por Cornell University (1986) con 3 grupos de vacas monitoreados para determinar el efecto de la

condición corporal durante el período seco sobre la reproducción.

Grupo 1: Condición corporal de 3,7  
Grupo 2: Condición corporal de 4,1  
Grupo 3: Condición corporal de 4,5

#### **2. Al Parto:**

En el momento del parto o finalizando el período seco, las vacas deben puntuar 3,5 a 4,0. Las primerizas de 3,0 a 3,5. La condición adecuada supone un compromiso entre las reservas de energía necesarias para la alta producción durante el período de balance energético negativo y la disminución del apetito, originada por el exceso de grasa corporal. Si puntúa menos en este momento, la vaca no producirá la cantidad de leche que es capaz genéticamente. No se debe permitir exceso de peso en las vacas antes del período de transición, porque eso las hace más propensas a desarrollar hígado graso.

Si las vacas están sobrecondicionadas no se debe intentar restringir el consumo de alimento para reducir dicha condición corporal, debido a que la restricción de alimento reducirá la síntesis de grasa en el tejido adiposo más intensamente que en la glándula mamaria, estimulando la movilización de ácidos grasos del tejido adiposo hacia el hígado (2, 8, 14, 15).

La condición corporal al parto puede presentarse así:

**3+ a 4-:** Vacas adecuadas y no exceso de grasa.

**3+:** La vaca recibió una inadecuada suplementación energética durante la lactancia tardía y/o el período seco.

**4-:** Indica que la suplementación de energía fue alta durante la lactancia tardía y/o período seco.

### 3. Primera Fase de Lactancia:

En los primeros 100 días de lactancia, las vacas deben registrar  $3,25 \pm 0,25$ , y las novillas en crecimiento  $3,0 \pm 0,25$ . Al inicio de la lactancia, las vacas pueden perder hasta un kilo de peso al día. Muchos animales al iniciar la lactancia presentan condición corporal pobre, donde no logran producir altas cantidades de leche ni pueden estimularse con aditivos ni con proteína by-pass (2, 8, 14, 15).

Si en los primeros 21 días postparto la vaca pierde mucho peso, es indicio de que la dieta no está balanceada, principalmente en energía.

A los 35 días post parto, la pérdida de condición corporal puede ser: (2)

**0.5:** Es considerada como una pérdida pequeña.

**0.5 a 1.0:** Es una pérdida moderada.

**Más de 1.0:** Es pérdida fuerte.

En los dos primeros meses postparto, las vacas pueden perder 1/2 a 1 punto de condición corporal. Se debe esperar una condición corporal de  $3 \pm$  a la décima semana aproximadamente y

esperar conserve esta condición más o menos al día noventa (semana 12). La producción máxima en una vaca ocurre de 4 a 6 semanas después del parto, pero muchas alcanzan el consumo máximo de alimento de 9 a 10 semanas. La energía extra que se necesita para la leche se satisface usando grasa corporal. (2, 8). Lo más normal en esta etapa de lactancia es encontrar animales en condiciones de 3- a 3 para lo cual se debe maximizar la energía en la ración y minimizar los cambios de condición corporal con el fin de contrarrestar el balance energético negativo.

### 4. Lactancia Media:

En el período de máxima producción, la vaca deberá estar en condición corporal suficiente para aprovechar su reserva corporal para atender sus necesidades energéticas. El animal perderá peso como resultado de la movilización y descomposición de las grasas corporales. (12)

Al servicio la vaca deberá estar en una condición corporal de 2,5 a 3; de lo contrario difícilmente quedará preñada. La alimentación es culpable especialmente por falta de energía, ya que la falta de esta impide funcionar el eje de la fertilidad (hipófisis – ovarios) (2, 6, 9, 15).

En la Tabla No. 3 se muestra el efecto de la pérdida de condición corporal sobre la reproducción en vacas lactantes, mientras que la Tabla No. 4 muestra como los cambios bruscos en condición corporal pueden afectar la tasa de concepción. En esta fase la condición corporal se debe manejar así:

**3:** Mantener la condición corporal para maximizar la producción de leche.

**Tabla No. 3 Efecto de la Pérdida de Condición Corporal sobre la Reproducción en Vacas en Ordeño.**

PÉRDIDA C.C.	CONCEPCIÓN 1er. SERVICIO	DÍAS A LA PRIMERA OVULACIÓN	DÍAS AL PRIMER CELO	DÍAS A CONCEPCIÓN
Pequeña	65%	24	48	73
Moderada	53%	31	41	90
Fuerte	17%	42	62	116

Fuente: Smith y Colb 1986 Cornell.

**3-:** Balance inadecuado de energía.

**3+:** Se debe reducir energía para evitar sobrecondicionamiento.

### 5. Lactancia Tardía:

Esta etapa debe aprovecharse para darle a la vaca una condición adecuada. La energía de la ración se usa más eficientemente en la deposición de grasa durante la última parte de la lactancia que durante el período seco. Es importante que las vacas alcancen una condición corporal entre 3 y 4 al parto, porque las vacas altas productoras no pueden consumir suficiente alimento al principio de la lactancia para satisfacer sus necesidades de nutrientes (2, 8).

En esta fase las recomendaciones son (2):

**3+ a 4-:** Al llegar al período seco y preparar a la vaca para la próxima lactancia.

**3+:** Es un animal que puede requerir un poco más de energía

**4-:** Se debe rebajar la energía de la ración.

Esta es la fase de lactancia donde los animales aumentan su peso acumulando grasa corporal.

En la Tabla No. 5 se muestra un cuadro resumen de todas las condiciones corporales en el transcurso de la lactancia.

Es bueno anotar que las vacas de primer parto normalmente calificarán de 0,5 a 1,0 punto menos que las vacas mayores, en el mismo punto de su ciclo de lactancia, debido al consumo de materia seca por unidad de peso corporal, en adición a su producción de leche (2).

A continuación, se presentan varias curvas de condición corporal donde se pueden apreciar

**Tabla No. 4 Efecto de los Cambios en la Calificación de Condición Corporal Sobre la Tasa de Concepción.**

CAMBIO C.C. DEL PARTO A LA INSEMINACIÓN	TASA DE CONCEPCIÓN %	ERROR ESTÁNDAR DE LA MEDIA
+1	65	59 - 71
0	50	43 - 57
-1	34	29 - 40
-2	21	14 - 30

Fuente: Fergusson y Otto. 1989.

**Tabla No. 5. Cuadro Comparativo de la Condición Corporal en los Diferentes Estados Fisiológicos Durante el Período de Lactancia.**

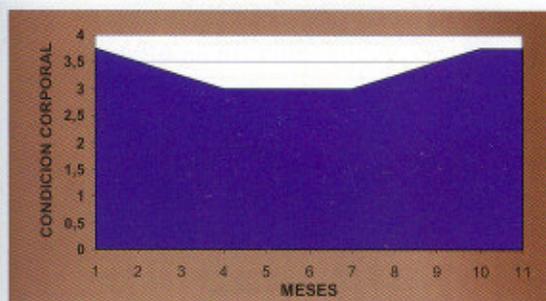
ESTADO FISIOLÓGICO	RANGO	COMENTARIO
SECA	3,25 – 3,75 3,5	Las vacas no deben perder condición corporal mientras estén secas, ni las deben retar a engordar.
AL PARTO	3,25 – 3,75 3,5	Las vacas menores de 30 días no tienen acumulación suficiente de grasa para llegar al pico adecuado de leche y sostenerlo. Una condición corporal mayor de 4,0 causará disminución del consumo de materia seca y producirá movilización excesiva de grasa, conduciendo a problemas metabólicos.
LACTANDO (1 - 80 días)	2,5 - 3,5 3,0	La pérdida máxima es de 1,0 punto de condición corporal.
> 80 - 90 días	La calificación se incrementa del punto más bajo.	A partir de esta fecha debe empezar a aumentar la condición corporal sin excederse de 4,0 al final de la lactancia.

Tomado de: Carl L. Davis.

comportamientos a lo largo de la lactancia, discutiendo sus posibles causas y soluciones.

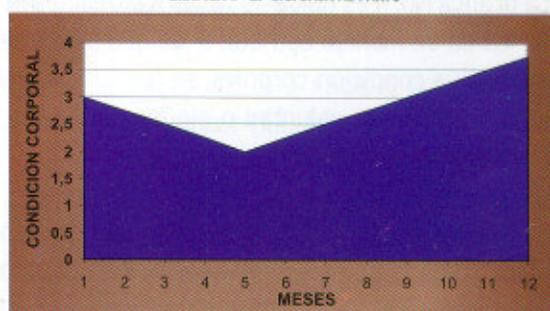
En la gráfica No. 1 se observa como debería ser la condición corporal durante toda la lactancia comenzando en 3,75 y bajando hasta 3,0, en un tiempo no inferior a 4 meses (0,25 puntos por mes), y recuperándose a partir del séptimo mes de lactancia para así parir de nuevo en condición 3,75 (Ver Gráfica 1).

GRÁFICA # 1: C.C. NORMAL EN EL TRANSURSO DE LA LACTANCIA

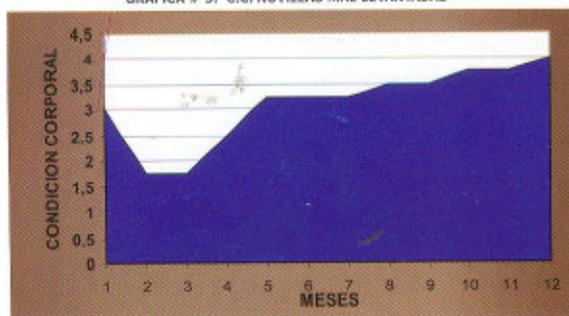


La gráfica No. 2 es la curva típica de aquellos animales que paren en condición corporal de 3 o inferior, en la cual los animales no son capaces de producir leche y llenar los requerimientos de mantenimiento con el grano que consumen al mismo tiempo, por lo cual utilizan toda la grasa corporal para lograr llenar estos requerimientos. Son animales que presentan dificultades para activar de nuevo

GRÁFICA # 2: C.C. BAJA AL PARTO



GRÁFICA # 3: C.C. NOVILLAS MAL LEVANTADAS



su reproducción. La recomendación es hacer un seguimiento estricto y dar una suplementación especialmente energética para ganar condición rápidamente (Ver Gráfica 1).

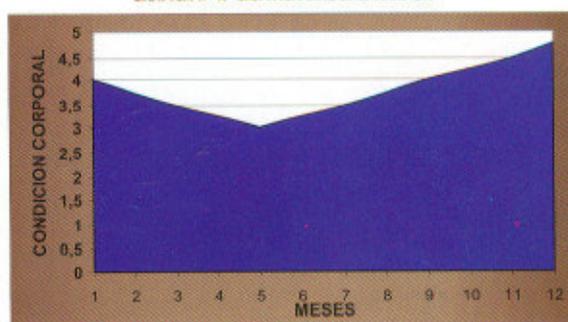
La gráfica No. 3 es una curva más frecuente de lo que se cree, debido a un mal levante y al descuido del productor hacia las novillas. Por lo general, las novillas deben llenar más requerimientos que las mismas vacas pues al mantenimiento y a la lactancia las novillas deben llenar requerimientos de crecimiento. Es por ello que la mayoría paren con condición corporal de 3 o inferior, e inmediatamente luego del parto pueden llegar a perder hasta 1,5 puntos de condición corporal en menos de 2 meses (0,8 por mes) (Ver Gráfica 3).

A este tipo de animales se les debe ayudar con una dieta más energética, para que suplan sus requerimientos y garanticen el consumo, pero la mejor solución es realizar un buen levante.

La gráfica No. 4 es típica de vacas a las cuales no se les da un manejo estricto, a las que nunca se les evalúa condición corporal, se les suministra el concentrado a voluntad o sin ningún tipo de parámetro nutricional.

El problema se agrava cuando el técnico diagnostica la obesidad post parto, y en el afán del finquero por disminuirla, racional el

GRÁFICA # 4: C.C. VACA MAL BALANCEADA

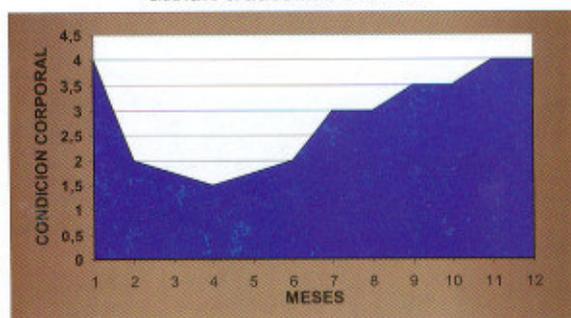


concentrado en forma exagerada complicando mucho más el cuadro (hígado graso, problemas metabólicos, reproductivos, entre otros). Muchas logran perder gran puntaje en condición corporal a expensas de este tipo de acciones; pero inmediatamente logran disminuir la condición corporal se retoma el suministro de concentrado como se venía realizando y es aquí donde se repite la historia y quizás peor por que para el próximo parto pueden llegar a parir en condición corporal superior a 4,25.

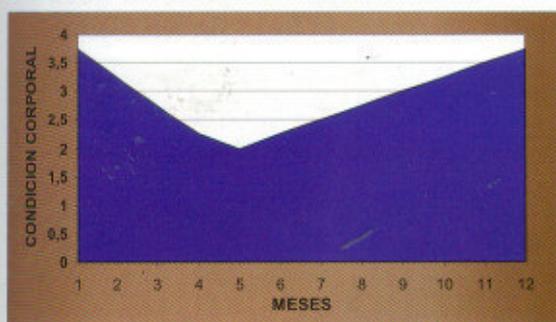
La mejor solución para este tipo de animales es suministrarles una dieta fibrosa post parto en vez de una energética sin disminuir el consumo pues se puede agravar el caso (Ver Gráfica 4).

En la gráfica No. 5 se muestra la condición corporal de vacas en pastoreo, donde se observan altibajos debido al balance energético negativo que presentan luego del parto. La solución es mejorar el suministro de grano pero no en cantidad, sino en calidad además de mejorar el consumo de materia seca.

GRÁFICA # 5: C.C. DE VACAS EN PASTOREO



GRÁFICA # 6: C.C. VACAS ALTAS PRODUCTORAS MAL ALIMENTADAS



La gráfica No. 6 da una idea de la mala alimentación en las vacas altas productoras, las cuales producen leche a base de grasa corporal y bajan la producción rápidamente y cuando el productor quiere volver a los niveles altos de producción es demasiado tarde, lo único que se logra al aumentar la cantidad de concentrado es el acondicionamiento del animal (Ver Gráfica 5).

### ***Ingestión de Alimento, Producción de Leche y Condición Corporal***

El período seco se utiliza para adaptar al animal a dietas altas en grano, este cambio inicia una señal en la vaca para movilizar menos grasa corporal reduciendo así la incidencia de hígado graso y cetosis; pero las raciones que incluyen gran cantidad de concentrado y poco pasto (relación 90:10) favorecen la acumulación de reservas corporales y permiten el aumento en el volumen de leche a expensas de un descenso en el contenido graso en leche y tienen el riesgo de provocar malestar en la fermentación ruminal y causar pérdida del apetito; además de estimular la producción de propionato en el rumen (3, 4, 5, 15).

Igualmente el período de transición coincide con el tiempo en que la vaca lechera experimenta cambios hormonales y metabólicos bruscos para iniciar el parto y la producción de leche; estos cambios ocasionan estrés en la vaca (4).

Algunas veces, las vacas secas permanecen con las vacas en producción y están sobrealimentadas, otras veces se dejan en pastoreo y están subalimentadas; de esta manera se pueden tener vacas gordas o en mala condición para la próxima lactancia.

Las vacas que llegan al parto en una condición corporal pobre precisan para poder manifestar su potencial genético un mayor aporte de energía en el alimento, al inicio de la lactancia. A medida que aumentan los días de lactancia se debe disminuir la concentración de energía y aumentar la fibra (3).

La ingesta de nutrientes aumenta durante las primeras 8 a 12 semanas de lactancia y la movilización de las reservas de grasa permiten que la grasa láctea alcance su máximo nivel, mucho antes de la máxima ingestión de alimento.

Para que una vaca pueda producir alta cantidad de leche en balance energético negativo es necesario que tenga buen apetito y que posea suficientes reservas corporales de energía, dos puntos directamente influenciados por la cantidad de grasa del animal y que es necesario comprometer para alcanzar una adecuada condición corporal. Hay dos formas por las cuales las vacas no reciben la energía suficiente para los procesos reproductivos:

- Ración baja en energía.
- Suministro de una ración que no son capaces de ingerir (12, 15).

En la gráfica No. 7 se muestra un comparativo entre consumo de materia seca, producción de leche y peso vivo. Se observa cómo

**Tabla No. 6 Efecto de la Condición Corporal en el Consumo de Materia Seca y Producción de Leche. (Los Grupos son los Mismos de la Tabla No. 3).**

	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3
Consumo de materia seca (Kilos)	20,09	19,82	18,59
Producción de leche semana 14 (Kilos)	27,6	28,96	29,35

FUENTE: J. Dairy Sci. (Suplemento 1) Página 245 1986.

después del parto se deprime el consumo de materia seca.

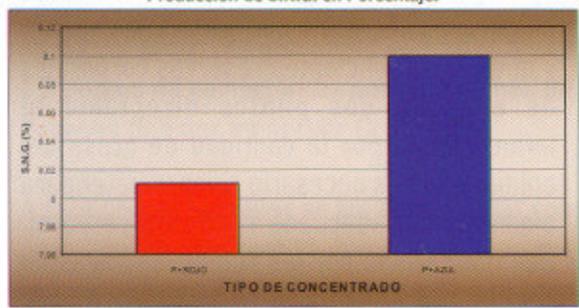
Este es uno de los grandes retos que tienen los nutricionistas (en la gráfica No. 8 se puede apreciar el consumo de materia seca unas semanas antes del parto y unas semanas después del parto), pues es difícil hacer comer a la vaca después del parto; es donde se presenta el balance energético negativo pues se gasta más de lo que se ingiere. Además, se aprecia que cuando la vaca está en el pico de producción su peso vivo está en

el mínimo, por lo cual el consumo de materia seca determinará la producción de leche ya que no tiene la reserva corporal.

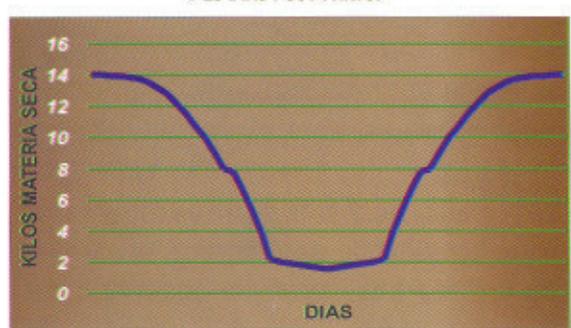
De ahí la importancia de que la vaca llegue en una buena condición corporal al parto, sin sobrecondicionamiento, para soportar el balance energético negativo y soportar la producción de leche. Al bajar el consumo de materia seca, puede desencadenarse cetosis, desplazamiento de abomaso y otros cuadros clínicos debido al estrés. Los problemas son más frecuentes en vacas gordas al movilizar las grasas como fuente de energía (3, 8, 9, 10, 15, 17).

La Tabla No. 6 muestra cómo la condición corporal afecta el consumo de materia seca. Las vacas gordas presentan el menor consumo.

**GRÁFICA # 7: Efecto del Tipo de Suplementación en la Producción de S.N.G. en Porcentaje.**



**GRÁFICA # 8: CONSUMO DE MATERIA SECA 25 DÍAS PRE PARTO Y 25 DÍAS POST PARTO.**



**Tabla No. 7 Efecto de la Condición Corporal Sobre La Producción de Leche (Inicio Lactancia 0 hasta 84 Días).**

C.C.	# VACAS	DIFERENCIA PRODUCCIÓN DIARIA (kg.)	DIFERENCIA DE PRODUCCIÓN (0-84 Días) (Kg.)
0,5 a 1,5	283	-1.8	-150
2	159	0	0
2,5 a 3,5	213	+1.1	+95
4	8	-1.8	-150

Fuente: Croxton 1976.

La Tabla No. 7 muestra cómo los mayores aumentos en la producción durante los primeros 84 días se obtuvieron con vacas de C.C. 3,5. El grupo de vacas con C.C. 4,0 es cuestionable por lo pequeño de la muestra.

### **En qué Afecta la Condición Corporal**

La condición corporal influye sobre la producción, reproducción y longevidad. Las vacas con engrasamiento son más susceptibles a problemas metabólicos y alta incidencia a infecciones uterinas al no haber un buen tono muscular en la región del útero. Son más propensas a desarrollar ovarios quísticos en la próxima lactancia al compararlas con las vacas en buena condición. El sobrecondicionamiento se registra generalmente en los últimos 3 a 4 meses de lactancia, cuando la producción de leche va en descenso y los nutrientes en la ración no se merman. Otra causa del sobrecondicionamiento son los largos períodos secos y la alimentación en el período seco (9, 15). Una pérdida de

condición corporal por encima de un punto puede empeorar la fertilidad, aumentando así los días entre parto y primera ovulación y disminuyendo la tasa de concepción al primer servicio (2).

Si la vaca ha perdido 1,0 punto de condición corporal en los primeros 100 días post-parto, probablemente presente ovulación retardada y una tasa de concepción pobre. Las vacas con condición corporal 2,0 están predispuestas a experimentar problemas reproductivos. La concepción retardada asociada con pérdidas severas de condición corporal puede prevenirse mediante el incremento del consumo de energía a través del suministro de grasas suplementarias (2).

En Inglaterra se elaboró un estudio sobre la incidencia de la condición corporal al parto sobre varias enfermedades. Se estudiaron dos grupos: Uno en condición ideal y otro sobrecondicionado. Los resultados se pueden apreciar en la Tabla No 8.

**Tabla No. 8 Casos de Enfermedades Durante la Lactancia.**

CASO	GRUPO I (CADA GRUPO FORMADO POR 9 VACAS)	
	DESEABLE	GRASOSA
Mastitis	3	11
Retención de placenta	1	2
Endometritis	2	2
Ovarios quísticos	0	1
Cetosis	2	5
Fiebre de leche	1	2
Hipomagnesemia	0	1
Laminitis	4	7
<b>Total</b>	<b>13</b>	<b>33</b>

Fuente: Anim. Produ. 43. Página 1 - 6, 1986.

Tabla No. 9 Relación de Condición Corporal y Reproducción

PARÁMETRO	CONDICIÓN CORPORAL EN UNIDADES		
	< 0.5	0.5 - 1.0	> 1.0
N	17	64	12
Días a primer servicio	68	67	79
Tasa de concepción primer servicio	65	53	17
Servicios por concepción	1.8	2.3	2.3
Rata de preñez	94	95	100

Fuente: Buttler and Smith J. D. S. 1999.

En la Tabla No. 9 se muestra cómo afecta el cambio de la condición corporal el estado reproductivo, con cambios de 0,5 y 1 unidad.

### **Bibliografía**

1. BOB, JAMES. Does prepartum nutrition influence production?. En: Dairy management. (Dic. 1997).
2. DAVIS, CARL I. Alimentación de la vaca lechera alta productora. Illinois: U.E.; 1993. 11 p.
3. ESTRATEGIAS DE alimentación en vacas lecheras: Buena dieta mejor producción. En: Agricultura de las Américas. No. 253 (Jun. 1997); p. 32, 34 - 35, 37 - 38.
4. GRUMMER, RIC R. Alimentando a la vaca en transición para evitar problemas metabólicos. En: Hoard's dairyman en español. No. 2 (Feb. 1995); p 179 - 183.
5. \_\_\_\_\_. Alimentar a las vacas próximas al parto es un acto de equilibrio. En: Hoard's dairyman en español. No. 4 (Abr. 1998); p. 240, 241.
6. HARESSING, W., COLE D. J. A.. Avances en nutrición de los rumiantes. Zaragoza (España): Acribia, 1988. 407 p.
7. HARTMAN, DENNIS A., JONES, JERRY. Las vacas secas también necesitan atención. En: Hoard's dairyman en español. No. 4 (Abr. 1995); p 338.
8. HEINRICH, A. J. Body condition scoring as a tool for dairy herd management. Pennsylvania: Pennstate, 1999. 10 p.
9. \_\_\_\_\_, O CONNOR, M.L. Charting body condition identifies problem in dairy cows. En: Feedstuffs (Abr. 1991).
10. \_\_\_\_\_. Charting body condition to trouble - shoot: dairy nutrition and reproduction problems. 1998. 12 p.
11. INSTITUTO BABCOCK. Esencias lecheras. Madison: Universidad de Winsconsin. 1999. 300 p.
12. MC BRIDE, B. W. Dirigir las condiciones corporales y atender a las necesidades nutritivas de la vaca lechera de gran producción. En: Frisona Española (Mar. - Abr. 1991); p. 120 - 121.



13. OLDICK, B. S., FIRKINS, J. L. Nutrition and reproduction interactions in cattle. 11 p.

14. RHONDA, FRANCK. Alter body condition: after scoring your cow is body condition, make changes in your feeding program to adjust their weight. En: Dairy Herd Management (1996); p 34.

15. SHAVER, RANDY. Qué podemos hacer para ayudar a las vacas en transición?. En: Hoard's dairyman en español. No. 10 (Oct. 1996); p. 804 - 805.

16. STAPLES, CHARLES R., TAHTECHEER, WILLIAM W., BURKE, JUAN M. El control del balance energético mejora la fertilidad de las vacas lecheras. En: Feedmix. Vol. 3, No. 5 (1995).

17. VAQUERO, MARTIN B. Alimentación en la fase parto y sus repercusiones en la fase recién paridas. En: Frisona Española (Ene. - Feb. 1996); p. 122 - 124.

18. \_\_\_\_\_. Optimización de las raciones y de la condición corporal para alta producción. En: Frisona Española (Ene. - Feb. 1991).



**ABSTRACT**

The rumen is the one of the ruminants stomach where several synergic processes are carried out to obtain the precursors substances that acts as necessary nutrients for maintenance, production and reproduction. Are those reason the make the rumen to be considered a lab to realize microbiological, enzymatic, biochemical and toxicological processes.

Any change in food intake as roughage or supplementation can give origin to diseases of this specific organ such as toxicological indigestion which at the same time acts as risk factors to metabolic and systemic pathologies.

This article pretends a view of the rumen to understand many of the pathologies specifics of the digestive system and the general ones the bovine.

**RESUMEN**

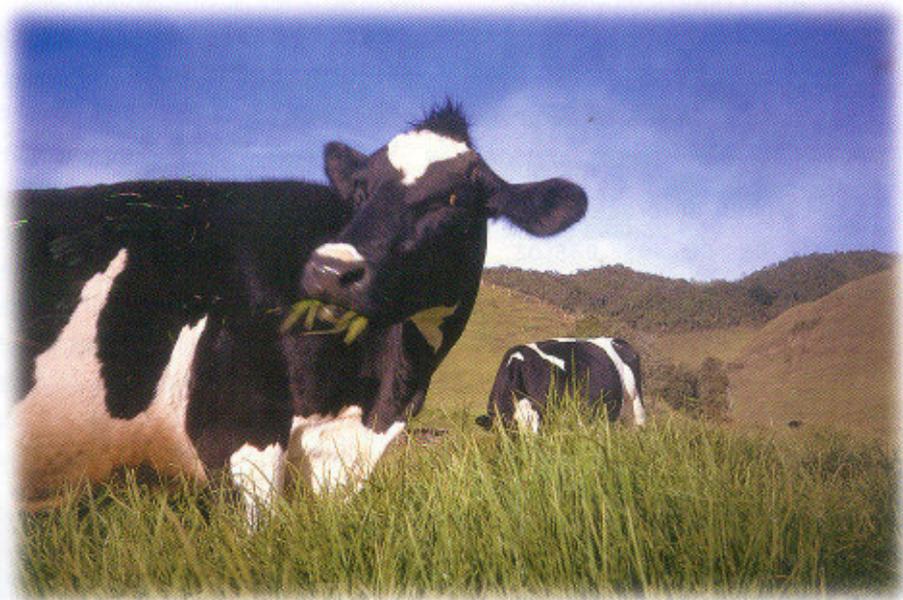
El rumen es el estómago donde los bovinos realizan una serie de procesos sinérgicos para obtener precursores que los abastecen de los nutrientes necesarios para el mantenimiento, reproducción y producción. Es por esto que se cataloga como un laboratorio, donde se realizan procesos microbiológicos, enzimáticos, bioquímicos y toxicológicos.

En este complejo de funciones, se pueden originar, por cualquier cambio en la alimentación o suplementación, enfermedades propias del órgano, como las indigestiones tóxicas, que a su vez se convierten en factores de riesgo de patologías metabólicas y sistémicas.

Con este artículo se pretende motivar de nuevo el estudio del rumen, para comprender muchas de las patologías propias del aparato digestivo y generales del bovino.

## *Rumen, Salud y Reproducción Relaciones y Efectos*

M.V. Carlos Tamayo Patiño  
Profesor de Clínicas  
Departamento de Medicina Veterinaria  
Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia  
U. de A.



El rumen, es el estómago donde los bovinos realizan una serie de procesos sinérgicos para obtener los precursores que los abastecen de los nutrientes necesarios para el mantenimiento, reproducción y producción.

### **1. ASPECTOS FISIOPATOLÓGICOS**

El rumen, cámara del sector gástrico anterior, localizado en el lado izquierdo del abdomen, entre el diafragma y la cavidad pélvica, es un ecosistema fuertemente reductor, con un pH entre 6 y 7, una temperatura que fluctúa entre 38 y 42 °C y una capacidad de entre 100 y 300 litros (2,7). Allí es donde el rumiante metaboliza la mayor parte de los alimentos por medio de la fermentación bacteriana, proceso que se realiza principalmente en el saco ventral del órgano.

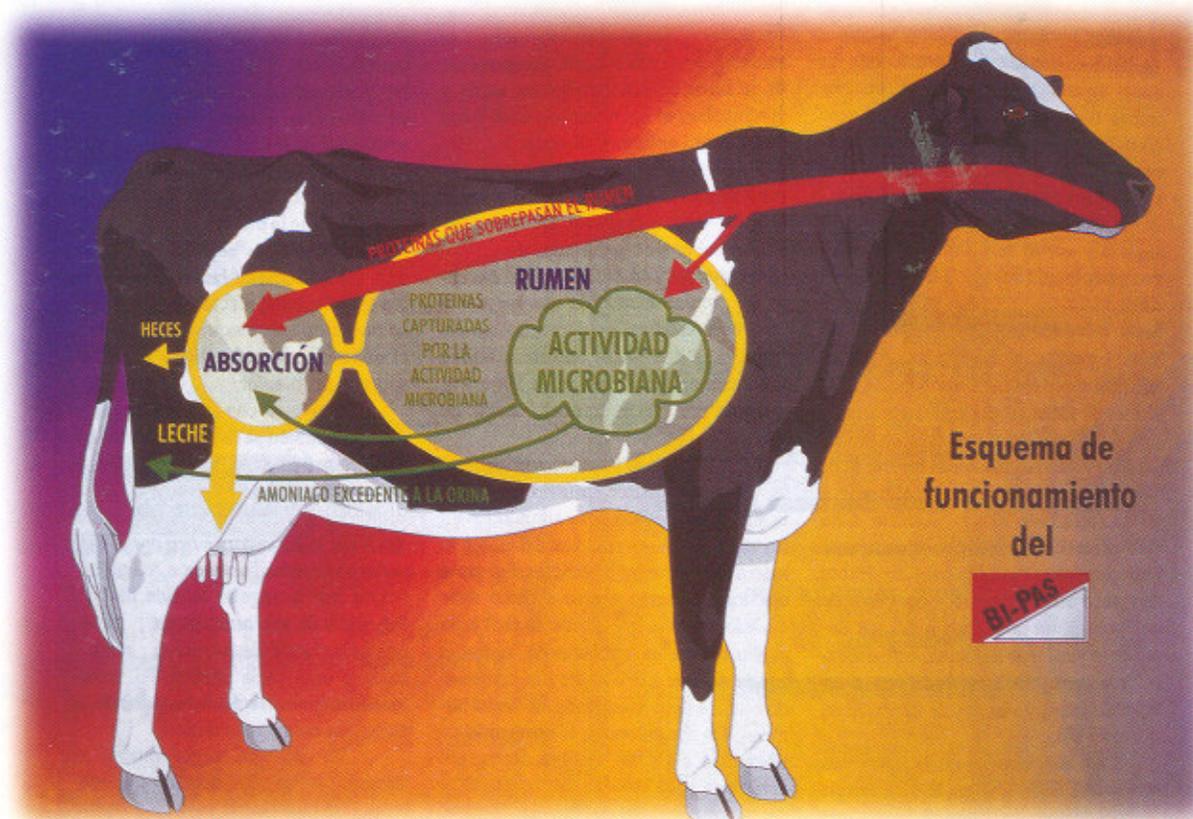
La población de microorganismos que alberga son principalmente anaerobios, localizados en el licor ruminal; también se encuentran aerobios facultativos, adosados a la mucosa del órgano. Esta población está compuesta por bacterias, hongos y protozoos, todos éstos, necesarios para la digestión de los alimentos, proceso que realizan a través de enzimas producidas por ellos .

Cada componente de la población ejerce funciones específicas, que al final se integran para un mejor proceso digestivo de los alimentos. Es así como los hongos son necesarios para romper la pared celular de las plantas, permitiendo que las bacterias se encarguen de procesar los componentes nutritivos de los pastos, transformándolos en productos útiles para ellas mismas como para el rumiante, siendo los principales la proteína y los ácidos grasos volátiles (AGV).

Los protozoos actúan como elementos tampón metabólicos, porque ingieren partículas alimenticias cuando se encuentran en exceso, como carbohidratos; también bacterias y protozoos pequeños, cuando su multiplicación es excesiva. Son muy sensibles a los cambios repentinos del pH, por esta característica son buenos indicadores de la salud ruminal (6, 7, 11).

Los AGV y la proteína se absorben directamente del rumen o del sector gástrico posterior para ser procesados en el hígado, formando productos básicos para el rumiante como la glucosa y los aminoácidos; también pueden ser utilizados por las bacterias y protozoos para su crecimiento y multiplicación (6).

Las bacterias que se encuentran en el rumen son Gram positivas (G<sup>+</sup>) y Gram negativas (G<sup>-</sup>), estas últimas predominan cuando la alimentación es con base en pasto. Las primeras se hallan en mayor número cuando en la dieta hay baja fibra,



o se encuentra en exceso. Dentro de las G+ los Lactobacilos predominan cuando la alimentación es rica en heno y concentrado y los Estreptococos cuando en la ración predomina el pasto (2).

También se clasifican en proteolíticas, amilolíticas y celulolíticas, entre otras; los tres grupos encierran bacterias G+ y G-, pero dependiendo del tipo de alimentación predominan más unas que otras, como se anotó en el párrafo anterior. Las bacterias proteolíticas pertenecen, en su mayoría al

grupo de las G-, y entre ellas, la *Escherichia coli* y el *Fusobacterium necrophorum*, son importantes en las alteraciones que se producen cuando la dieta es rica en proteína, por ejemplo: Cuando se ofrece pasto joven, fertilizado, o cuando se suministran concentrados ricos en proteína.

**En el rumen se pueden encontrar también microorganismos productores de metano, primordialmente cuando la alimentación es rica en fibra. También se hallan bacterias que metabolizan el ácido láctico hacia ácido propiónico y entre éstas se mencionan Selenomona ruminantium y Megaspheera elsdenii, ambas G- y de importancia en el período de transición del anteparto al posparto, al cambiar de dieta.**

Las bacterias amilolíticas se multiplican cuando se suministran raciones con suplementos de residuos de cosecha (papa), dietas ricas en almidones y azúcares (melaza, caña de azúcar) y dietas ricas o bajas en fibra (heno, pasto lignificado, rebrotes de pasto, altas cantidades de concentrado). A este grupo pertenecen principalmente bacterias G+, primordialmente *Streptococcus bovis* y el *Lactobacilos sp.* cuando la alteración ruminal tiende hacia la baja del pH.

Las bacterias celulolíticas son importantes para atacar la fibra cuando ésta se encuentra en cantidad normal, pero desaparecen cuando se presentan disfunciones hacia la basicidad o la acidez, en cuyo caso se presentan en mayor número las proteolíticas o las amilolíticas.

En el rumen se pueden encontrar también microorganismos productores de metano, primordialmente cuando la alimentación es rica en fibra. También se hallan bacterias que metabolizan el ácido láctico hacia ácido propiónico y entre éstas se mencionan *Selenomona ruminantium* y *Megaspheera elsdenii*, ambas G- y de importancia en el período de transición del anteparto al posparto, al cambiar de dieta (12).

Todas las bacterias G+ y G-, principalmente las que se nombraron anteriormente, hay que tenerlas en cuenta, pues ejercen un papel sustancial en los desequilibrios de la salud ruminal y general del organismo, a través de perturbaciones enzimáticas y bioquímicas, o ambas.

Los productos finales de la fermentación bacteriana de los alimentos en el rumen

son: gases, AGV y otros ácidos como el valérico, isovalérico e isobutírico. Los gases que se encuentran en el rumen (3) son:

CO<sub>2</sub> 65%  
 CH<sub>4</sub> 25%  
 N<sub>2</sub> 7%  
 O<sub>2</sub> 0.5%  
 H<sub>2</sub> 0.2%  
 HS 0.01%

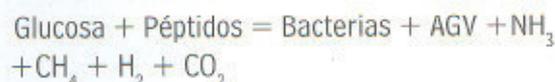
La concentración de los gases varía según el tipo de dieta; también se debe notar como, en un momento determinado se nos puede aumentar la concentración de hidrogeniones (H<sup>+</sup>) por la oportunidad de aumentar la concentración de

gases que contienen en su estructura el H<sup>+</sup>, según sea la alimentación, incidiendo en el pH del rumen.

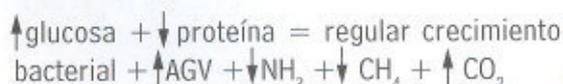
Los AGV cuyas proporciones normales en el rumen son: acético, 60-70%; propiónico, 15-20% y butírico, 10-15%, se absorben a través de la mucosa del digestivo, principalmente del rumen y del retículo; ellos son fuente de energía para el bovino, siendo el ácido propiónico fuente directa de la glucosa. A medida que el pH disminuye por debajo de 6.5 se producen AGV que no se disocian y por lo tanto se absorben poco, y cuando se realiza la absorción, se asimila primero y más intensamente el ácido acético, luego el butírico y finalmente el propiónico (2). De aquí se desprende que al bajar el pH, el animal afectado tiene menos fuente directa de glucosa.

Como producto final de la fermentación de los alimentos se obtiene ácido láctico, que es fuente de ácido propiónico e indirectamente de glucosa, proceso que se realiza tanto en el rumen como en hígado.

Cunningham (6), representa la fermentación ruminal mediante la siguiente ecuación:

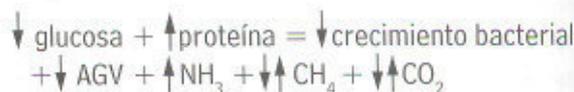


De la cual se deduce la importancia de una buena relación energía: proteína, para cumplir con la producción de sustancias útiles para las mismas bacterias y para el mismo organismo del rumiante. Si por alguna circunstancia la dieta se enriquece excesivamente en carbohidratos altamente fermentables, la ecuación se modificará de la siguiente manera:



Al disminuir la oferta de proteína, la multiplicación de los microorganismos se reduce y el exceso de carbohidratos se fermenta rápidamente produciendo un incremento en los AGV, aumentando la fuente de glucosa. Además, si la fuente de proteínas es escasa, disminuye la concentración de amoníaco y si no hay buena fibra, disminuye la concentración de metano.

Cuando la situación sea de exceso o deficiencia de fibra, los cambios en la ecuación se expresan así:



Cuando la fibra es deficiente y la proteína elevada, disminuye el crecimiento de microorganismos, porque la mayor parte de la proteína se utiliza como fuente de energía, disminuyendo por este motivo la producción de AGV; además, se aumenta la producción de amoníaco y se disminuyen las concentraciones de metano y gas carbónico.

En los casos de exceso de la fibra, la relación energía : proteína está disminuida por el poco aporte energético de la fibra, aumentando el metano y reduciendo el gas carbónico. Es de anotar que tanto al aumentarse la concentración de hidrogeniones (H<sup>+</sup>), como al elevarse el metano y el amoníaco y paralelamente hay



disminución del ion bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ), se bloquea el paso de lactato a propionato, originando disminución de glucosa y del pH ruminal, por acumularse el lactato (10).

De todo lo anterior se desprende que el patrón para medir los procesos de fermentación es la determinación de las concentraciones relativas de los AGV, la concentración de lactato y la medición del pH (7).

Como se observa, la función normal del ecosistema es fundamental para la obtención de substratos nutritivos que el bovino aprovecha para una buena salud y producción, y un buen rendimiento económico. Cuando se altera el equilibrio nutricional, la microflora y la microfauna, originan un medio disbiótico y aparecen especies que, siendo útiles, se convierten en patógenas por modificaciones bioquímico - enzimáticas, y dan lugar a productos anormales que pueden provocar estancamiento de la ingesta en el rumen por disfunciones motrices. Todo en conjunto origina procesos que alteran el órgano y la salud en general (19).

En los trastornos del sector gástrico se encuentran causas específicas de alteraciones, que se observan en los bovinos del país, principalmente en ganadería de leche especializada. Pero también se está observando en ganadería de carne, sobre todo en épocas de verano, por encontrarse alta fibra y escasez de agua o durante la transición de verano a invierno, cuando hay baja fibra en los pastos rebrotados. Los trastornos se observan además, en explotaciones de ganado puro cuando, los animales, sin previa adaptación, se suplementan con altas cantidades de concentrado, especialmente en los días previos a ferias y exposiciones.

Dado que la acidosis ruminal constituye una de las alteraciones metabólicas que se originan en el rumen, cuya frecuencia es bastante alta, y sus repercusiones para la salud y reproducción pueden ser muy severas, le dedicaremos las páginas siguientes.

## 2. ACIDOSIS RUMINAL Y SUS SECUELAS

Conocida también como indigestión tóxica (10), es la forma más severa de indigestión fermentativa que se presenta en los bovinos. La enfermedad es un complejo síndrome, lo cual sugiere que puede haber componentes adicionales como el shock endotóxico, causado por las endotoxinas, liberadas a raíz de la destrucción y muerte de las bacterias G- del rumen (14).

La enfermedad no es más que una caída del pH ruminal por debajo de 6.5, con un aumento o disminución de los AGV y un aumento del ácido láctico. Estos cambios se dan no sólo por la disminución de la flora celulolítica como también de la proteolítica y con aumento de la amilolítica, principalmente *Streptococcus bovis* y *Lactobacilos sp.* que eleva la concentración de ácido láctico. Además, por una alteración en la flora que transforma el lactato en propionato, entre otras, *Selenomona ruminantium* y *Megasphaera elsdenii*.

Lo anterior significa que la acidosis se debe a dos factores ligados íntimamente entre sí: la acción microbiano - enzimático y la elevada producción de ácido láctico (16,19).

### 2.1 Epidemiología

Si atendemos a las referencias de la literatura mundial, la causa más común de la acidosis ruminal aguda es un cambio brusco de

alimentación en animales no adaptados a la nueva ración, como las vacas en transición, principalmente con dietas ricas en carbohidratos altamente fermentables. Estas condiciones aparecen cuando se suministran altas cantidades de concentrado, pastos bajos en fibra y altamente fertilizados, residuos de cosechas, melaza, caña de azúcar, abundantes en zonas lecheras donde se aplica una alta tecnología.

La acidosis ruminal también aparece en condiciones climáticas difíciles como veranos prolongados, cambios de verano a invierno. En el primer caso, las dietas ricas en fibra, pastos muy maduros y heno en exceso, pueden producir lactoacidosis ruminal en ganadería de carne y de leche ya que este tipo de alimentación provoca más fácilmente acidosis que los carbohidratos, cuando los animales están adaptados (8, 17).

Entre los factores que ayudan a facilitar la aparición de la acidosis ruminal (15, 19) se encuentran:

- Falta de agua
- Ingestión de agua putrefacta o contaminada con heces u orina
- Ingestión de agua fría
- Debilidad corporal
- Estabulación prolongada

## 2.2 Patogenia

Dependiendo del tipo de alimentación que los animales reciban o de lo repentino que sea el cambio de alimentación, implicado en la génesis del problema, dependerá que el cuadro se desarrolle en forma aguda o crónica, y de ello



dependerá, a su vez, que los signos sean más o menos graves. Por eso revisaremos las causas mayores con algún detalle.

### 2.2.1 Carbohidratos altamente fermentables

Con el consumo intenso de carbohidratos altamente fermentables se presenta un aumento en la flora amilolítica, *Streptococcus bovis* y *Lactobacilos sp* y disminución de los microorganismos G-, responsables de la transformación del ácido láctico en ácido propiónico. Al aumentar la flora amilolítica hay alta producción de AGV e incremento de ácidos orgánicos como el láctico, lo que disminuyen el pH del rumen.

Al tornarse ácido el rumen, se acelera la muerte y se reducen las bacterias G-, entre otras, *Escherichia coli*, *Fusobacterium necrophorum*, *Selenomona ruminantium*. En este proceso se liberan endotoxinas que se absorben a través de la mucosa injuriada por el exceso de ácido láctico, con una aparente mayor absorción en el período peripartal (vaca en transición) (1).

**La acidosis ruminal también aparece en condiciones climáticas difíciles como veranos prolongados, cambios de verano a invierno. En el primer caso las dietas ricas en fibra, pastos muy maduros y heno en exceso, pueden producir lactoacidosis ruminal en ganadería de carne y de leche ya que este tipo de alimentación provoca más fácilmente acidosis que los carbohidratos, cuando los animales están adaptados.**

Una vez el pH empieza a disminuir y las bacterias G+ paralelamente a aumentar, se presentan modificaciones en los procesos bioquímico - enzimáticos, provocando la aparición de sustancias tóxicas que actúan en diferentes órganos "blanco". Entre éstas está la *histamina*, producida por descarboxilación del aminoácido histidina por parte del *S. bovis*. La endotoxina también estimula la producción de histamina y otras sustancias vasoactivas, entre otras: serotonina, factor de necrosis tumoral (13).

Es bien conocida la acción vasomotora de la endotoxina y de la histamina sobre el endotelio vascular, que origina vasodilatación y edema en cualquier sistema u órgano.

Además, la histamina puede provocar reacciones alérgicas del tipo anafilaxis o hipersensibilidad tipo 1, pero que es mejor llamarlas como lo propone Tizard, reacciones anafilotoxoides, por el origen digestivo de la histamina, que se pueden manifestar en cualquier sitio del organismo (19,20).

También se producen otras sustancias tóxicas que ejercen su acciones en órganos específicos; entre éstas podremos encontrar el 3 metil indol (3MI) (5, 23), que actúa sobre el pulmón, el 3-hidroxi - L - Cineurenina, que se dirige hacia la vejiga donde produce inflamación hemorrágica de la mucosa y además es carcinógeno (5, 17). De otro lado, la disminución de la flora G- resulta en incremento de nitratos y nitritos ( $\text{NO}_2$  y  $\text{NO}_3$ ), los cuales ejercen su acción en el glóbulo rojo provocando la formación de metahemoglobina, a partir de la hemoglobina e, indirectamente, dando lugar a alteración pulmonar (17, 19).

**Es bien conocida la acción vasomotora de la endotoxina y de la histamina sobre el endotelio vascular, que origina vasodilatación y edema en cualquier sistema u órgano.**

### 2.2.2 Exceso de Fibra

Los pastos maduros y lignificados presentan una baja relación energía : proteína, como consecuencia se produce poca energía y se aumenta la concentración de metano ( $\text{CH}_4$ ), este gas al sufrir los procesos de óxido - reducción libera hidrogeniones ( $\text{H}^+$ ), y al aumentar la concentración de  $\text{H}^+$ , éstos bloquean el paso de lactato a propionato, este último, fuente principal de energía. De esta manera, al aumentar la concentración de ácido láctico, disminuye el pH endorruminal, dándose el desencadenamiento de todos los fenómenos que se producen en la acidosis producida por la ingestión de carbohidratos fermentables (8, 14, 17).

## 2.3 Síntomas de la Acidosis Ruminal

### 2.3.1 Forma Aguda

La forma aguda de la acidosis se presenta principalmente cuando se suministran grandes cantidades de carbohidratos altamente fermentables, o cuando los animales reciben dietas altas en proteína. Los signos iniciales corresponden a los de la toxemia; los animales toxémicos pueden caer decúbito esternal de 24 a 48 horas después de iniciados los síntomas.

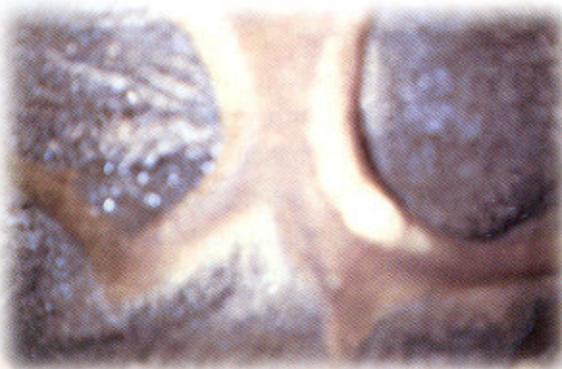
Se puede encontrar ausencia de rumia, parálisis ruminal, deshidratación grave, debida a un aumento del gradiente osmótico en la luz intestinal, desencadenando diarrea profusa en algunos casos, oliguria, morro seco y agrietado, enoftalmos, sangre oscura y densa al puncionar la yugular; se observan mucosas muy congestivas (tóxicas) y en ocasiones ictericas, la temperatura inicialmente se puede encontrar

elevada y luego sufrir el animal una hipotermia, pulso filiforme, taquicardia, taquipnea; algunos animales mueren repentinamente por shock endotóxico; otros que se recuperan de un cuadro agudo, días o semanas después pueden abortar (14).

### 2.3.2 Forma Crónica

Las manifestaciones de la forma crónica de acidosis ruminal son insidiosas. Algunos animales no manifiestan alteraciones y pueden producir grandes volúmenes de leche o ganar peso; otros muestran hipomotilidad ruminal, apetito pobre, disminución de la grasa láctea.

Otras manifestaciones que se relacionan con la forma crónica son: abscesos hepáticos, laminitis, trastornos digestivos como ruminotoxemias, enterotoxemias, dilatación cecal, problemas abomasales, alteraciones del hígado, renales, nerviosas, de la piel, de la glándula mamaria, problemas respiratorias poblacionales, reproductivos, metabólicos como la cetosis y trastornos con el calcio de tipo osteomalacia, depresión nerviosa, hemorragias, alta morbi-mortalidad de terneros en el primer mes pos parto, abortos e inmunosupresión con aumento de la incidencia de enfermedades infecciosas (17, 19, 22).



## 2.4 Diagnóstico

El diagnóstico de la acidosis ruminal, principalmente de la subclínica y crónica, es difícil, porque no se han desarrollado pruebas que permitan reconocerla y porque los signos ofrecen mucha duda y pasan desapercibidos o ignorados. El diagnóstico es más de población, puesto que individualmente se presta a confusión; muchas veces se reconoce mediante un diagnóstico en la población. Se podría considerar un problema de acidosis en un rebaño, cuando se evalúan en él los siguientes signos: laminitis, diarrea intermitente, apetito pobre, alta rata de descarte por problemas de salud pobremente definidos, baja condición corporal, abscesos sin causas obvias, hemoptisis, epistaxis.

De todas maneras se han utilizado pruebas para tratar de diagnosticar la acidosis ruminal, algunas son (11, 17, 19):

Examen del líquido ruminal, en el que se analizan color, consistencia, sedimentación de partículas de la dieta, flotación de las mismas, reducción del azul de metileno, examen directo de una gota de líquido para observar presencia o ausencia de protozoos, extendido para tinción y análisis del tipo de flora, medición del pH.

El color del líquido ruminal puede ser gris o lechoso, sobre todo en casos agudos; en los crónicos puede ser verde oliva. La consistencia del líquido variará de acuoso, en los casos sobreagudos y agudos, a semiacuoso, en los procesos subclínicos. La sedimentación es rápida (1 - 3 minutos), la flotación de material tosco se encontrará ausente, posiblemente indicando alta fermentación en los casos agudos. El tiempo de reducción del azul de metileno es rápido en los comienzos de la enfermedad, o prolongado en los casos sobreagudos, donde se encuentran

pocas bacterias. Al examen directo en el microscopio en casos agudos y crónicos, se observa disminución o ausencia de protozoarios, con la presencia de muchos muertos. A la tinción se observa predominio de bacterias G+ sobre las G- en los casos agudos. Si al medir el pH se encuentra de 6 o por debajo, se debe sospechar la enfermedad.

En suero sanguíneo se realizan pruebas que pueden dar indicio o confirmar la acidosis ruminal, entre otras: determinación de la concentración del ion sodio (Na), que se puede encontrar bajo, por la formación de bicarbonato de sodio, para contrarrestar la acidez ruminal. Se pueden encontrar la úrea, creatinina y el ión fósforo (P), aumentados, lo cual puede ser por alteraciones renales; pero el aumento en la úrea también puede ser causado por un exceso de alimentos ricos en proteína o por efecto del catabolismo.

En el suero se realiza también la determinación de enzimas séricas que informan del funcionamiento hepático y pueden mostrar elevación de la Aspartato Amino Transferasa (AST) y de la Fosfatasa Alcalina (FA). Si la AST se halla elevada conjuntamente con la Creatin fosfokinasa (CPK), indica posiblemente daño muscular por decúbito (vaca caída). Dehning reporta que cuando la glucosa sanguínea es normal y la bilirrubina es alta, ello constituye indicio de acidosis ruminal, más cuando la AST está alta.

El examen hematológico puede arrojar hematocrito y hemoglobina bajos, lo cual significa anemia, y si es del tipo microcítica hipocrómica, es debido a trastornos en el metabolismo del hierro (Fe) y del cobre, con repercusión en el funcionamiento de la hemoglobina; además, si la proteína está baja, la formación de glóbulos rojos es deficiente. Las

endotoxinas alteran la membrana del eritrocito, provocando su destrucción en el sistema retículo endotelial, lo cual ayuda a agravar la anemia.

Se pueden encontrar neutrofilia, eosinofilia o linfocitosis, en cuyo caso la interpretación se debe realizar conjuntamente con la epidemiología y la clínica de la enfermedad.

La neutrofilia puede indicar, entre otras cosas, problemas de indigestión (9); cuando se acompaña de eosinofilia quiere decir que el organismo está reaccionando a un estímulo inflamatorio en cualquier sistema u órgano. Cuando no se reporta aumento de basófilos, posiblemente se refiere a un proceso digestivo como la acidosis ruminal, en la cual hay cambios en la flora, aumento de gérmenes G+ y disminución de G-; recuérdese que la neutrofilia es mayor cuando los procesos se dan en órganos cerrados y el aumento de eosinófilos puede deberse al aumento de la histamina endorumenal, provocando reacciones alérgicas. La linfocitosis también se puede deber a reacción alérgica (4), y se puede dar el caso de aumento de linfocitos y eosinófilos conjuntamente.

Cuando se realiza necropsia, la muestra del rumen se debe tomar de la parte craneal del saco ventral del rumen, entre los hallazgos más comunes se reportan atrofia o paraqueratosis de las papilas de la mucosa; además, lesiones en otros órganos, entre ellos, los paremquimatosos, principalmente hígado, riñón y corazón (17, 19).

## 2.5 Tratamiento

En casos sobreagudos se debe realizar ruminotomía para evacuar el contenido de la panza, o en su defecto, utilizar sonda oesofágica. Sea cual fuere el método se debe

aplicar jugo ruminal. La hidratación es fundamental para recuperar la perfusión sanguínea y se debe realizar con Lactato de sodio (Ringer Lactato o Hartmann); porque la mitad del lactato aplicado se convierte en ión bicarbonato y la otra mitad en glucosa. Para contrarrestar la acción de la endotoxina que se absorbe del rumen, se debe aplicar corticoesteroides (Dexametasona, Triamcinolona), si las hembras no están en gestación. Para bloquear la histamina, se deben aplicar antihistamínicos.

Las vitaminas del complejo B se deben restituir parenteralmente, ya que con un rumen alterado disminuye su producción, además sirven como protectores hepáticos. Los antibióticos pueden servir para disminuir la flora bacteriana G+; en este caso los de elección son las penicilinas.

Para disminuir el efecto de la acidez, se puede suministrar Carbonato de magnesio o hidróxido de magnesio, disueltos en 8 - 12 litros de agua tibia, aplicando 1 g/ kilo de peso vivo (454 g para un bovino adulto). También se puede aplicar bicarbonato de sodio, 90 a 100 gr dos veces al día, mezclados con el concentrado (14).

### 2.6 Prevención

Todos los esfuerzos se deben encaminar a prevenir la presencia de la enfermedad, con pasos sencillos y fáciles de ejecutar, así:

1. Adaptar las papilas y la flora ruminal 4 a 6 semanas antes, al cambiar dieta, principalmente en vacas en transición, o cuando se va a iniciar cualquier tipo de suplementación a los animales (11).
2. Ajustar la fibra en la ración, tanto cualitativa como cuantitativamente (18 - 20% de la ración).
3. Proporcionar abundante agua limpia.

### 3. SOBRECARGA ACIDÓTICA LATENTE

Es una condición que se presenta por una alta producción y absorción de los ácidos grasos volátiles (AGV), y está asociada a una merma del volumen de la saliva que llega al rumen, estas dos situaciones se originan cuando se suplementan grandes cantidades de concentrado, además de una deficiencia de fibra que no estimula en forma adecuada la formación de saliva (18).

Además por el consumo de pastos tiernos, jugosos y altamente fertilizados, en nuestro país, es de presentación muy común en las zonas lecheras donde se utilizan grandes volúmenes de suplementos, como por ejemplo, concentrados, residuos de cosechas, principalmente tubérculos, melaza en exceso.

También las malas prácticas del manejo de las praderas pueden desencadenar esta entidad, sobre todo en explotaciones donde utilicen la rotación por franjas (cerca eléctrica), llevando a una alta densidad poblacional (aumento de la capacidad de carga), y permitiendo un sobrepastoreo que conlleva a un repele de la franja rápidamente. Al abrir de nuevo más franja, inducen a un consumo de abundante follaje, no permitiendo una buena estabilización del pH endoruminal.

Debido a una deficiencia de fibra, y a la suplementación con concentrado, el contenido molar de ácido acético disminuye favoreciendo un aumento proporcional de propiónico.

Una vez absorbidos, los AGV llegan a la sangre desde el rumen, donde además de metabolizarse, sufren regulación ácido-básica por el sistema tampón sanguíneo, y por los pulmones, como por los riñones.



Como secuelas se puede originar una acidosis ruminal aguda y por qué no crónica, además de otras manifestaciones en varios órganos y/o sistemas.

El diagnóstico, el tratamiento y la prevención, son similares al de una acidosis ruminal clásica.

### **Bibliografía**

1. AIUMLAMA, S. , et al. . A posible role of endotoxinas in spontaneous paretic cows around parturition. En: Journal Veterinary Medicine. p 57 - 66.
2. ANNISÓN, E. F., Dyfed Lewis, M. F. El metabolismo en el rumen. México: Uthea, 1966. 200 p.
3. ARRUEBO LOSHUERTOS, María Del Pilar. Fisiología digestiva de los rumiantes. En: García Sacristán A. Fisiología Veterinaria. Madrid: Interamericana, 1995. 1074 p.
4. BENJAMIN, MÁXIME M. Manual en patología clínica veterinaria. 3 ed. México: Noriega Limusa, 1991. 421 p.
5. BLOOD, D. C. Radostits, O. M. Medicina veterinaria. 7 ed. . New York: Interamericana, 1992. 1598 p.
6. CUNNINGHAM, JAMES G. Fisiología veterinaria. México: Interamericana, 1994. 716 p.
7. CZERKAWSKI, J. W. Introduction to rumen studies. London: Pergamon, 1986. 236 p.
8. DEHNING, ROLF. Diagnóstico y mejoramiento de la fertilidad en el hato. Series Monograficas, Cicadep. N° 2 (1987); p. 5 - 53.
9. DOXEY, D. L. Patología clínica y procedimientos de diagnóstico en veterinaria. México: Manual Moderno, 1987. 371 p.
10. GARRY, FRANKLYN B. Indigestion in ruminants. p: 747 - 767. En: Smith Bradford P. Animal internal medicine. St Louis: Mosby, 1990. 1787 p.
11. GARRY, FRANKLYN. Diagnosing an treating indigestion caused by fermentacion disorders. En: Veterinary Medicine. Vol. 6, N° 85 (1990); p 670 - 680.
12. GOFF, J. P., Horst, R. L. Physiological changes at parturition and their relationship to metabolic disorders. En: Journal of Dairy Science. Vol. 80, N° 7, (1997). p: 1260 - 1268.
13. HENRY, MICHELE M., Moore, James N. Equine endotoxemia. p: 668 - 674. En: Smith Bradford P. Animal internal medicine. St. Louis: Mosby, 1990. 1787 p.
14. HOWARD, JIMMY L. Current veterinary therapy 3. Food Animal Practice. 3 ed. . Philadelphia: Saunders. 966 p.
15. MANNINGER, RUDOLF, Mócsy Johannes, et al. Patología y terapéutica especiales de los animales domésticos. Enfermedades de los órganos. 3 ed. Barcelona: Labor, 1973. 1033 p.



16. NOCEK, JAMES E. . Bovine acidosis: implications on laminitis. En: Journal of Dairy Science. Vol. 80, N° 5, (1997). p: 1005 - 1028.

17. ROSENBERGER, GUSTAV. Krankheiten Des Rindes. 2 ed. . Berlín: Paul Parey, 1978. 1403 p.

18. ROSSOW, NORBERT Enfermedades de los animales de abasto. Zaragoza: Acribia, 1988. 478 p.

19. SEREN, E. Enfermedades de los estómagos de los bovidos. patología y tratamiento. Zaragoza: Acribía, 1975. 473 p.

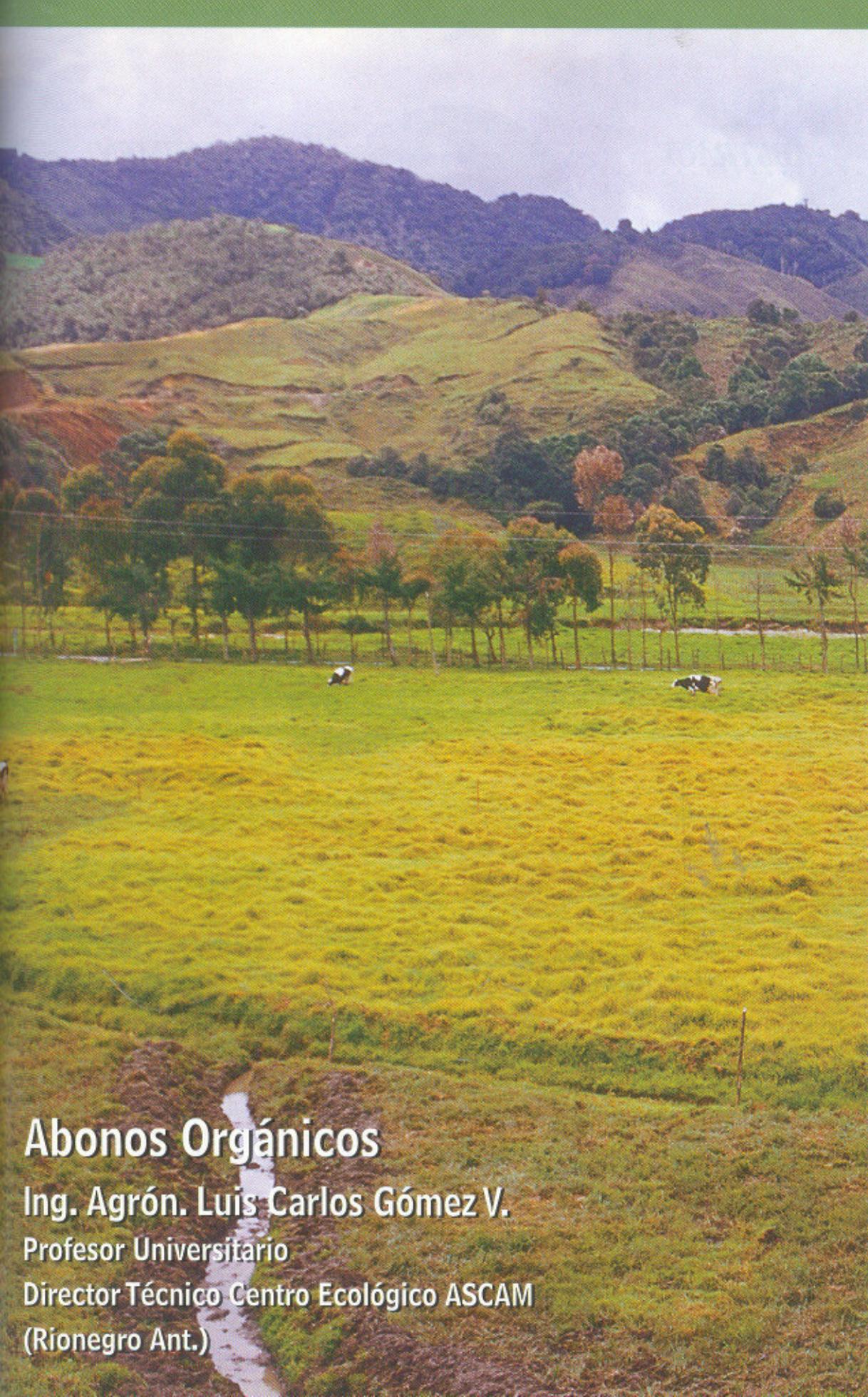
20. TIZARD, IAN. Inmunología veterinaria. 3 ed. México: Interamericana, 1987. 414 p.

21. UNDERWOOD, WENDY J. Rumen lactic acidosis. Part I: Epidemiology and pathophysiology. En: Continuing Education. Vol. 14, N° 8 (1992), p: 1127 - 1131.

22. \_\_\_\_\_ . Rumen lactic acidosis. Part P: clinical signs, diagnosis, treatment and prevention. En: Continuing Education. Vol. 14, N° 8 (1992), p: 1265 - 1269.

23. URRUTIA, H. et al. Descripción de un brote de enfisema y edema pulmonar agudo bovino (EPAB) en Parral (Chile). En: Archivos de Medicina Veterinaria. Vol. 29, N° 1, (1997). p: 161 - 166.



A landscape photograph showing rolling hills in the background, some with sparse vegetation and others with denser green cover. In the foreground, there is a lush green pasture with two cows grazing. A small stream or irrigation channel runs through the lower part of the field. The sky is overcast.

# Pastos y Fertilizantes

## Abonos Orgánicos

Ing. Agrón. Luis Carlos Gómez V.

Profesor Universitario

Director Técnico Centro Ecológico ASCAM

(Rionegro Ant.)

## ABSTRACT

Downgrading of environment as well as of natural resources such as the soil, are a consequence of a number of human activities from which farmers are not the exception. The currently used concept of live soil, claims for a better treatment in searching its recovery, improvement and preservation. The use of some not very well known resources such as bio-fertilizers and the proper use of byproducts help in avoiding or minimizing environmental problems and in producing organics fertilizers, both of which are very important issues in a cleaner production process.



## RESUMEN

La degradación del medio ambiente y de los recursos naturales como el suelo, son el resultado de muchas de las actividades del hombre, de la cual no escapan los productores agropecuarios. El concepto de suelo vivo que se maneja hoy, exige un mejor tratamiento que busque su recuperación, mejoramiento y conservación. La utilización de algunos recursos poco conocidos como los biofertilizantes y el uso adecuado de los subproductos de la producción ayudan a evitar o minimizar los problemas ambientales y a producir abonos orgánicos, aspectos bien importantes en los procesos de producción más limpia.

## Abonos Orgánicos



A nivel mundial se viene trabajando en la búsqueda de alternativas que integren la sabiduría popular con el rigor científico y que permitan recuperar los ecosistemas afectados o por lo menos mantener las condiciones actuales sin mayor deterioro.

Uno de los programas con mayor éxito es lo que se ha denominado manejo integrado de suelos (MIS) en el cual se pretende manejar con un enfoque holístico el concepto de producción, productividad y recursos naturales, de tal forma que sin afectar las necesidades socioeconómicas de los productores, puedan recuperarse, mantenerse y mejorar las condiciones del ecosistema.

### Introducción

La tendencia agrícola en la primera mitad del siglo XX era la búsqueda de una alta productividad a través de procesos naturales autóctonos y autónomos, dando gran importancia a la rotación y asociación de cultivos, abono verde, manejo de materia orgánica, integración de la producción agrícola y animal, manejo de variedades nativas resistentes y productivas y una gran preocupación por la producción de pan-coger.

Después de la segunda guerra mundial, la necesidad de aumentar la producción de alimentos para una población que crecía a un alto

ritmo, impulsó un nuevo estilo de agricultura. La producción dejó de ser un sistema de autoconsumo, con baja necesidad de capital, alta demanda de mano de obra, mercado local y diversificación, para convertirse en un nuevo sistema de producción basado en el monocultivo, exigencia de capital, maquinaria y tecnología buscando el mercado nacional o de exportación.

Esto trajo una alteración drástica de los recursos naturales, pues el suelo muestra problemas de degradación, como se observa en las Fotos No. 1 y No. 2.



**Foto#1: Erosión ocasionada por sobrepastoreo.**

El 47% de los suelos de las tierras cultivables del mundo presentan pérdida de su fertilidad y degradación de su estructura (1). Anualmente se pierden en el mundo 22.500 millones de toneladas de suelo, de los cuales cerca de la cuarta parte son cultivables (15).

En Colombia el 50% de los suelos tiene algún grado de erosión y el 25% tienen erosión catalogada como severa. Además, se estima que cada año inician procesos erosivos entre 170.000 y 200.000 hectáreas.

En la zona andina la pérdida de suelo oscila entre 90 y 700 toneladas por hectárea al año. Solamente



**Foto#2: Erosión ocasionada por malas prácticas de cultivo.**

el río Magdalena descarga cada año al mar 70 millones de toneladas de tierra.

Si se considera que la capa arable de una hectárea de tierra tiene un peso de 2.000 toneladas, se calcula que la masa microbiana puede tener un peso de 1 a 3.8 toneladas.

Así mismo, se calcula que bacterias como *Azotobacter* spp. pueden fijar 40 kg de nitrógeno por hectárea y por año, equivalente a 200 kg de sulfato de amonio (15).

A nivel mundial se viene trabajando en la búsqueda de alternativas que integren la sabiduría popular con el rigor científico y que permitan recuperar los ecosistemas afectados o por lo menos mantener las condiciones actuales sin mayor deterioro.

Uno de los programas con mayor éxito es lo que se ha denominado manejo integrado de suelos (MIS) en el cual se pretende manejar con un enfoque holístico el concepto de producción, productividad y recursos naturales, de tal forma que sin afectar las necesidades socioeconómicas de los productores, puedan recuperarse, mantenerse y mejorar las condiciones del ecosistema.

## *Materia orgánica*

Estrictamente hablando, los materiales orgánicos comprenden un rango muy amplio de productos, incluyendo muchos que no son de interés para el suelo como los plásticos. En lo que nos compete, llamaremos materia orgánica a todos los materiales que provienen de organismos vivos como los desechos de las explotaciones pecuarias, desechos de pesebreras, residuos de cosecha, desechos de mataderos, desechos de cocina, etc.

Parte de los materiales orgánicos frescos son asimilados por la biomasa del suelo, otra se humifica para dar lugar a una materia orgánica relativamente estable y una tercera parte se mineraliza por acción de los microorganismos en el contexto de los ciclos

biogeoquímicos del carbono, nitrógeno, fósforo y azufre.

Los residuos orgánicos que, transformados, no llegan finalmente a ser usados en la producción agropecuaria, tienen asignados tres papeles: El de Enmienda Orgánica como mejorador de las propiedades del suelo, el de Abono como portador de nutrientes para el desempeño vegetal y el de Sustrato como medio físico de sostén para las plantas.

**Se entiende por abono al compuesto que se incorpora al suelo para incrementar la fertilidad, o más exactamente aquella sustancia que, por contener uno o más elementos necesarios, responde al objeto de la fertilización.**

### *Abono orgánico*

Se entiende por abono al compuesto que se incorpora al suelo para incrementar la fertilidad, o más exactamente aquella sustancia que, por contener uno o más elementos necesarios, responde al objeto de la fertilización.



El concepto de fertilidad no se puede quedar en la perspectiva físico-química que siempre se ha tenido, subvalorando el papel fundamental de los macro y microorganismos del suelo en la transformación, flujo y disponibilidad de los nutrientes. La idea de un suelo vivo que se abre paso supone, en cambio, que la fertilidad y la sostenibilidad de éste recurso dependen en grado importante de la diversidad biológica que alberga (14).

Los abonos orgánicos son fertilizantes naturales de origen animal o vegetal que además de suministrar nutrientes al suelo, aportan materia orgánica, que es sustrato para los microorganismos del suelo y contribuye a su mejoramiento (12).

### *Estiércol*

Durante muchos años antes de la aparición de los fertilizantes químicos, el estiércol animal era la más importante y con frecuencia la única fuente de nutrientes para la planta.

A pesar de los grandes desarrollos tecnológicos e industriales, el estiércol nunca ha perdido su importancia como fertilizante agrícola, antes por el contrario, la ha acrecentado.

Su uso indiscriminado, como el de cualquier tipo de fertilizante, puede causar perjuicios al ecosistema debido a la alta concentración de elementos que se pueden presentar en el suelo y que eventualmente pasan a las aguas subterráneas y corrientes, entonces éste exceso puede pasar directamente a las plantas y causar desbalances nutricionales o intoxicar los cultivos.

**A pesar de los grandes desarrollos tecnológicos e industriales, el estiércol nunca ha perdido su importancia como fertilizante agrícola, antes por el contrario, la ha acrecentado.**

La aplicación de estiércol favorece la solubilización o movilización del fósforo y enriquece el suelo en nitrógeno; no obstante, el nitrógeno orgánico, el fósforo y el potasio carecen de disponibilidad inmediata para las plantas.

En muchos casos es mejor el estiércol bien descompuesto que el fresco, sobre todo si el estiércol tiene mucho material vegetal. Los estiércoles son mejor aprovechados cuando son compostados, mezclando los materiales ricos en carbono con los materiales ricos en nitrógeno, obteniendo compuestos húmicos más estables (16), como quiera que el compost correctamente desarrollado es una de las mejores alternativas para estabilizar los

resíduos pecuarios (5). La Tabla No. 1 nos muestra el contenido aproximado de nutrientes de varios estiércoles.

### *Abonos Verdes*

Durante mucho tiempo el abonado verde se concentró en el uso de leguminosas, que a través de fijación biológica de nitrógeno en asociación con varias bacterias, las caracterizó como más eficientes en el suministro de nutrientes y en el mejoramiento de las condiciones físicoquímicas y biológicas del suelo.

En la actualidad se le considera como la utilización de cualquier planta en rotación, sucesión y asociación con los cultivos (cultivada o no), incorporándola o dejándola en la superficie del suelo con el objeto de conservar o mejorar las características del suelo (6); para utilizar los efectos positivos de algunas en el control de enfermedades radiculares y nemátodos, como las *Crotalaria* sp, *Mucuna* sp y *Cajanus* sp.,

**TABLA No. 1 Contenido Aproximado de Nutrientes (%) y Producción Diaria de Estiércol por Algunos Animales**

	GALLINAS PALOMAS	PATOS GANSOS	BOVINOS ADULTOS	CABALLOS ADULTOS	CERDOS ADULTOS	OVEJAS CABRAS	PROMEDIO
Kg Estiércol/día	0.19	-	19 - 35	25 - 30	4- 6	1.5 - 3	
Nitrógeno	3.10	1.70	0.90	0.96	0.92	1.50	
Fósforo P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3.05	1.95	0.30	0.50	0.35	0.28	
Potasio K <sub>2</sub> O	1.90	1.10	1.15	0.90	1.05	0.98	
Materia orgánica	41.0	42.3	32.8	40.0	35.0	48.2	
Agua	47.4	51.9	64.0	57.4	62.5	48.1	
Boro ppm							17 - 20
Cobalto ppm							0 - 1
Cobre ppm							10 - 15
Manganeso ppm							200 - 220
Molibdeno ppm							2 - 4

igualmente para aprovechar los efectos alelopáticos positivos de unas plantas sobre otras.

Además de las leguminosas, también se acostumbra sembrar el girasol, algunas crucíferas y gramíneas como la avena y la cebada solas o con leguminosas.

### **Compost o Compuesto**

Es un producto heterogéneo caracterizado por su sanidad y estabilidad química, resultado del compostaje, que es un proceso de degradación biooxidativo y catabólico de un sustrato orgánico sólido a través de organismos descomponedores que requieren humedad y aireación adecuada.

A diferencia de lo que se cree comúnmente, el compostaje es una técnica delicada y exigente para el procesamiento de los residuos orgánicos. En los materiales sometidos al proceso debe existir una relación entre las cantidades de

carbono y nitrógeno que permita el adecuado funcionamiento bacteriano. Deben existir de 20 a 35 partes de carbono por una de nitrógeno (5). Relaciones menores pueden resultar en pérdida de amoníaco por volatilización, en tanto que relaciones mayores resultan en un proceso más lento. La Tabla No. 2 muestra la relación carbono nitrógeno de algunos materiales.

El compost tiene una cantidad de nitrógeno, fósforo y potasio inferior a la que existe en los materiales frescos sin degradar, a no ser que en el proceso se adicionen algunos materiales enriquecedores como roca fosfórica, cenizas, pero con una cantidad mayor de microelementos. Debe poseer un pH de 6.5 a 8.0 y alta capacidad de intercambio de cationes. Físicamente el compost presenta una textura franca, color pardo oscuro o negro. Foto No. 3.

Completamente digerido el compost puede aportar todo el humus que el suelo necesita para una buena estructura.

**TABLA No. 2**  
**Relación Carbono: Nitrógeno**  
**de Diferentes Sustancias Orgánicas (3)**

Leguminosas	12:1
Tallos y tusas de maíz	60:1
Restos de Comida	15:1
Restos de frutas	35:1
Gramíneas	70 - 80:1
Hojas	40 - 80:1
Papel	170:1
Estiércol	20:1
Aserrín	500:1
Madera	700:1
Humus	10:1
Heces Humanas	10:1
Bagazo de Caña	200:1
Pulpa de Café	70:1

La gran riqueza del compost radica en su parte física y microbiológica. El compost se puede usar en todos los cultivos y en cualquier etapa de su ciclo: Antes de la siembra, durante la preparación del suelo, en el momento de la siembra, en los aporques, después de la cosecha, etc. La cantidad a aplicar depende más de la cantidad disponible, no hay problemas con excesos.

Es de mucha utilidad aplicarlo a materiales que estén en proceso de compostaje para incorporarle microorganismos descomponedores.



**Foto#3:** La gran riqueza del compost radica en su parte física y microbiológica. El compost se puede usar en todos los cultivos y en cualquier etapa de su ciclo: Antes de la siembra, durante la preparación del suelo, en el momento de la siembra, en los aporques, después de la cosecha, etc.

### *Lombricompost, Lombrinaza, Humus de lombriz*

Es una mezcla de color oscuro, estable a la descomposición bacteriana y formada por una serie de elementos como: carbono, oxígeno, nitrógeno e hidrógeno, los cuales varían dependiendo de las características químicas del sustrato (17). Es el producto de las deyecciones de las lombrices de tierra principalmente de la conocida como Roja Californiana (*Eisenia phoetida*).

Las lombrices son capaces de degradar casi cualquier desperdicio orgánico entre los cuales tenemos los estiércoles, lodos de reactores o biodigestores, residuos vegetales y de agroindustrias, desperdicios de cocina, compost, el cual es enriquecido, se le mejora la carga microbiológica, disminuye el tamaño de las partículas y airea el material (21).

Aunque la composición del lombricompuesto depende de la dieta suministrada, la actividad de la lombriz de tierra contribuye a aumentar la capacidad catiónica de cambio, los contenidos de bases y el fósforo disponible (22).

El humus debe ser considerado más como un acondicionador de suelos que como fertilizante, aunque de todas maneras hace un bajo aporte mineral. Las siguientes cualidades del humus de lombriz, lombricompuesto o lombrinaza, lo hacen diferente a otros abonos orgánicos (20).

### **Materia orgánica 25 a 45%**

La actividad de la lombriz de tierra genera la transformación de la materia orgánica fresca hacia un estado de mineralización, con la formación de materiales intermedios como ácidos húmicos y ácidos fúlvicos con propiedades quelatantes, reducción de la fijación del fósforo, mejoramiento de la estructura del suelo, etc. Presencia de una alta carga microbiana total, de factores enzimáticos y hormonales que estimulan la actividad microbiana en el suelo, la formación de raíces, la absorción de elementos nutritivos, crecimiento, floración y fructificación.

Humus 9 a 11%, Nitrógeno 2 a 3%, Fósforo 1%, Potasio 1 a 3% en materia seca.

Importante aporte de microelementos y adecuada relación carbono – nitrógeno, aproximadamente 10 a 12.

Aplicaciones Prácticas (20): El producto libera el 50% de los nutrientes en el primer semestre o año y el resto en los años siguientes. Con adiciones constantes se van construyendo reservas de nutrientes.

### **Biofertilizantes**

Se definen como aquellos productos biológicos constituidos por microorganismos y/o sus metabolitos que participan en el suelo aportando o solubilizando elementos químicos para hacerlos fácilmente asimilables por las plantas (15).

Los biofertilizantes se presentan dentro del movimiento de agricultura sostenible como una buena herramienta, que de usarse en forma apropiada, puede traer beneficios económicos y ambientales. En general, es posible obtener biofertilizantes de una amplia gama de microorganismos del suelo, pero como seres vivos que son, requieren condiciones especiales para su establecimiento y multiplicación.

Hacen su aparición en agricultura como inoculantes biológicos, dentro de los cuales los más conocidos son las bacterias del género *Rhizobium* fijadoras de nitrógeno, hongos micorrizógenos que favorecen la absorción de iones poco móviles del suelo, particularmente fosfatos, pero también zinc, cobre, amonio; bacterias fosfato solubilizadoras y bacterias reductoras de azufre.

Existen varios sistemas de fijación de nitrógeno por los microorganismos: En forma libre o asociados a una planta y en simbiosis formando una estructura en la raíz llamada nódulo.

### **Fijación Simbiótica**

La asociación más conocida es la simbiosis entre las raíces de las leguminosas y la bacteria *Rhizobium*, aunque hoy se sabe que no solamente las leguminosas y el género *Rhizobium* pueden nodular. Existen otros géneros de bacterias como *Bradyrhizobium*, *Azorhizobium*, *Allorhizobium* que fijan nitrógeno con leguminosas (18). También se presenta entre la bacteria *Frankia* y el aliso (*Alnus* sp) y entre el microhelecho *Azolla* y el alga *Anabaena*.

### ***Fijación Asimbiótica***

El nitrógeno atmosférico es reducido a nitrógeno amoniacal e incorporado al reservorio del nitrógeno del suelo. Dentro de las bacterias fijadoras de nitrógeno están: *Azotobacter* spp, no específicas, se pueden aislar de suelos de unos cultivos y dan buenos resultados usada en otros. *Azospirillum* spp, con gramíneas como pastos, maíz, avena, sorgo, caña, cebada.

### ***Hongos***

Micorrizógenos. Los hongos formadores de micorriza se perfilan como un promisorio insumo microbiológico para la agricultura sostenible. Micorriza es la asociación mutualista entre algunos hongos del suelo y la raíz de la mayoría de las plantas.

La micorriza como órgano de absorción de agua y nutrientes, es una de las más sobresalientes adaptaciones de la raíz para desenvolverse adecuadamente en el ambiente edáfico (13).

La micorriza aumenta la capacidad de absorción de nutrientes de la raíz, gracias al hecho de que el micelio del hongo, al constituirse en una extensión de las raicillas, explora mucho mayor volumen de suelo que la raíz sola.

Morfológicamente se definen dos categorías básicas: Ectomicorrizas que se distribuyen intercelularmente en la corteza de la raíz. Se puede evidenciar a simple vista y se produce principalmente en coníferas como pinos y cipreses. Endomicorrizas que se distribuyen de manera inter e intra celularmente en la corteza

de la raíz. También se conocen como micorriza arbuscular (MA) o micorriza vesículo arbuscular (MVA). No son hospederas específicas (14).

### ***Beneficios de la micorriza***

Aunque el efecto más importante es de orden nutricional, en especial de elementos poco móviles en el suelo, fundamentalmente el fósforo y otros como zinc, calcio, azufre, boro, molibdeno, también favorecen la absorción de agua por la planta, inducen la síntesis de hormonas vegetales, mejoran su tolerancia o resistencia a enfermedades radiculares y aumentan la eficiencia de otros microorganismos como los fijadores de nitrógeno, solubilizadores de fosfato y oxidoreductores de manganeso.

En conclusión, en condiciones tropicales, donde los suelos con frecuencia son pobres en nutrientes, particularmente fósforo y nitrógeno, la micorriza se constituye en un excelente recurso para la producción.

**La micorriza aumenta la capacidad de absorción de nutrientes de la raíz, gracias al hecho de que el micelio del hongo, al constituirse en una extensión de las raicillas, explora mucho mayor volumen de suelo que la raíz sola.**

La micorriza puede ser aplicada en semilleros, viveros, al trasplante, al momento de la siembra, en cultivos establecidos, en pastos, colocándola debajo de la semilla o lo más cerca posible de la zona de raíces.

### ***Caldos Microbiales***

La parte viva o biológica del suelo está formada por animales inferiores como las lombrices y microorganismos. Estos microorganismos realizan diversas funciones como la degradación de la materia orgánica, producen antibióticos, mejoran la estructura del suelo, oxidan minerales haciéndolos asimilables para la planta.

Desafortunadamente algunas prácticas como las quemadas, la aplicación indiscriminada de agroquímicos y el excesivo laboreo del suelo han llevado a crear condiciones adversas para estos seres vivos logrando su reducción y en muchos casos su desaparición (10).

Los caldos microbiales son cultivos de microorganismos en medios líquidos que le devuelven o mejoran la vida a los suelos, solubilizan minerales y en muchos casos causan desplazamiento de patógenos al competir con ellos por espacio y alimento (antagonismo). Por esto, muchas veces muestran efectos biocidas sin serlo (10).

En la industria, donde se conocen como lodos activados, se están utilizando para ayudar a resolver problemas ambientales relacionados con las aguas residuales y se deberían usar en el tratamiento de excretas en el sector pecuario.

En el comercio se conocen con varios nombres como microorganismos eficaces, bioactivadores, agroplús, agrofínca, agronovo, y requieren manejo especial como organismos vivos que son. Algunos traen además microorganismos solubilizadores

de fósforo y nitrificantes. Lo más importante es que se pueden hacer artesanalmente en la finca.

**Usos.** Los cultivos de microorganismos se pueden usar diluidos en agua o puros (seguir las instrucciones de cada producto), para devolverle la vida a los suelos, para acelerar la descomposición de la materia orgánica, por lo que tienen gran importancia en el compostaje y lombricultura. Se pueden aplicar al follaje de las plantas y al suelo en cultivos temporales y permanentes, en pastos, etc.

En la finca Toscana de Subachoque (Cundinamarca), en potreros de kikuyo y rye grass, aplicaron agroplús en la proporción de una parte en tres de agua, regando 300 litros de la mezcla por cuadra cada mes, como práctica complementaria al manejo tradicional de rotación cada 30 o 40 días y fertilización con úrea (10). En la Tabla No. 3 se observa el cambio en el suelo después de 9 meses de tratamiento. Consecuentemente, las aplicaciones de úrea se redujeron de 100 a 75 kg por cuadra sin que con ello se haya reducido la cantidad y calidad del pasto.

**TABLA No. 3 Cambio en el Suelo Después de 9 Meses de Tratamiento con Caldo Microbial**

	ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO ANTES DE EMPLEAR AGROPLUS	ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO 9 MESES DESPUÉS DE ESTAR APLICANDO AGROPLUS
PH	5.0	5.5
MATERIA ORGÁNICA	19.4	18.7
CIC	40.0	41.0
ALUMINIO INTERCAMBIABLE	0.79	0.21
P APROVECHABLE	0.22	0.31
CALCIO	6.30	6.90
MAGNESIO	0.30	2.10
POTASIO	0.45	0.63
SODIO	0.21	0.31

### Efluente de Biodigestor

Lodo Tratado, Lodo Digerido. Es lo que queda después de concluida la digestión anaerobia de la materia orgánica en los biodigestores o digestores. Es un material estable y rico en nutrientes en suspensión acuosa. Los microorganismos patógenos se eliminan en buena cantidad, si no es del todo.

El efluente está compuesto por una fracción líquida y una sólida y es una mezcla de microorganismos vivos y muertos y material orgánico. La fracción sólida tiene en promedio un valor fertilizante de: nitrógeno 1.8 a 2.4% en forma de amonio disuelto, fósforo 1.0 a 1.2 % como  $P_2O_5$ , potasio 0.6 a 0.8% como  $K_2O$  (8).

Este material puede ser usado directamente como abono y como acondicionador del suelo, pues los nutrientes como el nitrógeno se tornan más disponibles, mientras que el fósforo y el potasio no se ven afectados en su contenido y disponibilidad (5).

El efluente es un abono orgánico, puesto que la digestión anaeróbica comparada con la descomposición de las excretas al aire libre, disminuye las pérdidas de nitrógeno del 18% al 1% y del 33% al 7% para el carbono. Dentro del biodigestor no existen pérdidas apreciables para el fósforo, potasio y calcio contenidos en las excretas (9). Estas variaciones las podemos apreciar en la Tabla No. 4.

Como se ve, son muchas las opciones que tenemos para mejorar el suelo con productos o recursos disponibles en la propia finca, lo que redundará en mejores producciones, más sanidad, economía de otros insumos para la producción y reducción de problemas ambientales mediante la utilización racional de los subproductos de la finca.

### Bibliografía

1. ARANGO G, G. El papel de la materia orgánica en el manejo integral de la fertilización. p. 11.
2. BONILLA C, C.R. Notas preliminares sobre biología del suelo. Palmira: Universidad Nacional de Colombia. 1996. p. 74.
3. BRECHTEL, A.G. Guía técnica para la instalación de composteras. República Dominicana: Fundación Agricultura y Medio Ambiente. p. 29.
4. BURBANO, H. El Suelo: una visión sobre sus componentes bioorgánicos. Pasto: Universidad de Nariño. 1989. p. 447.
5. COMITÉ OPERATIVO del convenio de concertación para una producción más limpia entre el sector porcícola y ambiental del Departamento de Antioquia. Cartilla manejo de elementos de la producción porcina que puedan causar efectos ambientales. Medellín, 1997. p. 156.

**TABLA No. 4 Contenido de Nitrógeno, Fósforo y Potasio en Estiércol Fresco y Biodigerido de Bovinos (9)**

ESTIÉRCOL	NITRÓGENO % EN M.S.	FÓSFORO % EN M.S.	POTASIO % EN M.S.
FRESCO	0.08 - 2.0	0.2 - 0.6	1.7
BIODIGERIDO	0.10 - 2.6	0.2 - 1.4	1.0

6. CONGRESO NACIONAL Agricultura Ecológica. Abonos verdes. Medellín: Imprenta Departamental, 1996. p. 9-23.

7. QUINTO CURSO de Actualización de Agrónomos. Manejo sostenible de suelos y enmiendas orgánicas. Santafé de Bogotá: U. Jorge Tadeo Lozano, 1997. p. 37.

8. DUQUE G, C.O. Impacto ambiental de residuos orgánicos y su manejo. En: Encuentro Nacional de Productores Agropecuarios Eficientes. (Noviembre 1996).

9. ESPINEL M, R. Y Solarte P, L. Biodigestor plástico de flujo continuo generador de gas y bioabono a partir de aguas servidas. Cali: 1995. p. 18.

10. FUNDASES. Agroplús. Santafé de Bogotá.

11. GÓMEZ V, L.C. Los Mejores abonos los produce la finca. En: El Colombiano. Medellín, (5, abril, 1998); p. 6B.

12. GÓMEZ, E. Agricultura sostenible. En: El Colombiano. Medellín, (21, abril, 1996); p. 6B.

13. GONZÁLEZ O, D. Micorrizas alternativa en la producción vegetal. Cali: Secretaría de Agricultura y Fomento del Valle. p. 48.

14. GUERRERO F, et al. Micorrizas: recurso biológico del suelo. Santafé de Bogotá: Fondo Fen Colombia, 1996. p. 208.

15. MARTÍNEZ S, M.M. Manejo biológico de suelos. En: Seminario Nacional de Producción Agropecuaria Sostenible. Cuadernos Académicos Quirama. No 17 (julio, 1997); p. 81-90.

16. MEJÍA G, M. Lombricultura y compostaje. En: Curso sobre Agriculturas Alternativas. Marsella: Jardín Botánico Alejandro Humboldt, 1996.



17. OCHOA, R. y Valencia, S. Lombricultura: importancia del lombricompost. En: El Despertar Lechero. No 5 (abril - mayo 1999); p. 5.

18. OROZCO P, F.H. Biología del nitrógeno: conceptos básicos sobre sus transformaciones biológicas. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, 1999. p. 231.

19. RAMÍREZ C, C. Caldos microbianos. En: Curso sobre Microbiología Agraria. Popayán: Recab; 1995.

20. RAMÍREZ R, P. Manejo de desechos sólidos orgánicos. En: Seminario Nacional Producción Agropecuaria Sostenible. Cuadernos Académicos Quirama No 17 (julio, 1997); p. 53-71.

21. SALAZAR A, A. Biodegradación de las aguas residuales y utilización de los biosólidos. En: Encuentro Nacional de Productores Agropecuarios Eficientes. (Noviembre 1996).

22. SIMPOSIO Internacional Manejo de la Cobertura Vegetal: Alternativa para una agricultura sostenible: gestión de los residuos orgánicos para la agricultura. Medellín: 1996. p. 38-45.



## Interacción de los Medicamentos en los Bovinos

M. V. Juan Gonzalo Restrepo Salazar

Quím. Farm. Pedro Amariles

## ABSTRACT

When two or more medicaments are used simultaneously, even using only one, there is the possibility of a resulting of interactions among them (originating antagonic and synergic phenomenon's) with food or with illnesses present in bovines causing very important adverse effects in pharmacological answer and /or animal health.

In this articles, a revision of the most important aspects must be made at the very moment of potential medical interaction with the goal of generating an analytical and critical attitude in Medical Veterinary´s mind and in all those people, which in one way or another, have to do related to the bovine's medicine administration, as well as with the different interaction types in a therapeutic regime.



## RESUMEN

Cuando se emplean dos o más medicamentos simultáneamente, incluso uno sólo, existe la posibilidad de generar interacciones entre ellos (originando fenómenos de sinergia o antagonismo), interacciones con los alimentos o con las enfermedades presentes en los bovinos causando efectos adversos importantes en la respuesta farmacológica y/o en la salud del animal.

Se realiza una revisión de los aspectos más importantes que se deben tener presentes al momento de evaluar una posible interacción medicamentosa; con el propósito de generar una actitud crítica y análítica en el Médico Veterinario y en todas aquellas personas que de una u otra forma estén involucradas en la administración del fármaco a los bovinos, así como también, del impacto de los diferentes tipos de interacciones en un régimen terapéutico.

## Interacción de los Medicamentos en los Bovinos

M. V. Juan Gonzalo Restrepo Salazar  
Especialista en Farmacología  
Profesor de Farmacología  
Facultad de Química Farmacéutica  
Universidad de Antioquia

Quím. Farm. Pedro Amariles  
Profesor de Farmacia Clínica  
Facultad de Química Farmacéutica  
Universidad de Antioquia



Cuando se emplean dos o más medicamentos simultáneamente, incluso uno sólo, existe la posibilidad de generar interacciones entre ellos (originando fenómenos de sinergia o antagonismo), interacciones con los alimentos o con las enfermedades presentes en los bovinos causando efectos adversos importantes en la respuesta farmacológica y/o en la salud del animal.

### Introducción

Un medicamento se administra al animal con el fin de obtener un efecto terapéutico, posteriormente influyen diferentes parámetros farmacológicos como son:

- Los Biofarmacéuticos como desintegración, liberación y disolución (ver Despertar Lechero No. 15).
- Los Farmacocinéticos como Absorción, Distribución, Metabolismo y Excreción (ver Despertar Lechero No. 16 y 17).

- Los Farmacodinámicos (interacciones fármaco - receptor y la respuesta generada).

También influyen:

### -Factores fisiológicos

Aspectos como la variabilidad individual o condiciones propias del paciente; diferencias entre distintas especies bovinas e inclusive dentro de las mismas especies que dependen del patrón genético, edad, sexo, peso, dieta así como la influencia que ejerce la preñez.

### **-Factores patológicos**

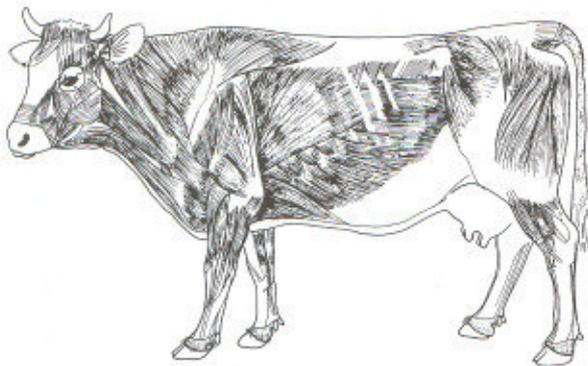
La existencia de patologías que puedan alterar la función renal, hepática y digestiva principalmente.

### **-Factores yatrogénicos**

Dicho efecto terapéutico puede ser modificado por la interacción del medicamento administrado con otros (interacciones medicamento - medicamento), interacción con los alimentos y/o bebidas (interacciones medicamento - alimento) o incluso la interacción con estados fisiopatológicos presentes en el paciente (interacciones medicamento - enfermedad).

Dentro de la literatura científica farmacéutica y médica disponible en nuestro medio, existen publicaciones que brindan elementos importantes para el análisis de las interacciones medicamentosas. En este trabajo se articulan los aportes de algunas de ellas, con el propósito de facilitar y generar una actitud de inquietud en el Médico Veterinario como prescriptor al

**Proyección del plano muscular superficial sobre el exterior.**



momento de asignar un régimen terapéutico a un paciente específico, y analizar la relevancia o no de éstas prescripciones sobre la respuesta farmacológica y/o sobre el estado de salud del paciente.

## **1. INTERACCIONES MEDICAMENTO - MEDICAMENTO**

Cuando se administran dos o más medicamentos existe la probabilidad de generar un efecto farmacológico mayor, menor o aún peor, desencadenar un efecto nocivo para el paciente. La posibilidad de ocurrencia de una interacción medicamento - medicamento que genere una condición adversa a la farmacoterapia y/o al paciente, aumenta con el número de medicamentos que se estén administrando concomitantemente.

Lo fundamental al analizar una interacción de este tipo es establecer si algún medicamento tiene un índice o rango terapéutico estrecho. En general, si los medicamentos a emplear tienen un rango terapéutico amplio, la posibilidad de ocurrencia de una condición adversa relevante para el efecto farmacoterapéutico y/o para la salud del paciente es baja.

Los mecanismos que explican la ocurrencia de una interacción medicamento - medicamento pueden ser farmacocinéticos o farmacodinámicos.

### **1.1 Interacciones Farmacocinéticas**

Son las interacciones más complicadas y difíciles de analizar e interpretar correctamente, ya que están relacionadas con la absorción, distribución, metabolismo o biotransformación y excreción de los medicamentos, los cuales conducen a alteraciones en la cantidad y tiempo de estadía

del fármaco en el sitio de acción. El análisis e interpretación de la relevancia clínica de una interacción farmacocinética, se fundamenta en el conocimiento de los aspectos relacionados con los medicamentos de estrecho margen terapéutico como las características fisicoquímicas (liposolubilidad, constante de disociación, grado de ionización), la cantidad y velocidad con la cual alcanza circulación sistémica (biodisponibilidad), el porcentaje de unión a proteínas, las características de los órganos a los que llega el medicamento, el tipo de eliminación (biotransformación y/o excreción) y qué tan estrecho es el rango terapéutico.

Adicional a las características del fármaco, se deben tener presentes los aspectos relacionados con la variabilidad individual del paciente (factores fisiológicos).

### **1.1.1 Interacciones a nivel de la absorción**

Lo práctico al analizar una interacción a nivel de la absorción, es establecer si la probable alteración está relacionada con la cantidad de fármaco absorbido o con la velocidad a la que ocurre este proceso. En forma general, en un sistema de administración de un medicamento en dosis múltiple, los cambios en la velocidad sin alteración en la cantidad no son de importancia clínica, debido a que la concentración plasmática y por lo tanto la respuesta farmacológica no varían en forma notoria.

Sin embargo, se debe tener presente que cambios en la velocidad de absorción de un medicamento son críticos cuando se está buscando una respuesta rápida, como ocurre cuando se administra un analgésico o un tranquilizante.



Mucosa del rumen (R), retículo (Rt), omaso (O) y abomaso (AB)

#### **1.1.1.1 Efecto de los fármacos que producen cambios en el pH gastrointestinal**

La velocidad de desintegración y disolución del fármaco, al igual que el vaciamiento gástrico son pH dependientes; razón por la cual una sustancia que modifique el pH gastrointestinal puede alterar la velocidad de absorción de otra. La velocidad de disolución, la cantidad disuelta y por lo tanto la biodisponibilidad de los fármacos que se comportan como bases débiles (tetraciclinas, ketoconazol) puede ser aumentada por los antiácidos; debido a que el aumento del pH no favorece su ionización, aumentando su liposolubilidad y por lo tanto su facilidad de atravesar la mucosa gastrointestinal.

La velocidad de absorción de los fármacos que se comportan como ácidos débiles (antiinflamatorios no esteroideos, trimetoprim)



Aparato digestivo aislado. Las flechas enmarcan el colon ascendente.

puede ser disminuida por los antiácidos, debido a que el aumento del pH favorece su ionización, disminuyendo su liposolubilidad y por lo tanto su facilidad de atravesar la mucosa gastrointestinal.

Aunque el impacto de cambios en el pH gastrointestinal sobre la absorción de fármacos en los bovinos es complejo, variable y difícil de predecir, se recomienda no administrar medicamentos de estrecho margen terapéutico posterior a la administración de antiácidos u otras sustancias que alteren el pH gastrointestinal; debe hacerse dos horas antes o después de la administración de éstos.

Otro aspecto importante que se debe evaluar es la administración concomitante de fármacos o sustancias con recubrimiento entérico y/o de liberación modificada, pues la variación del pH gástrico puede generar la liberación precipitada o no deseada de un medicamento de liberación modificada o de un agresor gástrico, generando efectos tóxicos.

### ***1.1.1.2 Efecto de los fármacos que cambian la motilidad gastrointestinal***

Debido a que la absorción de la mayoría de los medicamentos administrados vía oral, ocurre en el intestino delgado y que existen formulaciones de principios activos que requieren de más tiempo en el estómago para disolverse mejor, los fármacos que tienen la propiedad de retardar el vaciamiento gástrico (tranquilizantes, analgésicos opiáceos) pueden disminuir la velocidad de absorción y los que lo aumentan (metoclopramida) la pueden aumentar.

### ***1.1.1.3 Efecto de las sustancias absorbentes***

Subsalicilato de bismuto, caolín pectina y posiblemente los antiácidos pueden absorber en su superficie gastrointestinal a otros fármacos tales como lincomicinas, tetraciclinas y rifampicina; disminuyendo la cantidad que alcanza circulación sistémica cuando se administran concomitantemente.

El carbón activado absorbe muchos fármacos disminuyéndoles la cantidad absorbida, de ahí la justificación de su empleo en algunas intoxicaciones.

### ***1.1.1.4 Efecto de las sustancias quelantes***

Agentes terapéuticos como el sulfato ferroso tienen la capacidad de quelar e impedir la absorción de tetraciclinas; una situación similar se presenta entre los antiácidos y el sucralfato con la ciprofloxacina y la norfloxacina.

### 1.1.1.5 Efecto de Fármacos que Alteran la Flora Bacteriana Intestinal (Antibióticos)

Los antibióticos administrados por vía oral y cuya absorción intestinal es escasa, pueden alterar la flora bacteriana y con ello generar cambios importantes en la cantidad absorbida de algunos medicamentos.

Resulta importante la interacción que ocurre entre los antibióticos de amplio espectro administrados vía oral (ampicilina, tetraciclina, eritromicina) y los estrógenos, estos últimos son conjugados y excretados por la bilis, hidrolizados por la flora bacteriana y reabsorbidos nuevamente (ciclo enterohepático); aspecto que resulta importante para mantener las concentraciones de estos medicamentos en los niveles necesarios para ejercer su efecto. La administración concomitante de estrógenos

con este tipo de antibióticos puede generar un fracaso en la respuesta hormonal, debido a la eliminación de la flora bacteriana que evita la hidrólisis y por lo tanto la reabsorción del estrógeno.

**El fármaco, una vez absorbido, se distribuye a la sangre y los tejidos pasando a través de varias membranas biológicas; la distribución comprende los procesos de transporte del fármaco dentro del compartimento sanguíneo y su posterior penetración en los tejidos de los bovinos.**

### 1.1.2 Interacciones a Nivel de la Distribución

El fármaco, una vez absorbido, se distribuye a la sangre y los tejidos pasando a través de varias membranas biológicas; la distribución comprende los procesos de transporte del fármaco dentro del compartimento sanguíneo y su posterior penetración en los tejidos de los bovinos. En la sangre, las moléculas del fármaco pueden transportarse de tres formas, existiendo un

equilibrio dinámico entre ellas, a saber: incorporadas a los hematíes, en estado libre o unidas a proteínas plasmáticas.

Solo la fracción libre del fármaco puede difundir a los diferentes tejidos, interactuar con los receptores celulares, producir un efecto, metabolizarse y excretarse; la fracción unida a proteínas plasmáticas, es inactiva, no tiene acción ni efecto y puede considerarse como fármaco en depósito; la interacción fármaco - proteínas plasmáticas disminuye la difusión, retarda la eliminación y prolonga el efecto de un medicamento.

El porcentaje de un fármaco que normalmente se fija a las proteínas puede variar por diversos factores, entre ellos la presencia de enfermedades que se acompañan de estados hipoalbuminémicos (cirrosis, síndrome nefrótico), la acumulación de compuestos



**Intestino Ciego (C), con la parte libre a la izquierda de la foto.**

endógenos o la administración concomitantemente de otros medicamentos.

### **1.1.2.1 Efecto de los Fármacos que Desplazan a Otros de su Sitio de Unión a las Proteínas**

La albúmina a pH sanguíneo (7.4) se encuentra cargada negativamente, razón por la cual esta proteína tiene la capacidad de ligar principalmente los fármacos que son ácidos débiles como antiinflamatorios no esteroideos y trimetoprim entre otros; mientras que la alfa<sub>2</sub> globulina es la que se une y transporta las bases débiles como anestésicos locales y analgésicos opiáceos.

Las interacciones a nivel del desplazamiento del sitio de unión a las proteínas son importantes siempre y cuando el fármaco desplazado esté unido en un porcentaje mayor o igual a 95% y por lo tanto la fracción libre es pequeña <5%. El 99% del Diclofenaco se encuentra ligado a la albúmina, es decir su fracción libre que produce efecto antiinflamatorio es del 1%, si otro fármaco desplaza un 1% esta unión a proteínas, origina un aumento del 100% en esta fracción y por lo tanto en la concentración disponible para ejercer dicho efecto pero también de efectos adversos. No ocurre lo mismo con la Estreptomina que tiene un porcentaje de enlace de 48 %, si otro fármaco desplaza un 5% su unión a la proteína, origina un aumento poco considerable en la fracción libre (53%) y por lo tanto en la concentración disponible para ejercer el efecto.

### **1.1.2.2 Efecto de fármacos que generan cambios en el transporte de otros al interior de la célula**

Las Penicilinas G aumentan la permeabilidad celular de las bacterias para que otros

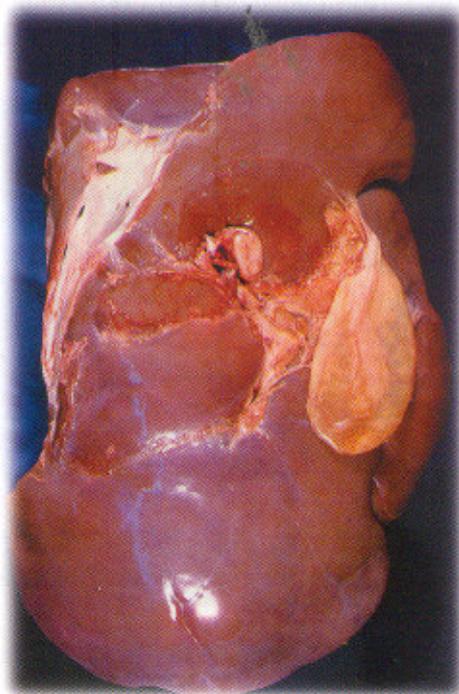
antibióticos como los Aminoglucósidos penetren fácilmente, favoreciendo su efecto farmacológico.

### **1.1.3 Interacciones a Nivel del Metabolismo o Biotransformación**

Lo usual es que los fármacos liposolubles sean metabolizados en el hígado a compuestos más hidrosolubles antes de ser excretados, proceso que generalmente conduce a su inactivación; por otra parte los fármacos altamente polares tienden a ser excretados en forma inalterada por el riñón, por lo que las interacciones a nivel de la eliminación se relacionan principalmente con cambios en el metabolismo hepático o en la excreción renal de fármacos.

La probabilidad de que un fármaco altere la eliminación de otro, tiene una relación directa

**Cara Visceral del Hígado.**



con el coeficiente de extracción del segundo fármaco.

Si se disminuye la excreción como puede ocurrir con los medicamentos nefrotóxicos (tetraciclinas y aminoglucósidos), el fármaco tiende a acumularse y por lo tanto puede aumentar su efecto pero también puede generar efectos tóxicos; en el caso de que la excreción aumente como ocurre con los diuréticos, se disminuye la concentración del fármaco pudiendo no darse el efecto esperado.

### **1.1.3.1 Interacciones a Nivel del Metabolismo Hepático**

#### **1.1.3.1.1 Inducción Enzimática**

Una amplia gama de sustancias químicas: insecticidas, herbicidas, sustancias de uso industrial, humo de cigarrillo, colorantes alimenticios, plantas de la familia *Cruciferaeae* y varios fármacos, cuya única característica química es su liposolubilidad; pueden actuar como inductores enzimáticos y aumentan el metabolismo del hígado y por lo tanto la velocidad de excreción de los fármacos como Anfotericina B, diazepam, fenobarbital, ibuprofeno y metronidazol; generando una disminución importante en sus concentraciones plasmáticas y en su efecto. De los Barbitúricos y de la Rifampicina existe soporte científico importante que respalda su nominación como los inductores enzimáticos por excelencia; estos medicamentos pueden aumentar el metabolismo de otros fármacos e incluso de ellos mismos.

#### **1.1.3.1.2 Inhibición Enzimática**

La inhibición enzimática a nivel del hígado es un proceso generalmente competitivo y es la

interacción medicamentosa más documentada. Cuando un fármaco origina una disminución en la biotransformación de otro, se produce una acumulación y aumento en la magnitud de los efectos tanto tóxicos como terapéuticos del segundo, a menos que se disminuya la dosis o la frecuencia de administración.

Varios fármacos tienen la propiedad de inhibir el metabolismo hepático de otros, entre los cuales se destacan: antibióticos como el cloranfenicol y los macrólidos, antimicóticos como el ketoconazol, antiácidos como la cimetidina y la ranitidina.

### **1.1.3.2 Interacciones a Nivel de la Excreción Renal**

La importancia de una interacción medicamentosa en el riñón depende de la contribución de la excreción renal en la eliminación del fármaco.

#### **1.1.3.2.1 Interacciones a Nivel de la Filtración Glomerular**

La filtración glomerular se ve afectada principalmente por cambios en la presión de filtración, que pueden ser generados por alteraciones en la presión sistémica o en la presión hidrostática glomerular, lo cual conduce a aumentar o disminuir la cantidad de fármaco que es filtrado o eliminado de la sangre; sin embargo, es el grado de unión del fármaco a las proteínas plasmáticas, el factor que más limita la eficiencia de la filtración glomerular.

La interacción medicamento - medicamento más frecuente a nivel de la filtración glomerular es generada por la utilización concomitante de medicamentos nefrotóxicos con aquellos que

son eliminados principalmente vía renal (caso observado cuando se utilizan aminoglicósidos y tetraciclinas).

### **1.1.3.2 Interacciones a Nivel de la Secreción Tubular**

La secreción tubular de los fármacos que son extraídos lentamente (amikacina y gentamicina) depende de la fracción libre; mientras que los que son extraídos en forma rápida (penicilinas, cefalosporinas de primera generación, oxacilina) depende esencialmente de cambios en el flujo sanguíneo renal.

La secreción tubular de algunos fármacos puede ser disminuida por inhibición competitiva del transportador activo, lo cual conduce a un aumento en la concentración plasmática de éstos; por ejemplo: El Probenecid inhibe la secreción tubular de los fármacos ácidos como las Penicilinas G, la cimetidina inhibe la secreción tubular de los fármacos básicos como diuréticos ahorradores de potasio.

### **1.1.3.3 Interacciones a Nivel de la Reabsorción Tubular**

La magnitud de la reabsorción tubular depende de la concentración y de la liposolubilidad del fármaco; la forma no ionizada del fármaco es más liposoluble que la ionizada y el grado de ionización tiene una relación directa con el pH, razón por la cual cambios en éste, pueden alterar la cantidad eliminada.

Si el pH de la orina es ácido (menor de 7) los ácidos débiles como los antiinflamatorios no esteroideos tienden a reabsorberse, mientras que las bases débiles como los analgésicos opiáceos tienden a eliminarse; pero si el pH es básico ocurre lo contrario.

Es por esta razón, que la alcalinización de la orina con bicarbonato es una medida terapéutica empleada para aumentar la eliminación de fármacos ácidos en casos de intoxicación. A un pH alcalino las sulfas (ácidos débiles) tienden a estar en su forma ionizada o más hidrosolubles, razón por la cual la alcalinización de la orina es una medida terapéutica empleada para evitar la posible precipitación renal (cristaluria) de la forma no ionizada de estos fármacos.

## **1.2 Interacciones Farmacodinámicas**

Se trata de aquellas situaciones en las que las acciones de un fármaco sobre sus tejidos donde

**Riñones derecho e izquierdo.**





Vista dorsal de la base del corazón con las válvulas pulmonar (1), aórtica (2), tricúspide (3) y bicúspide (4). A craneal, P caudal, L lateral, M medial.

hace su efecto causan modificaciones en las acciones de otro fármaco, los efectos diurético e hipotensor de los diuréticos son disminuidos por los antiinflamatorios no esteroideos al disminuir la concentración renal de Prostaglandinas.

Muchas interacciones farmacodinámicas pueden predecirse, pero esta labor se dificulta mucho cuando es necesario diferenciar entre los signos de la enfermedad y las interacciones medicamentosas. Lo fundamental es estar muy pendientes de la respuesta farmacológica, con el objeto de detectar en forma rápida, alguna variación importante en el efecto buscado.

Cuando se está en presencia de una posible interacción medicamentosa adversa, lo más importante es analizar y establecer, de acuerdo con las condiciones propias del paciente y a la

experiencia propia frente a la misma, el impacto de la probable interacción sobre el estado de salud del paciente y/o sobre el resultado terapéutico de los fármacos empleados.

## 2. INTERACCIONES MEDICAMENTO - DIETA

Los alimentos que se utilicen junto con los fármacos pueden inducir cambios significativos en la respuesta farmacológica y/o efectos nocivos en la salud de los animales; el hecho de que los bovinos sean herbívoros, hace que el pH gástrico sea ligeramente básico mejorando la absorción oral de las bases débiles y disminuyendo la absorción de los ácidos débiles.

En general, los antibióticos no se deben administrar en animales lactantes y algunos medicamentos se deben suministrar con los alimentos para que cumplan su efecto terapéutico; como es el caso del carbonato de calcio, cuando se utiliza como quelante de fosfatos en la insuficiencia renal crónica.

## 3. INTERACCIONES MEDICAMENTOS - ENFERMEDAD

En ciertas condiciones patológicas la utilización de algunos fármacos puede conducir a la exacerbación de la patología de base o de enfermedades concomitantes, de ahí la importancia de conocer muy bien las contraindicaciones de los medicamentos y el por qué de ellas; para evitar que sean utilizados en ciertos estados patológicos o, si se "tienen" que utilizar, saber qué pruebas de laboratorio y/o signos y síntomas deben ser vigilados, con el fin de evitar complicaciones fatales en los bovinos y proponer alternativas terapéuticas.

A manera de ejemplo se debe tener presente que:

- Medicamentos hepatotóxicos como el cloranfenicol, lincosánidos, macrólidos,

isoniazida, rifampicina y acetaminofen; no se deben utilizar o hacerlo con mucho cuidado, en alteraciones hepáticas como la Cirrosis y las Hepatitis.

- **Medicamentos nefrotóxicos** como tetraciclinas, aminoglicósidos, anfotericina B y cefalosporinas se deben evitar o utilizar con precaución en alteraciones renales, tales como insuficiencia renal aguda o crónica y síndrome nefrítico.

Veamos algunos aspectos importantes al momento de administrar soluciones y/o medicamentos a los bovinos (Ver Tabla siguiente columna).

Cómo calcular la cantidad de suero o solución a administrar en un paciente deshidratado:

Normalmente se pierde 35 mililitros por Kilogramo de peso por día

$$\text{Para hidratar No. de litros} = \frac{\text{Peso (Kg.)} \times \% \text{ de deshidratación}}{100}$$

**Ejemplo: Animal de 400 kilos y 10% de deshidratación pierde al día 14 litros**

$$400 \text{ kg.} \times 35 \text{ ml / kg} = 14 \text{ litros}$$

$$\text{No. litros} = \frac{400 \times 10\%}{100} = 40 \text{ litros}$$

40 litros (por deshidratación) + 14 de pérdida diaria suman 54 litros.

A ese animal de 400 kg y 10% de deshidratación se le deben administrar 54 litros de suero.

### Prueba de Diuresis

Se administran 0,5 mg/kg vía intravenosa de FUROSEMIDA, 1 hora después se recoge la orina cuyo excreción debe ser de 0,5 ml/kg para los bovinos.

Si es mayor o igual a ese valor, existe un daño prerrenal por: deshidratación, pérdida de sodio, pérdida de proteínas, hipovolemia, anemia. Si es menor a ese valor, existe una insuficiencia renal aguda.

### SOLUCIONES HIPERTÓNICAS

**Dextrosa al 5% + solución salina al 9%**

Sirve para el tratamiento de hipovolemias, reposición de electrolitos, potenciar diuresis.

**Hartman en Dextrosa al 5% o Glucosa 5% en Ringer**

Tratamiento: reposición de electrolitos por vómito o diarrea.

**Dextrosa al 10, 20, 30 y 50%**

Tratamiento: proporciona calorías y son diuréticos.

### SOLUCIONES HIPOTÓNICAS

**Cloruro de sodio al 0.45 % .**

Sirve para reponer electrolitos.

### SOLUCIONES ISOTÓNICAS

**Dextrosa al 5%**

Tratamiento: aporte energético.

NO repone electrolitos NI corrige el déficit de líquidos.

**Solución salina al 9% o Cloruro de sodio al 9%**

Tratamiento: Pérdida de sodio, Alcalosis metabólica al inicio y término de transfusión.

**Ringer**

Tratamiento: reposición de electrolitos como potasio, calcio y sodio.

**Hartman o Lactato Ringer**

Tratamiento: Acidosis y mantenimiento o reposición de electrolitos.

La glucosa es para reponer agua y calorías pero lentamente.

Con las anteriores soluciones veamos que medicamentos se pueden mezclar:

### ABREVIATURAS

DAD: Solución salina

AD: Agua inyectable

SS: Solución salina

Mixta: Dextrosa + solución salina

HT: Hartman o Lactato Ringer

RG: Ringer

### MEDICAMENTO

### SE PUEDE MEZCLAR CON:

Cloruro de calcio	DAD 5, 10 %
Gluconato de calcio	SS 0.9%, Mixta, HT, RG
Cloruro de potasio	DAD 5, 10 y 20 %; SS 0.9%, Mixta, HT, RG
Potasio y Fosfato	DAD 5, 10 y 50 %, SS 0.9%, Mixta
Bicarbonato de sodio	DAD 5 o al 10 %
Cloruro de sodio	AD, SS 0.9%, Mixta
Vitamina K	DAD 5 %, SS 0.9%, Mixta, HT, RG
Vit B, Vit C, Tiamina, Ácido fólico, Hierro	DAD 5 o al 10 %, SS 0.9%, Mixta, HT, RG
Analgésicos: Buprenorfina	AD, SS, HT
Dipirona	DAD 5 %, SS
Fentanilo	AD
Meperidina	DAD 5 o al 10 %, SS, Mixta, RG
Tramadol	SS 0.9%
Antiinflamatorios esteroideos	DAD 5 %, AD, SS 0.9%, Mixta, HT
Antiinflamatorios NO esteroideos:	
Indometacina	DAD 5 %, SS, AD
ketorolac	DAD, SS, Mixta, HT, RG
Metoclopramida	DAD 5 %, SS, Mixta, HT, RG
Tranquilizantes menores o Benzodiazepinas	DAD 5 %, SS, Mixta, HT, RG
Tranquilizantes mayores	DAD 5 o al 10 %, SS, Mixta, HT

Continua...

MEDICAMENTO	SE PUEDE MEZCLAR CON:
Atropina	DAD 5 %, SS, HT
Adrenalina	DAD 5 o al 10 %, SS, Mixta, HT, RG
Buscapina + Dipirona	DAD 5 o al 10 %, SS, Mixta, HT, RG
Neostigmina	DAD 5 %, SS, Mixta, HT, RG
Diurético: Furosemida	DAD 5 %, SS, Mixta, HT
Hidrocortisona	DAD 5 o al 10 %, SS, Mixta
Ketamina	DAD 5 %, AD, SS, Mixta
Tiopental	DAD 5 %, AD, SS, Mixta
Estrógenos	DAD 5 %, AD, SS, Mixta
Gonotropina cariónica	SS
Progesterona	Aceite de sesamo o de ricino
Oxitocina	DAD 5 o al 10 %, SS, Mixta, HT, RG
Antihistamínicos	DAD 5 %, SS
Aminoglicosidos: NO con en el mismo preparado Si con	betalactámicos (penicilinas y cefalosporinas) DAD 5 %, SS, Mixta, HT
Ampicilina	DAD 5 %, AD, SS, RG
Cefalosporinas: NO con	penicilinas en igual recipiente ni en igual sitio DAD 5 o al 10 %, AD, SS, Mixta, HT
Cloranfenicol: NO con	tetraciclinas, Sulfas, Macrolidos, Antiinflamatorios esteroideos DAD 5 o al 10 %, SS, Mixta, HT, RG
Metronidazol: NO refrigerar	DAD 5 o al 10 %, AD, SS, HT
Penicilinas: sódica o potásica	DAD 5 %, AD, SS, Mixta, HT
procaína	AD
benzatinica	AD, SS, RG
Nunca se deben usar los medicamentos o las soluciones que presenten precipitados, turbios, decolorados, congelados o vencidos.	

### Bibliografía

BOOTH, N. and McDonald, L. Farmacología y Terapéutica Veterinaria. Zaragoza: Acribia. 1987, 528 p.

CCIS. Computerised Clinical Information. Sitems. MICROMEDEX, INC. Drugdex. Drug information. 1996.

FUENTES, V. Farmacología y Terapéuticas Veterinarias. 2a ed. Mexico: Interamericana. 1992, 669 p.

GRAEME, A. Farmacología Clínica y Terapéutica: Principios y práctica. Traducido por el doctor Juan Ramón Laporte. Salvat. 2a. edición. Barcelona, 1983.

HANSTEN P. D. and Horn J. R. Drug Interactions and Update. 7h. edition. Philadelphia. USA, 1990. p 1-27.

HARDMAN, J.G. Goodmans & Gilmans The Pharmacological Basis of Therapeutics. 9a ed. New York: McGraw-Hili. 1996, 1905 p.



HOLGUÍN, J. Interacciones Droga - Dieta: Cómo se deben tomar las drogas (Manual sin más información).

LORDUY, L.; Pardo, I. y González de la RIVA, J. Medicamentos y Alimentos. Farmacia Hospitalaria. 4 : 49-62, 1980.

PINTOR, R. et al. Impacto de un Boletín Informativo sobre Interacciones en la Prescripción Médica. Farmacia Hospitalaria. 20 : 238-244, 1996.

RESTREPO, J.G. Distribución y Eliminación de Medicamentos en los Bovinos. En: Despertar Lechero. No 17. Enero de 2000.

RESTREPO, J.G. Absorción de Medicamentos en los Bovinos. En: Despertar Lechero. No 16. Diciembre 1998.

————— Farmacología Bovina: principios generales. En: Despertar Lechero. Edición No 15. Agosto , 1998.

RIZACK, M. and Hillman, L. Handbook of Adverse Drug Interactions. The Medical Letter. New York, 1993.

SUMANO, H. y Ocampo, L. Farmacología Veterinaria. Mexico: McGraw-Hill. 1988, 663 p.

USOA E, Busto et. al. Métodos en Farmacología Clínica. OPS/OMS. 1992.



**Hacia una Producción más Limpia  
en las Fincas Lecheras - Segunda Parte -**

**Zoot. Juan Manuel Cerón A. - Asistencia Técnica  
Colanta**

**Ing. Diego Rensson Ramírez - Gestión Ambiental  
Colanta**

**ABSTRACT**

The country sustainable development, understood as the one which leads to an economical growth, to a higher quality level of life and to a social welfare, without spending the natural base resources and without deteriorating the environment, only can be achieved through productive methods which can help to reduce the environmental impact of agricultural activity, to increase its productivity, to slow down the relevant risks for people and environment and to optimize the use of natural resources.

These productive methods, called "cleaner production" are presented as a strategy which will make possible in short and long term both the introduction of an environmental variable in productive fields and a major competitive achievement in Colombian country side.

With this paper will be presented the environmental factors and effects of dairy activity and their legal compliance.

**RESUMEN**

El desarrollo sostenible del campo, entendido como aquel que conduce al crecimiento económico, a la elevación de la calidad de vida y el bienestar social, sin agotar la base de recursos naturales, ni deteriorar el medio ambiente, solo puede lograrse mediante métodos de producción que permitan disminuir el impacto ambiental de la actividad agropecuaria, aumentar su productividad, reducir los riesgos relevantes para las personas y el medio ambiente y optimizar el uso de los recursos naturales.

Estos métodos de producción, llamados producción más limpia, se presentan como una estrategia que posibilitará en el corto y mediano plazo la introducción de la variable ambiental en los sectores productivos y el logro de una mayor competitividad del campo Colombiano.

En esta entrega se presentarán los factores y efectos ambientales de la actividad lechera y el cumplimiento legal con respecto a ellos.

## *Hacia una Producción más Limpia en las Fincas Lecheras -Segunda Parte-*



El desarrollo sostenible del campo, entendido como aquel que conduce al crecimiento económico, a la elevación de la calidad de vida y el bienestar social, sin agotar la base de recursos naturales, ni deteriorar el medio ambiente, sólo se puede lograr mediante métodos de producción que permitan disminuir el impacto ambiental de la actividad agropecuaria, aumentar su productividad, reducir los riesgos relevantes para las personas y el medio ambiente y optimizar el uso de los recursos naturales.

### **Sector Agropecuario y Medio Ambiente.**

La revolución verde de los años 50, 60 y 70 en Colombia, se planteó como un modelo para aumentar la productividad buscando la transformación hacia un desarrollo comercial del campo.

En estas tres décadas se presentaron aumentos en la productividad, pero importantes impactos negativos en materia social y ambiental.

Para la década de los 80 y muy especialmente los 90, el sector agropecuario presenció la puesta en marcha de un modelo de apertura e internacionalización de la economía. Este modelo de apertura, que hoy se aplica, ha hecho que se exijan productos de mayor calidad, se requieran procesos y tecnologías más eficientes y se busque un uso más racional de los recursos naturales.

En esta y las próximas décadas se pretende que el campo colombiano logre un desarrollo competitivo, equitativo y sostenible, que le permita al campesino crecimiento económico, mejor bienestar social y una reducción de los impactos ambientales de su actividad productiva.

**Los recursos naturales son el conjunto de elementos físicos, químicos y biológicos presentes en la naturaleza, y que pueden servir al hombre para su supervivencia y para el desarrollo de actividades domésticas, culturales y productivas.**

El campo colombiano necesita, entonces, un modelo de desarrollo agropecuario que garantice el crecimiento de la producción presente, y que al mismo tiempo permita el regeneramiento de la productividad natural y el uso racional de los recursos naturales necesarios para desarrollar la actividad de las generaciones futuras.

El modelo planteado requiere la adopción de sistemas de producción más limpios y eficientes, con base en el manejo de cultivos y animales mejor adaptados a las condiciones de los diversos ambientes locales, y a un uso menor de insumos artificiales y recursos naturales.



## Recursos Naturales

Los recursos naturales son el conjunto de elementos físicos, químicos y biológicos presentes en la naturaleza, y que pueden servir al hombre para su supervivencia y para el desarrollo de actividades domésticas, culturales y productivas.

Un elemento puede ser considerado como recurso natural cuando cumple, por lo menos, tres ( 3 ) condiciones:

- La sociedad actúa transformando este elemento.
- La sociedad ha desarrollado los medios para su explotación.
- La sociedad ha descubierto la utilidad del recurso para satisfacer sus necesidades.

Los recursos naturales se pueden clasificar en renovables y no renovables.

### Recursos Naturales Renovables

Los recursos naturales renovables son aquellos que utilizados racionalmente se pueden emplear en forma indefinida sin reducir la reserva disponible y se reproducen de manera natural o con la ayuda del hombre.

Como recursos naturales renovables tenemos la atmósfera, el suelo, el agua, la flora, la fauna, los bosques, la biodiversidad ( abundancia de diversos seres vivos ), los recursos energéticos primarios ( sol, saltos de agua, olas, viento ) y el paisaje.

### Recursos Naturales no Renovables

Los recursos naturales no renovables son aquellos bienes que existen en la tierra en cantidades limitadas. Son recursos que no tienen



En el establecimiento de la actividad lechera se han generado una serie de efectos sobre los recursos naturales.

la capacidad de renovarse con el tiempo, por el contrario, tienden a agotarse a medida que son extraídos hasta su desaparición total.

Como recursos naturales no renovables tenemos los metales preciosos (oro, plata y platino) y no preciosos (hierro, cobre, plomo, manganeso), los minerales no metálicos ( carbón, caliza, mármol, arena, arcilla), las piedras preciosas (diamante, rubí, zafiro y esmeraldas) y no preciosas (amatista, topacio, granate, ópalo, y cristal de roca), el petróleo y el gas natural.

### Recursos Naturales en la Actividad Lechera

En el establecimiento de la actividad lechera se han generado una serie de efectos sobre los recursos naturales.

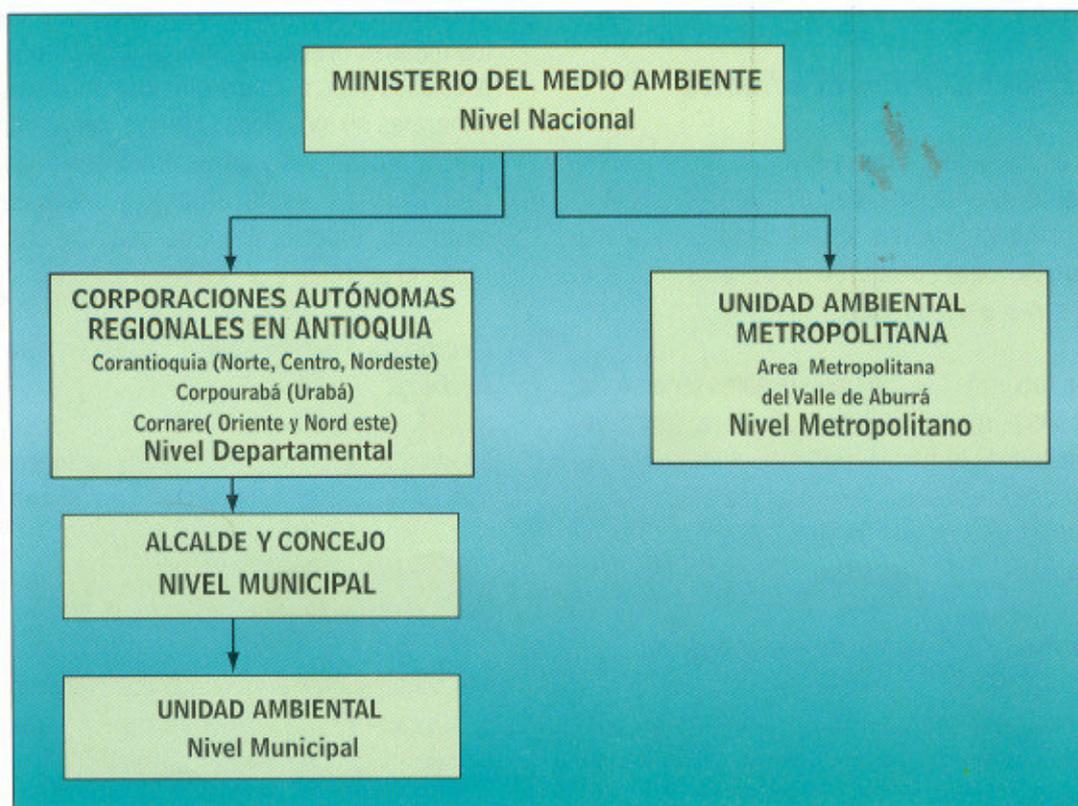
Estos efectos en términos generales son:

- Disminución y en algunas casos extinción de la flora y fauna de la región debido a la deforestación de bosques nativos.

- Reducción de caudales por la deforestación progresiva de microcuencas, falta de franjas de protección de nacimientos y corrientes de agua.
- Contaminación de quebradas y nacimientos por aguas negras sin tratamiento.
- Contaminación de suelos, aguas, aire y productos, por la utilización de agroquímicos para aumentar y mantener la producción.
- Contaminación de suelos y aguas por la mala disposición de los desechos sólidos procedentes de empaques, envases y productos utilizados en las actividades productivas y domésticas.
- Deforestación de bosques nativos con el objetivo de incorporar nuevas tierras a la actividad agropecuaria.

- Secamiento de pantanos y humedales reguladores del agua.
- Erosión y compactación de suelos debido al sobrepastoreo.
- Pérdida de la diversidad genética, debido al cultivo extensivo de pocas variedades de alto rendimiento y a la consiguiente pérdida de aquellas adaptadas a las condiciones locales.
- Incremento de la cantidad y virulencia de plagas y enfermedades generadas por resistencia al uso intensivo de químicos.
- Destrucción de la fauna benéfica por el uso intensivo de agroquímicos.

**GRÁFICO # 1 Autoridades Ambientales. República de Colombia**



Muchos de los efectos ambientales de la actividad lechera son consecuencia del desconocimiento de la legislación ambiental aplicable para el uso y aprovechamiento de los recursos naturales.

La actual legislación ambiental, desarrollada con base en el Código Nacional de los Recursos Naturales (Decreto 2811 de 1974) plantea la necesidad de que el estado y los particulares participen en su preservación y manejo ya que son de utilidad pública e interés social.

Para que se de esta participación es necesario que los particulares conozcan y entiendan las normas legales que se vienen aplicando por parte de las autoridades ambientales en las diferentes regiones del país.

### **Autoridades Ambientales**

Con la creación del Sistema Nacional Ambiental y del Ministerio del Medio Ambiente según la ley 99 de 1993, se crearon una serie de Corporaciones Autónomas Regionales y se dio fin al INDERENA.

Los objetivos del Ministerio y las Corporaciones Autónomas Regionales, se han centrado en la ejecución de las políticas, planes y programas nacionales en materia ambiental que permitan orientar al país según los principios del desarrollo sostenible. La estructura de la autoridad ambiental en Colombia y en el departamento de Antioquia se presenta en el Gráfico 1.

Estas organizaciones con base en el diálogo y la participación han trabajado con el objetivo de lograr que el ciudadano conozca la legislación ambiental.

### **Requerimientos Legales Ambientales**

En las tablas 1y 2 se presentan las normas que regulan algunas de las actividades desarrolladas en el campo y que pueden tener algún impacto sobre el medio ambiente.

### **Producción más Limpia y Legislación Ambiental**

El subsector lechero del departamento de Antioquia viene trabajando con las autoridades ambientales en la firma de un convenio de producción más limpia que permita reducir los efectos ambientales negativos de esta actividad sobre el medio ambiente.

Uno de los objetivos del subsector será el ordenamiento legal ambiental: Este tendrá unas metas de cumplimiento que serán definidas por el gremio lechero y las autoridades ambientales una vez se procese la información de la Encuesta Ambiental que se realiza a productores de leche del Departamento.

Colanta invita a los productores de leche a reflexionar sobre el actual manejo y uso de los recursos naturales en las fincas y a poner en práctica medidas que permitan cumplir la legislación y a su vez reducir los efectos ambientales de esta actividad.

**Muchos de los efectos ambientales de la actividad lechera son consecuencia del desconocimiento de la legislación ambiental aplicable para el uso y aprovechamiento de los recursos naturales.**

**TABLA No. 1 Legislación Ambiental Aplicable en Colombia  
Recurso Agua**

ACTIVIDAD	NORMA APLICABLE	ARTÍCULOS
Propiedad de las aguas	Decreto 2811/74	Art.80: Las aguas son de dominio público.
Propiedad de las aguas	Decreto 1541/78	Art. 10: Hay objeto ilícito en la venta o transferencia de aguas de uso público.
Protección de nacimientos	Decreto 1449/77	Art. 3: Los propietarios de predios están obligados a mantener en cobertura boscosa los nacimientos en una extensión de cien (100) metros a la redonda y los terrenos con pendientes superiores al 100%.
Retiros de quebradas	Decreto 1541/78	Art. 14: Terrenos de propiedad privada situados a la ribera de cuerpos de agua, tendrán una franja de protección hasta de treinta (30) metros de ancho.
Derecho al uso de agua	Decreto 1541/78	Art. 36: Toda persona natural o jurídica, requiere concesión (merced de aguas) para obtener el derecho a su aprovechamiento.
Aguas subterráneas (pozos)	Decreto 1541/78	Art. 155: Los aprovechamientos de aguas subterráneas requieren concesión de aguas.
Descarga de vertimientos	Decreto 1541/78	Art. 205: No se admiten descargas de aguas residuales a cabeceras de fuentes (nacimientos), a las aguas utilizadas para recreación y a bocatomas de agua y aguas subterráneas.
Control de descargas	Decreto 1541/78	Art. 211: Se prohíbe descargar SIN TRATAMIENTO, residuos sólidos, líquidos o gaseosos que puedan contaminar las aguas.
Aplicación agroquímicos	Decreto 1594/84	Art. 71: Se prohíbe la aplicación MANUAL de agroquímicos dentro de una franja de tres (3) metros, medida desde las orillas de un cuerpo de agua.
Sistema de tratamiento	Decreto 1594/84	Art. 73 y 86: Toda edificación o desarrollo urbanístico que no este conectado al alcantarillado público, deberá dotarse de sistema de recolección y tratamiento de los residuos líquidos, el cual debe remover el 80% de su carga contaminante.
Permiso de vertimientos	Decreto 1594/84	Art 98: Los usuarios deben registrar los vertimientos de aguas ante la autoridad competente.
Tanques sépticos	Decreto 1449/77	Art. 2: Los propietarios deben construir pozos sépticos para recoger y tratar las aguas negras del predio.

**TABLA No. 2 Legislación Ambiental Aplicable en Colombia  
Recurso Suelo y Aire**

ACTIVIDAD	NORMA APLICABLE	ARTÍCULOS
Contaminación	Ley 23/73	Art. 4: Se entiende por contaminación la alteración del medio ambiente por sustancias puestas por la naturaleza o la actividad humana, en cantidades, concentraciones o niveles capaces de interferir con el bienestar y salud de las personas, atentar contra la flora y la fauna, afectar los recursos de la nación o particulares.
Uso de los suelos	Decreto 2811/74	Art.179: En la utilización de los suelos se aplicarán normas técnicas de manejo para evitar su pérdida o degradación, lograr su recuperación y asegurar su conservación.
Protección de suelos	Decreto 1449/77	Art. 3: Los propietarios de predios están obligados a mantener en cobertura boscosa los terrenos con pendientes superiores al 100%.
Protección de bosques	Decreto 1449/77	Art. 4: Los propietarios de predios de más de 50 hectáreas deberán mantener en cobertura boscosa por lo menos un 10% de su extensión.
Quema de bosque y vegetación protectora	Decreto 948/95	Art. 28: Queda prohibida la quema de bosque y vegetación natural en todo el territorio nacional.
Quemas abiertas	Decreto 948/95	Art 30. Queda prohibida la práctica de quemas abiertas en áreas urbanas y rurales.
Almacenamiento de plaguicidas	Ley 09/79	Art. 140: Queda prohibida toda situación que permita contacto o proximidad de plaguicidas con alimentos, drogas o medicamentos y que represente riesgo para la salud humana.
Uso de residuos de plaguicidas	Ley 09/79	Art. 144: Los residuos, envases, empaques de plaguicidas no deberán ser descargados a cuerpos de agua, al suelo o al aire.
Envases de agroquímicos	Decreto 1594/84	Art. 95: Se prohíbe la descarga a las aguas de recipientes, empaques y envases que hayan contenido agroquímicos u otras sustancias tóxicas.
Delitos contra el ambiente	Ley 491/99	Art. 24: El que ilícitamente contamine los recursos naturales podrá incurrir en prisión de dos a ocho años y en multas de 150 a 500 SMLMV. La pena se incrementará en una tercera parte cuando se altere de modo peligroso aguas de consumo.



Colanta invita a los productores de leche a reflexionar sobre el actual manejo y uso de los recursos naturales en las fincas y a poner en práctica medidas que permitan cumplir la legislación y a su vez reducir los efectos ambientales de esta actividad.

### *Bibliografía*

CONTRALORÍA GENERAL de Antioquia. Recursos naturales y medio ambiente en Antioquia. 1997. 238 P.

CONTRALORÍA GENERAL de Antioquia. Recursos naturales y efectos ambientales. 1998. 35 P.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA regional del Centro de Antioquia. Plan de gestión ambiental regional 1998-2006. 1998. 495 P.

EL COLOMBIANO. El Campesino sigue lleno de necesidades. Sección B. pag 6. Junio 4 de 2000.

FORO NACIONAL Ambiental. Agro y Medio Ambiente. Jorge Ramírez, Darío Fajardo et al. Santa fé de Bogota. 1998. 150 p.

VERGARA R. RODRIGO. La producción animal y el control químico de plagas. En: Despertar Lechero. Nro 14. (1997); p. 49-63.

CORPORACIÓN Autónoma Regional del Centro de Antioquia. Normatividad ambiental básica. Medellín. 1999. 463 p.

REGIMEN LEGAL del medio ambiente. LEGIS. Bogotá. 1999. 810 P.

COLOMBIA. Ministerio del Medio Ambiente. Programa hacia una producción más limpia. Bogotá: El Ministerio, 1997. 92 p.

COLOMBIA. Ministerio del Medio Ambiente. Política Nacional de producción más limpia. Bogotá: El Ministerio, 1997. 52 p.

• **Apicultura: El Maravilloso Mundo de las Abejas**

Odont. Gustavo Adolfo Patiño A. , M.C., U. de A., Apicultor

• **Enfermedades Entéricas del Cerdo**

M.V. Martín E. Restrepo M.

Coordinador Programa de Porcicultura - Colanta

**ABSTRACT**

Honey is a natural food and energy source with pharmacological properties. It also improves the physical performance of the human body, as it helps decrease the physical and intellectual fatigue.

As a natural medicine product it presents preventive and curative properties, since honey can keep, restore and correct several organic functions. The numerous components of honey act against physical weakness, some digestive disorders, gastric ulcers and cardiac, respiratory and nerupsychic deficiencies.

Honey is not the only product resulting from bee keeping, it also provides wax, polen, propolis and royal jelly, all of which are easy to manipulate and present prosperous national and international markets.

**RESUMEN**

La miel de abejas es un alimento natural predigerido por la abeja. Es un producto dietético y medicinal que mejora el rendimiento físico y la resistencia a la fatiga física e intelectual.

Como medicamento posee propiedades preventivas y curativas respecto a algunas enfermedades ya que puede mantener, restaurar y corregir algunas funciones orgánicas. Los numerosos componentes de la miel permiten actuar contra la astenia, algunos desarreglos digestivos, úlceras gástricas, deficiencias cardíacas, respiratorias y neuropsíquicas.

De la apicultura, además de la miel, se derivan otros productos: cera, polen, propóleos y jalea real, todos ellos de fácil manipulación y de mercados nacionales e internacionales muy prósperos.

## APICULTURA: *El Maravilloso Mundo de las Abejas*



Según numerosos autores, en la denominada civilización occidental, las primeras abejas aparecieron en la isla de Creta. Se puede asegurar que la apicultura era conocida desde la remota antigüedad. La leyenda dice que Júpiter fue alimentado en su infancia con miel de abejas.

Según numerosos autores, en la denominada civilización occidental, las primeras abejas aparecieron en la isla de Creta. Se puede asegurar que la apicultura era conocida desde la remota antigüedad. La leyenda dice que Júpiter fue alimentado en su infancia con miel de abejas.

Como esta leyenda otras hicieron creer a griegos y romanos que el alimento de los dioses debía ser de naturaleza análoga. Para ellos la miel era un presente celestial, por eso figuraba entre las ofrendas en los altares de los dioses.

Muchos años antes de que fuera descubierta la manera de fabricar vino, la mezcla de agua y miel al fermentar dio como resultado el "hidromiel", primera bebida alcohólica de que tenga información la humanidad. El consumo de esta bebida procuraba a quienes la ingerían una especie de éxtasis místico, por lo cual la bebida fue calificada como "néctar divino". Los vocablos bier (alemán) y beer (inglés), bière (francés), birra (italiano), que significan cerveza, derivan de aquella primera bebida fermentada "hidromiel" a la que los celtas denominaban "biura".

De Grecia y Roma, las abejas fueron llevadas a Hispania, hoy España. En la edad de bronce se encuentran pinturas rupestres en las cuevas de Bicorp (Valencia) que representaban hombres recogiendo miel.

Conocidas las abejas, su miel y sus virtudes por los fenicios, éstos la llevaron a Babilonia y de allí pasaron a Egipto. El pueblo egipcio introdujo la miel a muchas de sus costumbres y aprendió que la miel y uno de sus ingredientes básicos, el propóleo, se podía utilizar para la conservación de momias.

En la Grecia antigua era costumbre alimentar a los niños con miel de abejas ya que ésta era el primer alimento que se les daba a las criaturas después de la leche materna. Se utilizaba también para los atletas, grandes pensadores y hombres longevos: Pitágoras, Hipócrates, Celso. Estos eran habituales consumidores de miel y a ello acreditaban su gran longevidad. Hipócrates murió a los 107 años.

Se dice que la frase "luna de miel" tiene origen en la costumbre romana, pues la madre de la novia dejaba cada noche en la alcoba nupcial a disposición de los recién casados una vasija con miel. Esta costumbre duraba toda una luna, 28 días. De ahí el alto aprecio que los romanos tenían por la miel de abejas.

En concepto de los antiguos la leche y la miel eran lo más perfecto que había producido la naturaleza para la alimentación del hombre.

El carácter sagrado de la miel en la civilización oriental se comprende con la sola indicación de que el dios Visnú era representado como una abeja sobre una hoja de loto.

Después del descubrimiento de América los colonizadores trajeron al nuevo mundo colmenas repletas de abejas. Hoy Argentina, México, Estados Unidos, y Canadá son grandes productores de miel.

### **Características Generales**

Las abejas son insectos pertenecientes al orden de los himenópteros, así llamados porque tienen cuatro alas membranosas. El habitáculo que el hombre proporciona a las abejas se llama colmena. El interior de una colmena está formado por

panales de cera, paralelamente suspendidos por su parte superior colocados a un centímetro uno de otro, contruidos en forma de celdas hexagonales, en las cuales las abejas crían su prole y almacenan sus víveres.

Una colmena o familia de abejas, está dispuesta de la siguiente manera: **Una reina:** hembra fecunda, cuya única función es poner huevos en las celdas.

**Abejas obreras:** hembras incompletas, que se ocupan de hacer todo el trabajo interior, indispensable para el bienestar de la colonia y en salir al campo a buscar los distintos elementos de que la población se alimenta.

**Zánganos:** estos son pocos, pero en número suficiente para proporcionar en tiempo oportuno la fecundación o apareamiento de una joven y núbil reina.

En cada colmena sólo puede existir una reina. En el momento de nacer una nueva reina, se pelean y puede suceder que si entran a luchar, la que gana mata a su rival o si no hay lucha, la más débil, generalmente la más vieja, se va y enjambra con un número considerable de abejas, de 5 a 10 mil, que generalmente son sus hijas.

La reina tiene una vida útil de postura de dos a tres años. Los apicultores las cambian generalmente antes de cumplir dos años para que su postura se conserve vigorosa. Una reina en plena postura puede poner hasta 3,000 huevos por día, dos o dos y media veces su peso. Para que esto se logre, la reina debe ser alimentada con jalea real. Las obreras tratan a su reina con respeto y afecto. Cada vez que se aproxima a un

grupo de sus hijas, éstas se vuelven dándole la cara y le demuestran distintos modos de adhesión respetuosa, unas acariciándola con las antenas y otras ofreciéndole alimento.

Las obreras son los habitantes más pequeños de la colmena y forman la mayoría de la población. Una colmena fuerte, en plena producción, puede tener entre 50 y 60 mil obreras. Las funciones en que se dividen los trabajos de las obreras son las siguientes: las obreras jóvenes de una a cuatro semanas de edad, se ocupan de los cuidados interiores de la colmena, proporcionan y distribuyen el alimento a las larvas, cuidan la reina cepillándola y alimentándola. También mantienen la temperatura de la colmena, la asean de inmundicias y cadáveres, ventilan con sus alas para renovar el aire del interior y evaporar el exceso de agua que pueda tener la miel recientemente recolectada, además, custodian la entrada de la colmena para evitar el ingreso de enemigos como mariposas y otras abejas de colmenas distintas que quieran entrar a hacer pillaje.

Fabrican la cera y con ella construyen los panales o los reparan. Las de mayor edad, de cuatro semanas en adelante, tienen como principal tarea ir al campo a recolectar miel, polen y propóleos. Los dos primeros sirven de común alimento y el último para cubrir las hendiduras o grietas que hay dentro de la vivienda. Unas pocas traen agua para poder desleír la miel y el polen, alimento

con el cual se nutren las larvas. La abeja obrera tiene una vida útil de 6 a 8 semanas aproximadamente.

Los zánganos o machos, son los más corpulentos de los habitantes de la colmena. Son más grandes y gruesos que las obreras pero más cortos que la reina. No tienen aguijón para defenderse, no tienen trompa para recolectar néctar de las flores, ni cestas en las patas para recolectar polen, ni glándulas para secretar cera. Son físicamente incapaces de cumplir cualquier clase de trabajo, su presencia se debe únicamente a la función de fecundar a las reinas vírgenes.

El interior de una colmena está construido en panales formados por celdas hexagonales que es la figura geométrica óptima para obtener la mayor capacidad y solidez en el menor espacio y con el menor trabajo. Si fueran circunferenciales al construirse juntas sobrarían espacios entre sí y si fueran cuadradas, al distribuir las fuerza del peso que tienen que soportar bien sea llenas de miel o con la cría, se destruirían.



**Panal de abejas obreras en plena actividad, se observa celdas tapadas, llenas de miel, con larvas y otras con polen y las demás vacías.**

Las celdas que forman el panal están construídas en cera, la cual es una secreción natural de las abejas y se produce en ellas como la grasa en los vertebrados. Una comparación bastante justa es la producción de cera con la de leche entre los mamíferos. Son secreciones producidas para el consumo de ellas mismas.

Las celdas tienen como finalidad albergar y servir de depósito de la miel y el polen, como también son la habitación donde la reina pone los huevos, uno por cada celda y es allí donde éstos, mediante el proceso de metamorfosis se desarrollan.

En el panal también hay propóleos empleados por las abejas para barnizar el interior de su habitación haciéndolos impermeables al aire y al agua. Las abejas recolectan los propóleos en las yemas, troncos y hojas de los árboles.

Son sustancias resinosas muy pegajosas, por lo tanto nunca lo depositan en las celdas, y lo utilizan inmediatamente donde lo necesitan. Son transportados por las abejas en sus patas y puros o mezclados con cera son utilizados para reforzar la construcción del panal y cubrir grietas.

### **La Miel**

#### **¿Cómo las abejas preparan la miel?**

El principal alimento de estos insectos es el néctar producido por las flores. Este es un líquido azucarado que éstas exudan para atraer los insectos y ayudar a la polinización o

**El principal alimento de estos insectos es el néctar producido por las flores. Este es un líquido azucarado que las flores exudan para atraer los insectos y ayudar a la polinización o fecundación de las flores para poder obtener frutos y semillas. La miel resulta del proceso que la abeja le da al néctar.**

fecundación para obtener frutos y semillas. La miel resulta del proceso que la abeja le da al néctar.

La abeja obrera liba néctar, lo engulle y le incorpora ptialina, primera enzima de la digestión que se encuentra en la saliva. El néctar permanece en el buche de la abeja, donde es predigerido mediante la acción de la invertasa, que es una sustancia enriquecida en fermentos. La abeja regurgita este producto en las celdas hexágonas que forman los panales.

Las abejas son notables especialistas en la química natural, pues luego de libar el néctar lo llevan al buche y una vez han acumulado un pesado botín que representa dos terceras partes del peso de su cuerpo, regresan a la colmena a depositarlo.

Una abeja en plena recolección vuela a una velocidad de 30 kilómetros por hora y para recoger un kilo de miel debe realizar entre 120 a 150 mil viajes cargada con néctar. En la recolección de un kilo de miel donde la fuente mielífera se encuentra a uno y medio kilómetros de la colmena, tres kilómetros por viaje de ida y regreso, las abejas deben recorrer 360 mil kilómetros. Casi diez veces la circunferencia de la tierra a nivel del Ecuador.

Al llegar a la colmena, la abeja recolectora pasa su carga a una abeja receptora boca a boca, la cual también guardará esta carga en su buche. La abeja recolectora emprende otro viaje inmediatamente y así sucesivamente durante las 10 horas luz solar.



Una abeja en plena recolección vuela a una velocidad de 30 kilómetros por hora y para recoger un kilo de miel debe realizar entre 120 a 150 mil viajes cargada con néctar.

La abeja receptora completa la transformación del néctar aproximadamente en 10 minutos. Luego la abeja receptora regurgita esta gotita de néctar predigerido en una celda. Sin embargo esta gotita está lejos de ser miel ya que otras abejas seguirán la labor para que se transforme en verdadera miel. La tarea de conversión se resume en hacerle perder el exceso de agua al néctar predigerido produciendo calor y después ventilando la colmena con sus alas y haciendo circular el aire. Este proceso es conocido como el abejorreo. Al evaporar el agua, los azúcares tipo sacarosa se convierten en reductores o desdoblados tipo glucosa y levulosa.

La conversión de los azúcares comienza a producirse en el buche de la abeja con la ayuda de las diastasas, producidas por las glándulas digestivas y se termina en el alvéolo o celda

del panal. Durante este proceso también le incorporan a la miel una cantidad infinitesimal de ácido fórmico, el cual le da el poder de ser antiséptica, bactericida, bacteriostática y antibiótica. De ahí que posea sus propios preservativos naturales y se pueda conservar sin descomponerse durante varios años.

Cuando las abejas creen que su miel está madura, sin excesos de agua, cubren los alvéolos con cera (opérculo) y la dejan guardada para una escasez o para que el hombre se beneficie de ella. Las plantas también se aprovechan de las abejas. Al pasar de una flor a otra, de la misma especie ya que nunca mezclan flores, las polinizan. De esta manera aumentan la aparición de semillas para la perpetuidad de la especie vegetal y así el hombre obtiene mayor provecho en frutas y semillas.



### La Miel en la Alimentación Humana

La miel, además de ser el más fino y delicado de los alimentos dulces, es rica en vitaminas, sales minerales y múltiples principios nutritivos y curativos.

Por lo tanto es necesario despertar en la gente la conciencia de consumir más miel, sobretodo los niños tienen en ella un magnífico sustituto de las golosinas basadas en azúcar industrial, tan perjudicial por muchos conceptos, especialmente para los dientes.

¿Quién no conoce, así sea por referencias, las innumerables virtudes de la miel?

El maravilloso producto de la naturaleza elaborado por esos laboriosos insectos, las abejas, las

constituye en verdaderas benefactoras de la humanidad. Estas lo entregan listo para ser consumido, sin otro esfuerzo que el llevarlo a la boca y paladearlo golosamente.

Si se pregunta a cualquier ama de casa sobre las bondades de la miel, responderá que es un alimento de primera calidad. Mencionará varias de las aplicaciones medicinales y terapéuticas caseras que conoce por referencia o por haberlas experimentado alguna vez.

¿Cómo se explica que la miel no figure en todas las mesas ocupando un lugar de preferencia?

¿Cómo no se aprovechan esas maravillosas virtudes que no son desconocidas para nadie?

### Composición Media de la Miel (Gramos por 100)

CONTENIDO	PORCENTAJE	CONTENIDO	PORCENTAJE
Agua	20%	<b>MINERALES</b>	
Azúcares	78%	Azufre	0.003%
Constituyentes menores	2%	Fósforo	0.016%
<b>AZÚCARES</b>		Cloro	0.025%
Glucosa	35%	Sodio	0.003%
Levulosa (Fructuosa)	40%	Potasio	0.020%
Dextrosa	2.5%	Calcio	0.005%
Sacarosa	0.5%	Magnesio	0.006%
<b>CONSTITUYENTES MENORES</b>		Hierro	0.0009%
Proteínas	0.5%	Manganeso	0.0002%
Lípidos	0.2%	Cobre	0.00007%
Minerales	0.5%	Yodo	0.00001%
<b>VITAMINAS</b>			
B1	0.007 mg.	B6	0.3 mg.
B2	0.06 mg.	PP	0.5 mg.
B5	0.1 mg.	C	0.5 a 3 mg.



Apicultor en plena actividad, obsérvese el vestido especial que se utiliza para el manejo adecuado de las abejas.

### *Composición de la Miel*

La miel es un verdadero coctel de salud. Las abejas ofrecen condensados los principios curativos que el hombre trata de extraer de las plantas medicinales. Si se observan las tablas obtenidas tras la investigación de laboratorio, se constata que si el contenido proteico y lipídico son insignificantes, el de los glúcidos si es bien significativo. Se comprende entonces por qué la miel de abejas es un elemento altamente energético.

La columna de las sales minerales, indica la presencia de fósforo, calcio, cobre, magnesio, azufre, yodo, cloro y potasio, una verdadera fuente de oligoelementos. (Ver tabla)



### *Bibliografía*

JEAN-PROST, P.: Apicultura, conocimiento de la abeja, manejo de la colmena. 3ª ed. Madrid: Mundi-Prensa, 1989.

SINTES, J.: Virtudes curativas de la miel. 2ª ed. Barcelona : Sintés, 1981.



**ABSTRACT**

It can be thought that at the present time one of the most promissory economic lines of the pecuary sector is the pork industry. To sustain this sector, qualified personnel, good management and controlled sanitary programs are required ; in sum, they have a direct relation whit the sanitary state of the farm.

This article pretends the conscienceness of the producer and drastic biosecurity control in the farm, that will prevent the entrance of an enormous amount of infections and contagious diseases, including those that cause enteric problems.

**RESUMEN**

Se puede plantear que en la actualidad, uno de los renglones económicos más promisorios del sector pecuario es la porcicultura. Para sostener este sector se requiere personal calificado, buen manejo y planes sanitarios controlados que ejercen una relación directa en el estado sanitario de la piara.

Con este artículo se pretende concienciar a los productores, sobre la implementación de medidas drásticas de bioseguridad en la granja, con las que se evita el ingreso de una gran cantidad de enfermedades infecto contagiosas, que ocasionan problemas entéricos.

## Enfermedades Entéricas del Cerdo

La tecnología porcícola ha exigido una máxima producción en tiempo record, y es precisamente esta exigencia, la que nos obliga a conocer a fondo los problemas que pueden, en un momento determinado, disminuir el margen de utilidad. De antemano, el poricultor y el técnico deben estar siempre preparados para tales adversidades y evitar a toda costa el ingreso de entidades infecciosas por medio de controles estrictos de bioseguridad en la granja.



A continuación describiremos las mayores y principales enfermedades entéricas que ocasionan diarrea en los cerdos; las causas, los signos clínicos, los diagnósticos diferenciales, el tratamiento y el control.

### 1. COLIBACILOSIS

#### Causa

La Colibacilosis es causada por una toxina producida por una bacteria denominada *Escherichia Coli*, la cual tiene la habilidad de adherirse a la pared del intestino delgado a través de una estructura conocida como pili.

La presencia combinada del pili y la enterotoxina producida permite a la *E. Coli* multiplicarse en las criptas del intestino delgado y son precisamente estas enterotoxinas las causantes de severas alteraciones digestivas, que llevan a un cuadro clínico de diarrea, deshidratación y alta mortalidad.

#### Signos Clínicos

La Colibacilosis se puede presentar en el transcurso de la vida del cerdo en tres etapas:

De uno a cuatro días de edad, en la cual se presenta un ataque rápido de alta incidencia y mortalidad, el lechón manifiesta algunos signos como apatía, diarrea, deshidratación, emaciación y pelo áspero. Es fácil la identificación, ya que se observa inflamación y materia fecal húmeda alrededor de la cola y el ano. En esta etapa, la muerte sobreviene entre las 12 a 24 horas después de presentarse la diarrea, y su mortalidad puede alcanzar hasta el 70% de los animales afectados.

A la 3ª semana de edad y al iniciar el destete entre las 3.5 a 5 semanas de edad se presenta una colibacilosis similar a los lechones recién nacidos, pero con una incidencia y mortalidad menos severa.



En la Colibacillosis se presenta colonización de células inflamatorias.

### Diagnóstico del diferencial

Para comprobar la presencia de la colibacillosis se requiere del laboratorio, el cual confirma la presencia del protozoo en las paredes del intestino o en la diarrea de los lechones. En muchos casos, la colibacillosis y la gastroenteritis transmisible (GET) son muy similares; sin embargo, se diferencian uno de otro favoreciéndose un diagnóstico clínico diferencial.

La Colibacillosis tiene un período de incubación más corto (12 a 24 horas); la GET lo tiene más prolongado (24 a 48 horas) y se extiende muy rápidamente en los animales, especialmente entre los cerdos utilizados para reemplazar el pié de cría.

La mortalidad por E.Coli varía entre un 5 al 70% de los afectados, mientras que la de GET puede llegar a un 100% en los lechones de menos de 7 días de edad. Las cerdas viejas y sus hijos de mayor edad no se ven afectados por colibacillosis, pero ellos pueden ser susceptibles a casos de GET.

Un método de diagnóstico puede hacerse mediante un pH; si la medición del pH de la diarrea es

superior a 8.0 sugiere la presencia de una colibacillosis, en el caso de ser inferior a 7.0 indica que probablemente se trata de un problema de tipo viral, como el de la GET.

### Tratamiento

1. Suministrar, bajo prescripción del Médico Veterinario, un antibiótico que actúe directamente en el tracto digestivo.
2. Hidratar los lechones por medio de sueros con el fin de reemplazar el agua, electrolitos y otros nutrientes perdidos durante el proceso diarreico.
3. Aplicar inyecciones de hierro dextran para prevenir las anemias en los lechones y ayudar a fortalecer su sistema inmune.
4. Suministrar vía oral cultivos de *Lactobacillus acidophilus* en el alimento lácteo.
5. Aumentar la temperatura de las lechoneras.

### Control y Prevención

El control de la enfermedad se basa en una buenas prácticas de manejo, diseñadas para reducir el problema así:

1. Recibir al recién nacido con calostro y realizar una buena práctica de desinfección en el corral, en el descole, descolmillada y cura del ombligo.
2. Mantener la lechonera caliente, limpia y seca.
3. Prevenir la anemia y, a la vez, aumentar la resistencia a las enfermedades por medio de la aplicación de hierro vía muscular.

4. Vacunar las hembras preñadas contra la enfermedad con el fin de que los anticuerpos pasen a la leche y ofrezcan una buena protección.

## 2. GASTROENTERITIS TRANSMISIBLE (GET)

### Causa

La GET es causada por un virus clasificado en el grupo de los *coronavirus*. La enfermedad fue descrita por primera vez en 1946 y, desde entonces, se ha reportado en la mayoría del los países del mundo.

### Signos Clínicos

Generalmente, se observa vómito y diarrea de color amarillo verdoso en los animales en crecimiento y engorde, pero en términos generales se presenta como un caso de poca relevancia. La infección aparece de forma explosiva en los animales lactantes en un lapso de 24 a 48 horas después de observado el primer caso. Los lechones evidencian pelo erizado, vómito, bajo apetito, debilidad y temer



Color y consistencia características de la diarrea por Colibacilosis.

muscular y sobre todo se observa un aumento desmedido del consumo de agua.

Todos estos signos se acompañan de una diarrea severa, de tipo acuosa y caracterizada por un olor fétido. La muerte sobreviene de 2 a 5 días post infección, llegando a fallecer hasta el 100% de los lechones en lactancia.

La enfermedad es más frecuente durante los meses de invierno, encontrándose el virus de la GET en el excremento de los cerdos ocho semanas después de la recuperación; igualmente se ha aislado virus de pulmones e intestino 104 días después de haber sido infectados.

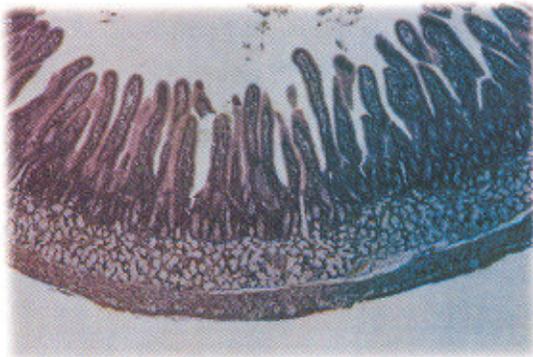
### Diagnóstico Diferencial

El diagnóstico de la GET se realiza por medio de la historia clínica y el examen postmuerte, encontrándose el estómago lleno de leche cuajada, seca y compacta.

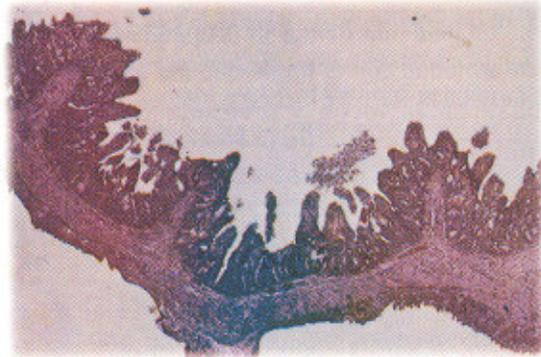
La GET debe diferenciarse de la colibacilosis por medio de la ayuda del laboratorio, siempre y cuando las muestras sean enviadas antes de las 24 horas pos muerte, ya que de lo contrario los resultados se reportarían como negativos.

### GET Crónica o Enzoótica

En los casos endémicos, la GET se presenta en la pira y se trasmite a los animales susceptibles; así pues, se han observado cerdos infectados a los diez días de edad, pero parece ser que a los diez días post destete es el momento de mayor frecuencia de manifestación de la infección.



Corte Histológico de un intestino delgado sano.



Dstrucción del vello y de la mucosa intestinal tras un ataque de la GET.

### Tratamiento

Cuando una cerda se encuentra afectada por la enfermedad, la cantidad de leche que produce es muy reducida, contribuyendo aún más al problema de deshidratación de los lechones, se debe seguir las siguientes recomendaciones:

1. Alimentar los lechones con una papilla a base de leche en polvo y agua.
2. Realizar atetos a hembras sanas que cuenten con una buena producción de leche.
3. En lo posible, suministrar leche de oveja, ya que contiene hasta un 20 por ciento de grasa.
4. Aumentar la temperatura de las lechoneras, puesto que el lechón es incapaz de mantener su temperatura corporal.

En la Universidad de Purdue, se realizó con éxito una terapia de fluidos, compuesta por

bicarbonato de sodio, dextrosa, antibióticos y vitaminas del complejo B. Pero hay que anotar que el agua y la leche de las cerdas, deben estar siempre disponibles. Adicionalmente, la temperatura del piso debe estar entre los 32° y 35° centígrados.

### Prevención y Control

Para prevenir problemas con este virus, hay que extremar las medidas de aislamiento y evitar los contactos de los cerdos con perros, roedores y pájaros. No mezclar los cerdos que procedan de otras granjas con propios, hasta no superar un tiempo de cuarentena.

Para el ingreso de cualquier persona a la granja, el propietario o encargado debe hacer cumplir algunas medidas de seguridad como:

1. Exigir la limpieza de las botas y vestidos con un desinfectante antes del ingreso a las instalaciones.
2. Los vehículos de transporte y conductores deben estar alejados del lugar destinado para la cría.
3. Al ingresar un nuevo pío de cría, deben cumplir un periodo de cuarentena de 60 días en un lugar destinado para ello.

4. Colocar redes en las ventanas y puertas para evitar el ingreso de perros y pájaros a las instalaciones.

En caso de presentarse en la región brotes de esta enfermedad, se debe acudir rápidamente al Médico Veterinario para que evalúe la magnitud del problema e instaure, bajo su criterio, un plan de vacunación.

Harris (1987) y Hill (1989) recomiendan exponer el hato al virus, homogenizando los excrementos e intestinos de los lechones enfermos con el alimento, hasta que los signos clínicos desaparezcan; treinta días después, se introducen los animales centinelas libres de anticuerpos contra la infección, para verificar su erradicación por medio de serologías rutinarias.

### 3. DIARREA POR ROTAVIRUS

#### Causa

El *Rotavirus* es una de las causas importantes de la presencia de diarrea en los cerdos, así como en la mayoría de los animales jóvenes,

En baja producción de leche, los lechones tiemblan y buscan calor.



incluso los humanos. Sin embargo, para cada especie animal existe un *Rotavirus* diferente.

El virus se multiplica en el citoplasma celular de las vellosidades del intestino delgado, en las cuales provoca atrofia y, por ende, ocasiona un síndrome de mala absorción.

#### Signos Clínicos

En los animales infectados por *Rotavirus* se presenta un período de incubación entre 12 y 24 horas e incluso, puede alcanzar los 4 días dependiendo de la virulencia de la sepa, edad del lechón, estado inmunitario de la cerda y de las condiciones medioambientales. Un brote normalmente ocurre en los animales de 2 a 6 semanas de edad al final del período de lactación o al inicio del destete, en los cuales se presenta una diarrea de color amarillo.

La diarrea tiende a ser bastante severa, se inicia de forma acuosa y finaliza con una consistencia de tipo cremoso; de ahí cambia rápidamente a un color amarillo verdoso. Esta diarrea puede persistir por 10 días. La deshidratación es más evidente en los lechones jóvenes y la mortalidad puede alcanzar hasta un 20% de los animales infectados, en condiciones desfavorables, ésta puede aumentar hasta un 50% y 100%.

#### Diagnóstico diferencial

Las infecciones por *Rotavirus* y GET son muy similares y sólo se pueden diferenciar, si se observan claramente las partículas virales usando el microscopio electrónico, en las muestras fecales recolectadas para el examen.

Para su identificación, se utiliza la inmunofluorescencia de las muestras del intestino delgado y la prueba de ELISA a partir de los excrementos.

### Tratamiento

Se debe buscar la recuperación de los líquidos y electrolitos a través de terapias con sueros, la aplicación de antibióticos, y el suministro de vitaminas tal y como se indicó en la terapia para la GET.

### Control

Se deben realizar buenas prácticas de higiene para evitar posibles riesgos con el virus y al igual que en la GET, se encuentran disponibles las vacunas para prevenir los ataques de ésta. Una vez la granja se encuentre afectada, no es posible efectuar la erradicación ya que el virus tiene un comportamiento de carácter ubicuo.

## 4. DIARREA POR CLOSTRIDIUM PERFRINGENS

La enteritis por *Clostridium* se manifiesta en los animales jóvenes y existe su evidencia clínica a nivel mundial; esta enfermedad también se conoce como enterotoxemia por *clostridium* y enteritis hemorrágica.

La enfermedad normalmente afecta a los lechones durante la primera semana de vida, pero también se han observado casos en cerdos de hasta 30 días de edad.

### Causa

El causante es una bacteria denominada *Clostridium perfringens*, tipo C.

### Signos Clínicos

La mayoría de los casos ocurren durante la primera semana de vida. La diarrea normalmente empieza en forma acuosa, pasa posteriormente a un color amarillo que puede contener rastros de sangre y finalmente, al cabo de unas horas, el excremento pasa a ser sanguinolento y los lechones pueden morir en el transcurso de dos días.

### Diagnóstico

El diagnóstico es determinado por la historia de la granja, por la presencia del virus en la región a través de los signos clínicos reportados, por los exámenes post mortem y por la ayuda del laboratorio, el cual identifica la bacteria agresora a partir de las muestras enviadas.

Una vez aparecidos los signos clínicos en los animales afectados, ningún tratamiento es efectivo contra la infección entérica causada por el *clostridium*.

Antes de prescribir un antibiótico, se necesita realizar una prueba de sensibilidad.



### Tratamiento

Una vez aparecidos los signos clínicos en los animales afectados, ningún tratamiento es efectivo contra la infección entérica causada por el clostridium.

### Prevención

Tan pronto se sospeche de la presencia de la bacteria, se debe inyectar la antitoxina tipo C a los lechones.

Esta enfermedad puede ser prevenida si se aplica la primera dosis de antitoxina a las cerdas, 10 semanas antes del parto y una segunda dosis faltándole tres semanas para el parto; obviamente este plan sanitario debe ser supervisado por el Médico Veterinario de la granja.

## 5. ENTEROPATÍA PROLIFERATIVA PORCINA

El agente etiológico es una bacteria intracelular clasificada como *Lawsonia intracellularis*, oficialmente descrita en 1995 y anteriormente denominada como *Ileal symbiont intracellularis* o *Ileobacter intracellularis*.

### Patogenia

La bacteria ingresa por vía oral y se establece en las células de las criptas del ileon, reduciendo de esta manera la absorción y aumentando los movimientos peristálticos; esto ocasiona en los animales afectados anorexia, diarrea y muerte.

### Signos Clínicos

En esta entidad se observan algunos signos típicos como diarrea de color negruzco o gris, que



**Formación de hemorragias en la Enteropatía Proliferativa.**

en la mayoría de los casos puede llegar a ser sanguínea. En este estado, los animales presentan una palidez generalizada con síntomas de depresión y alta temperatura corporal. La morbilidad y mortalidad pueden llegar hasta un 6 por ciento de los cerdos afectados, con edades comprendidas entre las 6 y 20 semanas.

A la necropsia se observa una adenomatosis intestinal a unos 50 centímetros del ileon, hay marcada edematización en subserosa y mesenterio, puede incluso estar acompañado de formación de pólipos a nivel del intestino grueso. Adicionalmente se observa la formación de coágulos sanguíneos en todo el tracto.

### Diagnóstico

Las paredes del íleon se encuentran edematizadas y la mucosa presenta una apariencia reticular. Bajo el microscopio y con tinción fluorescente, se puede apreciar en las células de las criptas la presencia de las bacterias. En la actualidad, se puede detectar el microorganismo por medio de la prueba de la reacción en cadena de la polimerasa.

### Control

Se recomienda seguir las siguientes pautas de manejo para reducir la frecuencia de la enfermedad:

1. No mezclar animales de diferentes edades o procedencias.
2. Estar al tanto de la manera en que se fabrican los concentrados, que su calidad sea óptima y que contenga promotores de crecimiento.
3. Mantener el suministro de alimento.
4. Evitar los cambios de temperatura y conservar la ventilación en las instalaciones.
5. Limpiar los corrales y desinfectarlos.

### Tratamiento

Para el tratamiento de esta afección se sugiere la aplicación de un antibiótico de rápida acción como la tilosina o la tiamulina; la dosis y frecuencia de aplicación estará a cargo del técnico especializado.

## 6. DISENTERÍA PORCINA

Es una enfermedad diarreica mucohemorrágica que afecta principalmente a los cerdos durante el período de crecimiento y finalización. El agente etiológico es la espiroqueta *Serpulina hyodisenteriae* o *Treponema hyodisenteriae*.

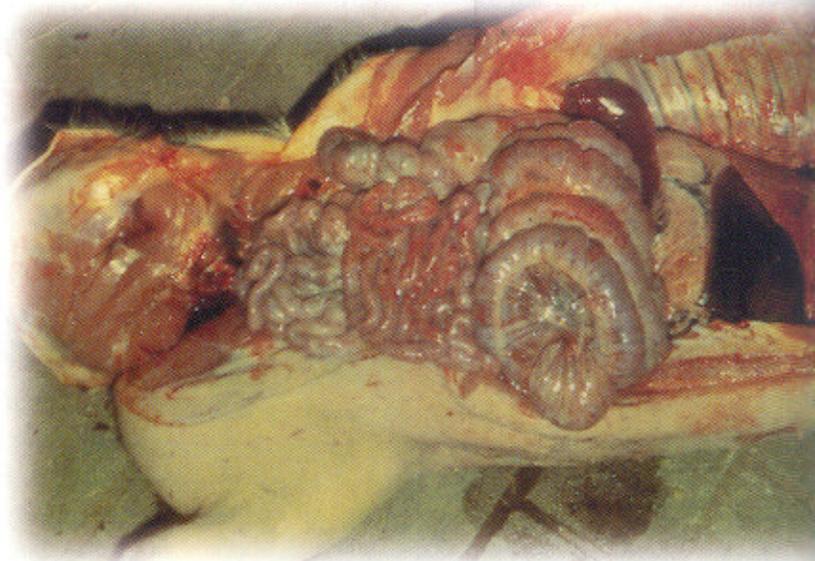
Esta bacteria invade y destruye por medio de sus toxinas, las células de las criptas del intestino grueso, ocasionando una disminución en la absorción de los nutrientes y traduciéndose en una diarrea profusa.

### Signos Clínicos

La enfermedad puede observarse en los cerdos que se encuentran en todos los sitios de producción; pero se manifiesta principalmente en los cerdos que cuentan con pesos entre los 15 y 70 kilos. El periodo de incubación está alrededor de los 10 a 14 días.

El signo clínico característico es la aparición de una diarrea mucopurulenta, la cual presenta filamentos de sangre, ocasionando

**Edema generalizado  
en el tracto digestivo.**



deshidratación, emaciación, incoordinación de movimientos y la presencia de una temperatura que supera los 40°C.

### Diagnóstico

Para el diagnóstico se debe recurrir a los exámenes de laboratorio, para identificar al agente causante por medio de la inmunofluorescencia de frotis de las heces, la utilización de la prueba de ELISA a partir de suero sanguíneo o heces frescas y por la observación directa de la bacteria en el microscopio.

### Control y Prevención

Para disminuir la posibilidad de un brote se recomienda lo siguiente:

1. Reducir al máximo todas aquellas actividades que generen estrés en los cerdos.
2. Usar los medicamentos que puedan prevenir la infección a través del alimento.
3. Limpiar los corrales a fondo, utilizando al final un buen desinfectante.
4. Extremar las medidas de bioseguridad.
5. Reducir el número de animales en la granja.
6. Mantener los corrales secos, sin fuentes de humedad.

### Tratamiento

Los animales que presenten la infección, en lo posible deben ser medicados a través del agua de bebida, ya que éstos pierden el apetito disminuyendo así el consumo del alimento. Los medicamentos más frecuentemente utilizados son la tiamulia, el carbadox, la bacitracina, la lincomicina y la tilosina.



Es demasiado tarde el tratamiento de diarreas de color chocolate en la infección por Disentería.

### 7. SALMONELOSIS

La salmonelosis es una enfermedad muy común en los cerdos, ya que estos se encuentran constantemente expuestos a la bacteria *Salmonella choleraesuis*, *S. tiphymurium* y *S. derby*.

La bacteria ingresa al organismo vía oral y se multiplica en las células epiteliales de la mucosa del íleon; esto ocasiona una reacción inflamatoria de carácter agudo en la lámina propia y submucosa, derivándose en pérdida de la función y necrosis de la mucosa intestinal.

### Signos Clínicos

La enfermedad se manifiesta como una septicemia o una enterocolitis; ambas formas se observan en los lechones destetos, por una temperatura ligeramente superior a los 40.5° y una diarrea de color amarillo sin moco. La morbilidad y mortalidad en estos casos está por encima del 10%.

### Diagnóstico

Para comprobar el origen de la enfermedad, es necesario realizar una necropsia y aislar el agente causal a partir de los órganos blandos y de los neutrófilos sanguíneos.

### Prevención y Control

Para evitar problemas con la salmonela, se requiere contar de una buena vigilancia epidemiológica, por medio de una rutina de exámenes serológicos con el fin de identificar los animales portadores. Adicionalmente, se deben hacer chequeos al alimento para identificar materia prima contaminada y a la vez ser muy estrictos en el control integrado de roedores.

El agua de beber debe ser tratada por medio de un clorinador y medicar el concentrado con un antibiótico de elección por tres semanas. Pese a estos controles, la salmonela suele reaparecer en una piara, en especial si ésta se dedica al levante y engorde de animales.



En la afección por Rotavirus, hay destrucción de las vellosidades del intestino delgado.

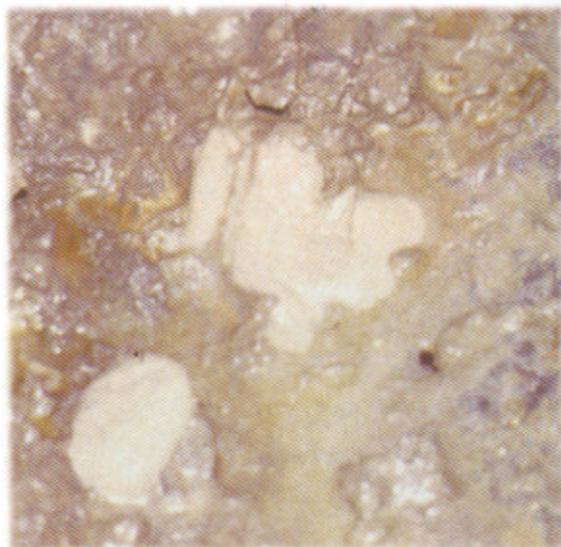
### Tratamiento

Se recomienda administrar vía parenteral a los animales enfermos, antibacterianos sinérgicos por tres días, pero con antelación hay que realizar pruebas de sensibilidad antes de elegir un antibiótico. Se deben hidratar los lechones afectados con soluciones salinas fisiológicas y aplicar multivitamínicos, en especial del complejo B.

Otros factores que pueden llegar a ocasionar problemas digestivos reflejados por la presencia de diarreas son los cambios bruscos de alimentación, ya que los animales dejan de consumir alimento por un tiempo para luego saciarse en extremo, alterando de esta manera el normal funcionamiento del sistema digestivo.

Alteraciones similares se presentan cuando hay un estrés social, cuando desaparecen los factores protectores de la leche materna, en lechones recién destetos, ya que se altera la mucosa intestinal; igualmente, en el síndrome

**Heces blancas y amarillentas en la infección por E. Coli.**



de mala absorción donde hay un aumento de la velocidad de tránsito de los nutrientes a través del intestino delgado.

Las diarreas ocasionadas por *Streptococcus faecalis* son más controladas y sólo se presentan en forma drástica en los animales que no cuentan con un nivel inmunitario mínimo o presentan inmunosupresión; de hecho, este agente suele causar más problemas de endocarditis, meningitis y artritis.

En el caso de la Coccidiosis, cuyos agentes etiológicos son la *Eimeria* spp y la *Isosporas suis*, se observa una diarrea pastosa y a la vez líquida, cuyo color varía de blanquesino a amarillento. Para que se presente esta enfermedad, se tienen que dar unas condiciones sanitarias muy precarias e insuficientes.

### **Bibliografía**

ASOCIACIÓN COLOMBIANA de Porcicultores. Fondo Nacional de la Porcicultura. Manual HACCP para el aseguramiento de la calidad en las granjas porcinas. Asecalidad, 1998. 138 p.

BLOWEY R.W., TAYLOR D. WINTER A.C., CLARKSON M.J., LISTER S., STUART J.C. Animales de Granja (2). Barcelona: Editorial Grass. 1992. p. 180.

GONZALEZ A.M.. Manual para el control de las enfermedades infecciosas de los cerdos. México: Editorial INIFAP-SAGAR y PAIEPEME A.C. 1997. p. 196.

HOGG Alex, TORRES Alfonso. Enteric Diseases (Scours) of Swine. NebGuide. Institute of Agriculture and Natural Resources. University of Nebraska-Lincoln. 1998.



MANEJO DE DESTETOS//En: International Pigletter. Vol. 10, No. 1 (Mar. 1990).

ILEITIS PROLIFERATIVA//En: International Pigletter. Vol. 13, No. 5 (Jul. 1993).

LABORATORIOS OVEJERO. S.A. Departamento Técnico. Síntesis de la Patología Porcina. En: Anaporc. No. 182. Octubre 1998. p. 83 – 103.

ROMERO M.A., BERNARD F., PRONOST S., FORTIER G., LOISNARD D., VISÓN C., y du MONTIER S. Origen bacteriano y parasitario de las diarreas en transición en Francia. En: Anaporc. No. 180 (Jul.-Ago. 1998); p. 5 – 28.

TAYLOR D.J. Enfermedades del cerdo. El Manual Moderno. 2. Ed. 1992. p. 391.

VALIENTE N., BOIX E., VASSEROT E.A., SHOKOUHI V. Estudio preliminar de la alteración de la flora bacteriana del colon en cerdos de cebo en casos de diarreas inespecíficas o colitis. En: Anaporc. No. 190 (Jun. 1999); p. 17-30.

VELÁSQUEZ J.I. Breviario de Medicina Veterinaria en Suinos. Universidad de Antioquia. Departamento de Medicina Veterinaria. 1998. p. 36.



## **Relación entre Equipos de Ordeño y Calidad de Leche**

**M. V. Darío Arango Castilla**  
ALFA LAVAL AGRI LTDA. - Product Manager.  
Medicina de la Producción  
Philpot Institute, Winsconsin University,  
Colorado State University

## ABSTRACT

The milk quality production at the farm level is the union of a big amount of little details that fortunately can be grouped in a way that the instructions can be simple to follow up. The first and most important issue is that the dairy-men became concieious that there is nothing that the industry can do to correct the problems of quality generated in the farm.

It is important that all the process of milk quality production in the farm have a lider and a responsible in which way that the process can be checked in a regular way according to the next groups of work:

- Milking Routines.
- Cleaning Routines of Milking Equipments, Milk cooler Tanks and other devices used at the farm.
- Evaluation and correct maintenance of the milking equipments and milk cooler tanks.
- Milk Quality production practices.
- Mastitis prevention practices.

The union between the correct application of the mentioned lately to assure the good quality of the milk produced is who is able to become us competitive at national and international level and let us to continue selling our product.



## RESUMEN

La Producción de Leche de Calidad a nivel de finca es la unión de una gran cantidad de pequeños detalles que afortunadamente pueden ser agrupados de tal forma que las instrucciones sean simples de seguir por parte de los participantes en el proceso. Lo primero y más importante es que los ganaderos sean conscientes de que no existe nada que la industria pueda hacer para corregir los problemas de calidad generados en la finca.

Es importante que todos los procesos de producción de leche de calidad en la finca tengan un líder y un responsable de tal forma que puedan ser revisados de manera cotidiana de acuerdo con los siguientes grupos de trabajo:

- Rutina de ordeño.
- Rutina de lavado de equipos de ordeño, Tanques de enfriamiento de leche y demás implementos utilizados en la finca.
- Evaluación y correcto mantenimiento de equipos de ordeño mecánico y tanques de enfriamiento de leche.
- Prácticas de producción de leche de calidad.
- Prácticas de prevención de mastitis.

La correcta aplicación de lo mencionado asegura leche de buena calidad, capaz de hacernos competitivos a nivel nacional e internacional y nos permite sostener la venta de nuestros productos.

## *Relación entre Equipos de Ordeño y Calidad de Leche*



### ***1. RELACIÓN ENTRE EQUIPOS DE ORDEÑO Y CALIDAD DE LECHE***

#### ***1. Contaminación***

La producción de leche de calidad a nivel de finca es la unión de una gran cantidad de pequeños detalles, agrupados de tal forma, que las instrucciones sean simples de seguir por parte de los participantes en el proceso.

Lo primero y más importante es que los ganaderos sean conscientes de que no existe nada que la industria pueda hacer para corregir los problemas de calidad generados en la finca.

Cambio en el número de bacterias en el pezón o en el orificio del pezón: aquí el elemento a analizar es la relación de la frecuencia de infección y el nivel de exposición de bacterias debido a malas técnicas de higiene como el post-sellado. El nivel de infección del hato es de gran trascendencia ya que es mayor el riesgo de contaminación de cuartos sanos por otros cuartos infectados dentro de la misma ubre que de otra ubre, cuando tenemos mayor incidencia de lesiones en los pezones. Por ende, el reto es tener el menor

número de bacterias posibles en la región alrededor del orificio del pezón.

La mayoría de los patógenos se transfieren de vaca a vaca o de pezón a pezón, durante el tiempo de ordeño, y por supuesto a través del equipo de ordeño, más aún, a través de la pezonera. Phillips, demostró que bacterias colocadas en la pezonera al momento del ordeño de una vaca persistieron en estas pezoneras en las siguientes 6 vacas. Estos tipos de infecciones son muy pobremente controladas por el post sellado.

En el caso de que se cambie la orientación de la pezonera durante el ordeño o si existen oscilaciones cíclicas del vacío puede hallarse una contaminación cruzada debido a que leche y aire contaminados se mueven de una pezonera a la otra dentro de una misma unidad de ordeño.

## 2. Condición del Pezón

Dodd concluyó que el rol de los equipos de ordeño en la mastitis es complejo pero la principal vía en la cual influye es el conducto y piel del pezón. Cuando el nivel de exposición es mayor el balance entre bacterias inocuas y bacterias patógenas se inclina hacia las patógenas, haciendo que la capacidad de defensa propia del canal del pezón se agote y sea entonces más fácil la colonización de dichas bacterias.

La máquina de ordeño puede afectar la condición del pezón, y por ende, la rata de nuevas infecciones por dos principales vías: cambio en la integridad del canal del pezón (como cambios en la keratina, anomalías en la punta del pezón) y variación en el tejido del pezón (como congestión, edema e hiperplasia epitelial).

La keratina, en principio, es una barrera física a la infección y actúa también como una válvula de una sola vía. El tipo de pulsación aplicado durante el ordeño puede afectar la cantidad y la condición de la keratina.

Lesiones frecuentes en el pezón son hemorragias petequiales, seguramente causadas por fallas en la pulsación en el momento del masaje cuando el pezón debe estar a presión atmosférica. También podemos ver hiperkeratosis como resultado de

altas cargas de compresión aplicadas directamente por la pezonera (pezoneras muy duras o mal montadas) o por presión, inusualmente alta, aplicada a través de la pared de la pezonera colapsada (por muy alto vacío de ordeño) o por sobre-ordeño.

Cambios en el tejido del pezón como edema, son inevitables como consecuencia del sistema de ordeño, pero se agrava por una mala pulsación, afectando no sólo la piel del pezón sino también el tejido interno de la cisterna del pezón.

La magnitud del daño está dada por la magnitud y duración del stress ejercido por el vacío del sistema de ordeño.

El sobre-ordeño como tal es inevitable debido a que los cuartos se desocupan a velocidades diferentes, no se le puede atribuir el ser causante directo de mastitis ya que es mayor la incidencia de mastitis en cuartos traseros que en los delanteros, siendo estos últimos más sobre-ordeñados. Sin embargo, el sobre-ordeño persistente incrementa la incidencia de anomalías del orificio del pezón y pueden causar daño en la integridad de la cisterna del pezón, lo cual sí podría ser causal de mastitis.

**Cambios en el tejido del pezón como edema, son inevitables como consecuencia del sistema de ordeño, pero se puede agravar por una mala pulsación, afectando no sólo la piel del pezón sino también el tejido interno de la cisterna del pezón. La magnitud del daño está dada por la magnitud y duración del stress ejercido por el vacío del sistema de ordeño.**

### 3. Penetración Bacterial del Canal del Pezón

Ordeñar con equipos en una combinación de oscilaciones de vacío frecuentes e irregulares, puede propeler patógenos desde fuera del pezón, al o a través del conducto del pezón, esto casi siempre relacionado con deslizamiento de pezoneras, dando como mecanismo de infección el "impacto" causado por gotas o tragos de leche contra el orificio del pezón forzándolos a penetrar a través del mismo.

El origen de este tipo de problemas y otras consideraciones son:

- Los impactos son resultantes de grandes admisiones de aire a través del colector, son provenientes de deslizamiento de pezoneras, abrupta remoción de pezoneras o un muy vigoroso escurrido.
- Estos impactos ocurren por eventos en el mismo colector y no por otros colectores del equipo.
- Los impactos están asociados a nuevas infecciones intramamarias por la contaminación del canal del pezón, por gotas o tragos de leche contaminada que es empujada hacia el orificio del pezón.
- No toda contaminación viene desde el colector, puede proceder de la piel de ese pezón o del orificio.
- El riesgo de infección por esta particular vía es mayor hacia el final del ordeño debido a que el impacto es mucho mayor cuando el flujo de leche es bajo.

El deslizamiento de pezoneras se da cuando el vacío cae en más de 10 kPas o 3" de Hg durante un tiempo de 0.25 segundos o menos.

### 4. Dispersión de Bacterias dentro de la Glándula Mamaria

Phillips, sugiere que la máquina de ordeño puede incrementar la rata de nuevas infecciones intramamarias y se da en el momento de colapso de la pezonera, ya que aproximadamente 1/3 del flujo de leche hacia el orificio puede devolverse, moviendo hacia atrás leche desde el canal del pezón hacia la cisterna del pezón y desde la cisterna de la ubre hacia la cisterna de la glándula.

### 5. Frecuencia y Grado de Evacuación de la Ubre

El ordeño tiene un efecto positivo en la reducción de nuevas infecciones y los síntomas clínicos decrecen cuando las vacas son ordeñadas más frecuentemente y más a fondo. Woolford, demostró cómo vacas ordeñadas de manera incompleta incrementaron los conteos de células somáticas.

Cuatro vacas con un cuarto subclínico fueron deliberadamente sub-ordeñadas y los conteos subieron de 250.000 a 900.000 células. Esto podría explicar los repentinos reportes en el conteo de células del tanque sin explicación clara. Cambios en el tipo o tensión de la pezonera, colector u otros componentes del equipo pueden afectar la perfección del ordeño.

## II. RUTINA DE ORDEÑO

### 1. Curva de Cooperación de la Vaca

La **Curva de Cooperación** es la forma como la vaca reacciona internamente para soltar la leche y dejarse ordeñar. En un caso normal es la ternera la que hace este trabajo de estímulo, pero, en nuestras ganaderías la ternera no está presente en el ordeño, y es el ordeñador el encargado de hacerle bajar la leche a la vaca.



Este trabajo lo hace una sustancia interna de la vaca que se llama **Oxitocina**, la cual fuerza la leche a que baje hasta el pezón y de esta manera se saque con las manos o con un equipo de ordeño mecánico. Es como si alguien internamente apretara la ubre para que la leche baje hasta el pezón y por eso el resultado de la Curva de Cooperación de la Vaca se conoce como la **Bajada de la Leche**.

Se llama Curva de Cooperación porque tiene un inicio, una duración y un final. El inicio es un estímulo real sobre la ubre, un masaje suave y casi cariñoso, casi como imitando un ternero. Luego que la curva inició, la Oxitocina tiene efecto de 5 a 7 minutos y cuando pasa el efecto y la Oxitocina deja de actuar, no sale más leche y el excedente queda encerrado hasta que la vaca sea estimulada de nuevo, normalmente hasta el siguiente ordeño, puede ser muy grave si queda mucha leche y ésta está contaminada, porque se puede producir Mastitis. Esta Curva de Cooperación de la Vaca sólo se da si la vaca está tranquila. Si por algún motivo la vaca se pone nerviosa, la leche no bajará, la Oxitocina tiene una hormona enemiga que corta su acción llamada la Adrenalina; por esta razón debemos trabajar bien, sin molestar la vaca y rápido para sacar el mejor provecho de la Oxitocina, promoviendo la bajada de la leche.

## 2. Qué es la Rutina de Ordeño

La rutina de Ordeño son todas las acciones que debemos realizar para respetar al pie de la letra la Curva de Cooperación de la Vaca, o sea tiempo y procedimientos.

### 2.1 *Despunte o Extracción de los Primeros Chorros sobre el Jarro de Fondo Oscuro*

El verdadero objetivo de esta acción es estimular a la vaca, para que se de cuenta de que la vamos a ordeñar y además vamos a hacer algo útil para la salud de la ubre. Se sacan los primeros tres chorros de cada pezón sobre un jarro de fondo oscuro, mirando si hay grumos o taches blancos o amarillos en la leche, los cuales son indicadores de Mastitis Clínica. Lo que esperamos es que no los encontremos y si los hallamos debemos avisar de inmediato al jefe de hato, al veterinario o al dueño para que él diga cómo tratar la vaca.

También es muy importante que la leche de ese jarro de fondo oscuro obtenida de todas las vacas no se mezcle con la leche de vender, ya que está contaminada. Nunca se deben sacar estos chorros sobre la mano ya que ésta puede ser una fuente de diseminación de infecciones.

### 2.2 *Lavado de la Ubre*

Se debe hacer con agua limpia y sólo mojando los pezones estos se deben lavar para retirar tierra, estiércol o cualquier otro elemento que pueda contaminar la ubre o la leche. Precauciones: solo lave con agua limpia porque se podría empeorar el problema de Mastitis y de calidad. El exceso de agua dificulta labores posteriores, como secar la ubre.

### 2.3 Presellado

Es una práctica útil cuando no se cuenta con buena calidad de agua. Consiste en aplicar de la misma forma que el sellador este mismo producto, luego del despunte y dejándolo trabajar por lo menos 30 segundos y luego secarlo con una toalla de papel desechable. La clave es aplicarlo, esperar y luego secarlo. Esta práctica no quiere decir que no se haga sellado de pezones luego del ordeño. Se ha comprobado su gran eficacia en el mejoramiento de los problemas de calidad de leche y presentación de casos de mastitis.

### 2.4 Secado de la Ubre

Se debe secar la ubre con un papel absorbente o periódico. Debe evitarse secar las ubre con trapos o toallas sucias y que se compartan entre una vaca y otra, ya que pueden pasarse infecciones de una vaca a la otra o de un pezón a otro. Si no podemos secar la ubre es mejor no lavarla y solo retirar con los dedos los excedentes de tierra o estiércol. (Consulte más adelante acerca de la medida de presellado).

### 2.5 Postura de la Unidad de Ordeño

El momento ideal para colocar la unidad de ordeño es cuando ya ha transcurrido 1 1/2 a 2 minutos desde el despunte. Si la vaca está bien estimulada se podrá ver los pezones templados e inclusive gotas o chorros de leche. La unidad de ordeño se debe colocar teniéndola con la mano más cercana a la cabeza de la vaca, accionando la válvula de vacío y doblando las mangueras de pezonera y tubo corto para que no se haga ruido al colocarlas. Las mangueras de leche y doble pulsación se deben orientar hacia adelante para evitar que la vaca se quite la unidad al patear. Si

la vaca está bien estimulada se verá fluir leche inmediatamente, luego de colocar la unidad.

### 2.6 Dejar Ordeñar la Vaca

Luego de colocada la unidad de ordeño, cuando la leche empieza a fluir, debe dejarse que ésta haga su trabajo sola, no es conveniente que el operario trate de ayudar al ordeño haciendo presión en los pezones o en los cuartos. El mejor ordeño es cuando la vaca se deja tranquila. Un ordeño normal en este punto, o sea, sólo fluyendo leche, dura de 5 a 7 minutos máximo.

### 2.7 Retirado de la Unidad de Ordeño

Cuando veamos que la leche ha dejado de fluir por el colector y la manguera de leche, se debe retirar la unidad de ordeño, accionando la válvula de vacío y haciendo una leve fuerza hacia afuera, casi como esperando a que la unidad se caiga sola y nunca tratando de arrancar la unidad de ordeño. Se debe tener precaución de no dejar mucho tiempo la unidad colocada en la ubre, más de 30 segundos después de que la leche deje de fluir, porque la ubre se podría lesionar. Esto se llama sobreordeño y es un gran causante de problemas relacionados con Mastitis, comúnmente visto cuando el operario hace fuerza con la mano, brazo, pie o colocando piedras u objetos pesados sobre el colector. Estas prácticas son completamente inconvenientes.

### 2.8 Sellado de los Pezones

Después de ordeñarse la vaca el pequeño orificio por donde salió la leche queda muy dilatado y susceptible a que entren por allí infecciones, por

**Se sacan los primeros tres chorros de cada pezón sobre un jarro de fondo oscuro mirando si hay grumos o taches blancos o amarillos en la leche, los cuales son indicadores de Mastitis Clínica.**

eso se debe aplicar un producto llamado Sellador de Pezones que ayuda a desinfectar y a cerrar ese orificio. Es muy bueno si, por lo menos, unos 15 minutos las vacas permanecen paradas para que no se ensucie la ubre, dándoles comida, el corte de pasto o algo adicional. Precauciones: nunca deje de aplicar el sellador por ningún motivo y siga las instrucciones sin cambiarlas.

### **3. Problemas del Sobre-Ordeño y del Sub-Ordeño**

Estos problemas se generan cuando el operario o el equipo de ordeño, no están trabajando bien y se deja leche dentro de la ubre, o se trata de sacar más de la que tiene por dejar la unidad colocada más del tiempo requerido. Si la unidad se retira antes de lo normal o el equipo no tiene suficiente vacío para sacar la leche en el tiempo mencionado, va a quedar leche dentro de la ubre que puede llegar a ser causante de Mastitis.

Si por el contrario la unidad se coloca cuando la vaca no ha sido aún suficientemente estimulada o se le deja la unidad más del tiempo recomendado, se llegan a lesionar los pezones, lo cual causaría Mastitis. El sobre-ordeño también se presenta cuando el operario hace presión sobre las unidades en forma indebida y durante un tiempo prolongado. La recomendación entonces es dejar ordeñar la unidad hasta cuando se agote la leche y en ese momento retirarla, cortando la provisión de vacío al accionar la válvula.

### **4. Ordeño a Mano**

Cuando se ordeña a mano el procedimiento es el mismo en lo que se refiere a despunte, lavado, secado y sellado de los pezones. Las manos deben estar limpias, pase lo que pase. Nunca se



Son muchos los vicios y malas costumbres de los operarios de equipos de ordeño, dentro ellas el escurrido con la mano o colocando piedras y otros objetos pesados sobre el colector.

sumergen en la leche para humedecer el pezón y no se deben coger vicios, como doblar los dedos o introducir algo en ellos o en las manos que pueda llegar a lesionar los pezones.

### **III. FUNCIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS DE ORDEÑO**

El vacío o fuerza negativa, con que se ordeña una vaca, es creado por la Bomba de Vacío a partir del trabajo que sobre ella hace el motor que esté moviendo la bomba, éste es conducido por el tubo principal de vacío hacia la trampa sanitaria o hasta el tanque de Balance. Alrededor del sitio de la trampa sanitaria se encuentra ubicado el Regulador de Vacío que es el encargado de mantener el nivel de vacío en él programado de acuerdo con el tipo de instalación. No es cierto que todos los equipos deban funcionar a 50 kPas, este nivel puede variar.

De ahí que ese vacío, ya estabilizado, es transportado por la tubería de conducción de vacío hasta las unidades de ordeño, las cuales lo utilizan para extraer la leche del pezón. Quien primero toma este vacío es el pulsador para comandar las fases de ordeño y masaje, y son tan importantes que merecen una explicación aparte.

Este pulsador tiene la capacidad de administrar este vacío alternándolo con la presión atmosférica (o sea 0 vacío) y conduciéndolo hasta el colector, el cual lo lleva hasta las pezoneras ubicadas dentro de un casquillo metálico.

Este es el sitio donde se crea la forma correcta de ordeñar, llamada **"Cámara de Doble Pulsación"** creada entre el casquillo rígido de acero inoxidable y la pezonera de goma. De esta forma se permite que el vacío alcance la punta del pezón y pueda de esta forma vencer la resistencia física del esfínter del pezón; el ordeño entonces se realiza cuando las dos cámaras se encuentran bajo vacío, esta fuerza no puede ser continua, porque además de muchos otros problemas, colapsarían al pezón y no saldría más leche.

El vacío que es aplicado sobre la punta del pezón es continuo, jamás cesa, pero cuando se permite la entrada de aire a presión atmosférica a la cámara existente entre el casquillo y la pezonera, ésta se colapsa y hace que el vacío no alcance la punta del pezón. Esto se repite en cada una de las pezoneras y la leche extraída se reúne en el colector. Este colector está conectado a la manguera de leche que la conduce, bien sea a una cantina o cántaro, si el equipo es del tipo

descarga directa a cantinas, o a una línea de conducción de leche, el equipo es una sala con una tubería diseñada para esto. La línea de conducción de leche recoge la leche llevada por las mangueras de cada una de las unidades y la deposita en la mayoría de los casos en un recipiente o unidad final que es la encargada, a través de una bomba de leche eléctrica o neumática, de sacarla al medio ambiente.

Cabe recordar que hasta el momento de llegar al recipiente, todo el proceso se llevó a cabo a una presión sub-atmosférica. Todos los equipos de ordeño deben, de igual forma, tener un sistema de lavado el cual lleva una variedad de componentes que lo deben convertir en una llamada CIP (Limpieza en su sitio, por su sigla en inglés). Existe dentro de un equipo de ordeño una amplia gama de accesorios que se unen a los anteriores para mejorar el comportamiento del equipo, como son: Medidores de leche, que pueden diferir en su grado de eficiencia, equipos de control de sobre-ordeño como los retiradores automáticos o el controlador de vacío.

El sistema de pulsación y la pulsación como tal son de una importancia tan grande que amerita una explicación aparte.

Su principal propósito es limitar la congestión de fluidos y edema en los tejidos del pezón durante el ordeño. Esto se lleva a cabo al ser masajeados el pezón. Este masaje se realiza al permitir la entrada de aire a la cámara de doble pulsación a presión atmosférica, que permite el colapso de la pezonera, que ejerce una presión sobre las paredes del pezón, con una fuerza suficiente para cerrar el canal de éste y masajearlo

**El vacío que es aplicado sobre la punta del pezón es continuo, jamás cesa, pero cuando se permite la entrada de aire a presión atmosférica, a la cámara existente entre el casquillo y la pezonera, ésta se colapsa y hace que el vacío no alcance la punta del pezón.**

haciendo que los líquidos acumulados en la punta puedan fluir hacia arriba, reintegrándose a la circulación venosa.

Existen dos principales tipos de pulsación. La pulsación Simultánea, en la que las cuatro pezoneras se abren y cierran al mismo tiempo, y la cual hoy día es muy rebatida. El otro tipo de pulsación es la Alterna, en la cual las pezoneras se abren y cierran en grupos de 2 en 2, la gran mayoría de las veces izquierdos y derechos y en algunas oportunidades delanteros y traseros. Hoy día se recomienda la pulsación alterna como la mejor alternativa.

La pulsación tiene varias características:

### ***Rata de Pulsación***

Se refiere a la cantidad de veces por minuto que un pulsador envía las señales de vacío o presión atmosféricas para llevar a cabo las fases de ordeño y masaje. Un pulsador debe trabajar en una rata de entre 45 a 60 PPM (Pulsaciones por Minuto).

### ***Ciclo de pulsación***

Se divide en 4 fases principales:

**Fase a o de apertura**, en la cual la cámara de doble pulsación se va plegando a las paredes del casquillo, empieza a existir comunicación de vacío a la punta del pezón y la leche empieza a fluir.

**Fase b o abierta**, hay vacío completo en la cámara de doble pulsación, la pezonera está plegada contra las paredes del casquillo, hay comunicación de vacío al pezón y la leche fluye.

**Fase c o de cierre**, empieza a entrar aire a presión atmosférica y la pezonera empieza a

colapsarse y de esta forma la leche para de fluir.

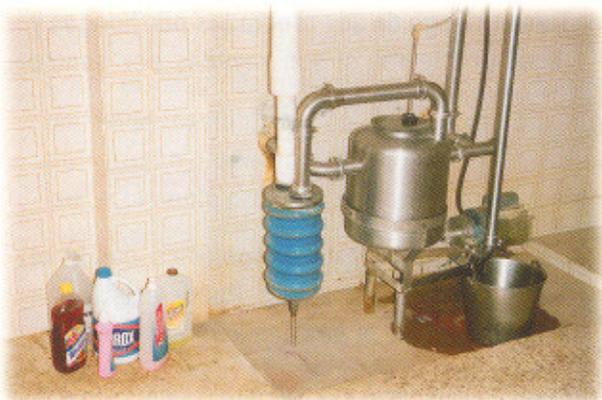
**Fase d o cerrada**, en la cual hay plena presión atmosférica entre el casquillo y la pezonera, que está completamente colapsada, masajeando el pezón, y la leche no fluye, ya que se ejerce la máxima fuerza sobre el mismo.

### ***Radio de pulsación***

Se refiere a la proporción de tiempo en que la pezonera se encuentra ordeñando y qué proporción de tiempo la pezonera se encuentra masajeando. Normalmente se refiere en términos de porcentaje y de relación ordeño:masaje, o sea, por ejemplo: 73:30, 65:35, 60:40.



Los componentes de los equipos de ordeño deben ser cuidadosamente diseñados por una persona que los conozca muy bien y sepa conjugar todos los elementos.



Todos los componentes del equipo de ordeño deben ser limpiados y vigilados con periodicidad para asegurar la calidad del producto que están obteniendo y evitar casos de mastitis en sus vacas.

## **IV. COMPONENTES DEL EQUIPO DE ORDEÑO**

### **A. Sistema de Vacío**

#### **1. Bomba de Vacío**

Crea esa fuerza negativa utilizada para ordeñar. Debe ser evaluada con periodicidad y tener un mantenimiento muy cercano, se evalúa según su capacidad de desplazar aire, medida en litros por minuto (LPM).

#### **2. Motor de la Bomba de Vacío**

Genera la fuerza necesaria para girar la bomba de vacío. Los motores pueden ser la causa de mal funcionamiento del sistema, sobre todo en aquellos casos de motores a explosión que pueden fallar, generando alteraciones.

### **3. Línea Principal de Vacío**

Es la tubería que va desde la bomba hasta el receptor o hasta el regulador de vacío, dependiendo del tipo de equipo. Puede verse afectada por problemas de mal dimensionamiento del equipo.

### **4. Regulador**

Componente de vital importancia en el equipo ya que es el responsable de que el vacío de ordeño sea siempre igual y no permita agresiones al pezón o que sea muy bajo en algunos momentos. Debe estar correctamente instalado, mantenerse limpio y en buen estado. El mejor regulador es aquel que tiene una unidad sensora y una unidad reguladora.

### **B. Sistema de Pulsación**

#### **1. Pulsador**

Es el encargado de realizar las fases de ordeño y masaje, de sacar la leche y hacer el masaje para evitar problemas del pezón. El mejor de todos es el pulsador electrónico y los demás, para su correcto funcionamiento, se deben limpiar con periodicidad semanal y tener un mantenimiento continuo.

#### **2. Tubería de Pulsación**

Es la tubería que va desde el receptor o del sitio del regulador de vacío hasta el sitio más lejano del equipo y da la alimentación de vacío necesaria a los pulsadores. Su dimensionamiento también debe obedecer a criterios de diseño, tener mantenimiento mensual para sacar residuos de leche y asegurarse que no se vea reducido su diámetro.

## **C. Sistema de Ordeño**

### **1. Pezonera**

Es la parte que en realidad entra en contacto con el pezón de la vaca todos los días en cada ordeño. Cumple la orden de masajear el pezón que le dio el pulsador. Son de muy diferentes tipos y por ende duración y comportamiento, deben ser lo más ajustadas posible a los pezones de las vacas y cambiarse con la periodicidad requerida.

### **2. Colector**

En este sitio se reúne el líquido de los cuatro pezones que se están ordeñando, y la lleva a la manguera de leche. Deben ser transparentes, con buena capacidad, ser de fácil mantenimiento y vigilar que la apertura para entrada de aire esté permanentemente destapada. Debe también contar con una válvula de corte de vacío para evitar lesiones al retirar la unidad de ordeño, y mejor cuando esta válvula es automática ya que evita grandes fugas de vacío cuando ocurre un accidente.

### **3. Tubos Cortos de Vacío**

Reparten el vacío o aire a presión atmosférica desde el colector al casquillo de la pezonera. Deben cambiarse con la misma periodicidad de las pezoneras.

### **4. Manguera de Leche**

Ha de ser transparente, de un diámetro que obedece al diseño del equipo y lo más corta posible sin que afecte la colocación de la unidad.

Deben cambiarse al menos una vez al año. Tienen riesgo de ser afectadas por hongos y tener problemas si son rayadas por dentro en el proceso de limpieza.

### **5. Manguera de Doble Pulsación**

Lleva el vacío o aire atmosférico desde el pulsador hasta el colector. Puede existir una sola manguera, si hay pulsación simultánea. Deben ser cambiadas una vez al año y tener la misma longitud de la manguera de leche.

### **6. Entrada de Leche**

Es el sitio donde entra la leche a la línea de leche o a la cantina. Para la primera, la ubicación de la entrada del líquido es muy importante. Deben cuidarse los empaques para que por allí no entre aire y para que no se acumulen residuos de leche.

**La Pezonera es la parte que en realidad entra en contacto con el pezón de la vaca todos los días en cada ordeño. Cumple la orden de masajear el pezón que le dio el pulsador.**

### **7. Niple de Vacío**

Da vacío a la cantina cuando se trata de este tipo de descarga. Deben evitarse fugas de vacío por este sitio.

### **8. Tubería de Conducción de Leche**

Es de vidrio o acero inoxidable, y tiene que ser calculada minuciosamente en lo que se refiere a diámetro, inclinación y número de circuitos. En algunas ocasiones es necesario desarmarla para hacer limpieza y mantenimiento, además deben cambiarse los empaques asociados con cierta periodicidad. Permite el saturamiento de las líneas de leche y genera inestabilidad en el vacío si fue mal dimensionada.

### **9. Conjunto de Descarga a Cantina**

Corre el riesgo de generar escapes de vacío y por ende inestabilidad en el vacío en la punta del pezón, además si no son aseados correctamente causan incremento en el conteo bacteriano.

### **10. Tubería de Conducción de Agua**

En los equipos que poseen conducción de leche, la tubería es parte del sistema de lavado y eventualmente del sistema de conducción de vacío de ordeño. Debe vigilarse que esté siempre bien drenada. Los materiales tolerados son únicamente vidrio pirex y acero inoxidable.

### **11. Unidad Final o Recibidor**

Puede tener mal los empaques, viéndose cómo se forman burbujas. También estar mal dimensionada y hacer que se genere mucha espuma o muchos golpes en la leche, siendo esto partícipe de la acidez de la leche.

### **12. Trampa Sanitaria**

Evita que se mezcle leche y vacío. Debe estar siempre libre de residuos de leche. La presencia de la misma es evidencia de alguna ruptura en pezoneras, etc.

### **13. Bomba de Leche o Flauta de Descarga Bajo Vacío**

Es la encargada de sacar la leche del equipo en un sistema bajo vacío, al medio ambiente. Debe tener una buena evacuación de leche.

### **14. Filtro en Línea**

Se usa para reducir la contaminación de la leche. Se recomienda usar filtros de papel desechable, uno para cada ordeño y no reutilizarlos.

Existen equipos que, de acuerdo con su diseño, tienen mayor cantidad de componentes básicos, adicionalmente hay equipos con equipos accesorios según su grado de sofisticación.

## **V. NORMAS INTERNACIONALES DE FUNCIONAMIENTO**

Existía una gran controversia entre los tipos de normas aplicables a los equipos de ordeño. Una de ellas de origen europeo, las normas ISO, y las otras de origen norteamericano, las ASAE. Luego de muchos años de discusión estamos cercanos a normas unificadas, pero aún no han sido publicadas oficialmente.

Ambos tipos de normas tienen cosas buenas y malas y ahora se ha logrado un punto intermedio en los dimensionamientos y diseños en aras de la unificación.

### **Requerimientos de Vacío**

Según las normas de la ASAE (Asociación Americana de Ingenieros Agrícolas, USA) los requerimientos de vacío se calculan así:

Condiciones de funcionamiento del equipo de acuerdo con necesidades de las unidades, adicionado a la reserva efectiva que se calcula de la siguiente forma:

Corresponde a la cantidad de Litros de Aire Libre por Minuto o Pies Cúbicos de Aire Libre por Minuto que es capaz de extraer una Bomba de Vacío del sistema de ordeño.

### **Requisitos para un Equipo de Ordeño Descarga a Cantinas o Cántaros**

1. Exigencia mínima de trabajo de sistema: 425 LPM:
2. 5 % adicional para cubrir eventuales fugas del sistema.
3. 30 LPM por cada unidad de ordeño instalada.

### **Requerimientos para un Equipo de Ordeño de Conducción de Leche:**

1. Exigencia mínima de trabajo de sistema: 1.000 LPM.
2. 10 % adicional para cubrir eventuales fugas del sistema.
3. 30 LPM por cada unidad de ordeño instalada.

Las normas intencionales ISO (Europeas) están consignadas en dos documentos, la norma 5707 que da las recomendaciones sobre instalaciones y la 6690 como la que da recomendaciones para las pruebas mecánicas de comportamiento.

### **A. Requerimientos de Vacío según las Normas Internacionales ISO:**

1. Condiciones de las unidades de ordeño, esto va a depender de la marca y en muchas

oportunidades del tipo de componentes que se utilicen.

2. Requerimiento de los componentes adicionales a la unidad como medidores, control de sobreordeño.
3. Reserva Efectiva de Vacío según cada equipo: (Ver tabla No. 1)

Si es equipo de ordeño no cuenta con un colector de válvula automática de cierre, se debe agregar 80 LPM adicionales al equipo a cantinas y 200 en el caso de los equipos con conducción de leche.

4. Se debe calcular la reserva de vacío para el lavado del equipo de ordeño que asegure que fluya a la mezcla de lavado a una velocidad de 7 a 10 Mts./seg.
5. Se debe ahora tomar la reserva efectiva que sea mayor entre 3 y 4.
6. Agregue 10 LPM más 2 LPM por cada unidad si es de conducción o 1 LPM si es a cantinas, para cubrir las eventuales fugas del sistema de transporte de leche.
7. Adicione las fugas de las tuberías de vacío, alrededor del 5 % de la capacidad de la bomba de vacío.
8. Añada las pérdidas por regulación, que deberán ser máximo el 10 % de la reserva manual.

**Tabla No. 1**

No. de Unidades	Reserva Efectiva de Vacío (LPM)	
	Descarga a Cantinas	Conducción de Leche
2 a 10 Unidades	$85 + (30 \times \# \text{ unidades})$	$200 + (30 \times \# \text{ unidades})$
Más de 10 Unidades	$330 + (10 \times (\# \text{ unidades} - 10))$	$500 + (10 \times (\# \text{ unidades} - 10))$

**Tabla No. 2**  
Relacion entre Altura sobre el Nivel del Mar y la Capacidad de Trabajo de las Bombas de Vacío.

Altura sobre el Nivel del Mar	Factor de Correlación
0	1.00
300	0.96
600	0.93
900	0.90
1.200	0.87
1.500	0.83
1.800	0.80
2.100	0.77
2.400	0.74
2.700	0.71
3.000	0.68

**Tabla No. 3**  
Requerimientos Mínimos para Diámetro de la Tubería de Vacío.

Número de Unidades	Diámetro de la Tubería
1 a 14	2"
Más de 15	3"

Uno de los factores que afecta en nuestro medio el comportamiento de las Bombas de Vacío es la Altitud sobre el Nivel del Mar. En una altitud como la de la sabana de Bogotá, las Bombas de Vacío sólo trabajan a un 70 % de su capacidad (Ver tabla No. 2 y 3).

### **Regulador de Vacío**

Debe estar montado en la línea principal de vacío cerca a la trampa sanitaria. Debe ser capaz de poder controlar caídas de vacío no mayores a 2 kPas o 0.6" Hg por debajo del vacío de trabajo del sistema. Debe tener una eficiencia efectiva superior al 90% lo cual quiere decir que debe tener una capacidad muy cercana a la capacidad de la bomba de vacío.

### **Pulsación**

#### **Rata de Pulsación**

El pulsador no debe tener variaciones de más de +/- 3 PPM de acuerdo con las especificaciones del fabricante.

#### **Radio de Pulsación**

No debe variar en +/- 5% de las especificaciones del fabricante.

#### **Fases de la Pulsación**

La fase de ordeño no debe ser inferior al 30 % y la fase de masaje no debe ser inferior al 15 %.

Las normas internacionales ISO hacen una aclaración que no hacen las normas 3A y es Porcentaje de Cojeo o Limping: en el cual se determina que no debe haber más de un 5 % de desfase entre un canal y el otro cuando se habla de pulsación alterna, excepto aquellos pulsadores diseñados así.

La línea de conducción de leche no debe permitir fugas de vacío superiores a 22 Lts/Min. El drenaje debe ser diseñado de tal forma que no se acumulen líquidos en ninguna parte del sistema al apagar el equipo.

Las entradas de leche a la tubería deben estar en el tercio superior de ésta. Todo el funcionamiento de la conducción de leche en una tubería está dado para que se de un flujo de leche estratificado en el que fluye la leche por la parte inferior de la tubería y el aire que está siendo removido por el vacío debe fluir por la parte superior. Por ende, entonces, deben evitarse las conducciones de leche en las que se forman tragos o tacos de leche ya que estos hacen desestabilizar el vacío.

Tabla No. 4: Salas de ordeño:  
Circuito de Línea de Leche con Unidades Colocadas Simultáneamente  
por un Operario Típico Entrada Transitoria de Aire de 200 Lts/Min.

Diámetro Nominal de la Línea de Leche	Declive 0.8%	1.0%	1.2%	1.5%	2.0%
2.0 Pulgadas	1	1	2	2	3
2.5 Pulgadas	4	4	5	6	8
3.0 Pulgadas	9	10	12	13	16
4.0 Pulgadas	24	27	31	36	41

### **Conducción de Leche por Tuberías:**

Es importante que estos factores sean considerados:

1. Velocidad del Flujo de Leche (pico de flujo de leche).
2. Intervalo de tiempo de colocación de las unidades de ordeño.
3. Flujo de aire transitorio (pérdida de aire en la colocación de unidades de ordeño).
4. Número de unidades de ordeño.
5. Pendiente de la línea de leche. (Ver Tabla No. 5)

Componentes accesorios, no deben permitir caídas de vacío superiores a 5 kPas o 1.5" Hg medido a nivel del colector.

La pendiente de las líneas de conducción de leche no debe ser inferior al 0.5 % no superiores al 2 % de declive hacia la unidad final o receptor.

### **Tubos Flexibles**

El diámetro interno de las mangueras de leche no debe ser inferior a 14 mm y una longitud no mayor a 2.7 mt según las normas ASAE y de 3.0 mt según las normas ISO.

Las mangueras de pulsación no deben tener un diámetro inferior a 6 mm.

Los tubos cortos de pulsación no deben tener un diámetro interno inferior a 5 mm.

### **VI. EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA DE ORDEÑO**

En la evaluación técnica de los equipos de ordeño, adicional a los cuidados que deben ser rutinarios (y que muchas veces no lo son), como el lavado, cuidado de piezas que se puedan romper o deteriorar, o que puedan promover fugas de vacío, evaluación técnica del equipo de ordeño con fines de utilidad en nuestro campo, deben tener un especial énfasis en:

1. Sistema de Vacío.
2. Sistema de Pulsación.
3. Pezoneras.
4. Voltaje Extraviado.

Las pruebas de evacuación de los equipos de ordeño mecánico se dividen en pruebas estáticas y pruebas dinámicas, si se hacen con el equipo de ordeño funcionando, en estáticas sin estar ordeñando y dinámicas con el equipo en condiciones normales de funcionamiento durante el ordeño.

## Pruebas Estáticas

### 1. Evaluación del Sistema de Vacío

Lo primero que debe observarse es que se cumplan las normas de requerimientos internacionales de vacío para el equipo que se está analizando. Pero basados en la frase "Si no tiene efecto sobre el vacío en la punta del pezón, no importa" es importante saber cómo debe ser el vacío y por ende cómo debe ser éste en la línea de conducción o línea de pulsación que tiene un efecto directo sobre el vacío en la punta del pezón.

El vacío recomendado por la gran mayoría de estudios al respecto es un vacío de 10.5" Hg a 12.5" Hg o sea 35 kPas a 42 kPas, siendo muy importante que no existan oscilaciones de más de 2" Hg o 7 kPas.

Para que la estabilidad en el vacío se respete dentro de los rangos de no oscilar más de 2" Hg o 7 kPas, lo que más importante es que el equipo tenga una buena reserva de vacío.

Para este caso, las diferencias del nivel de vacío requerido al nivel de pezón, son casi iguales para las normas 3A y normas ISO.

### Reserva Efectiva:

Es la mejor medida de la reserva de la bomba realmente disponible para cubrir las entradas de aire "no planeadas", las cuales son admitidas a través de las pezoneras cuando las unidades son colocadas o removidas. La prueba asume que una caída de vacío de 0.6" Hg o 2 kPas por debajo del nivel de vacío de trabajo a nivel del receptor, es una caída aceptable para hacer que el regulador de vacío se cierre, y por ende controle la caída de vacío.

### Reserva Manual:

Esta es la forma de medir la capacidad de la bomba de vacío y de reaccionar a caídas de vacío de 0.6" Hg o 2 kPas para cubrir las entradas de aire "no planeadas" al colocar o remover las unidades de ordeño, pero con el regulador de vacío desconectado, midiendo así la capacidad real de reserva de vacío de sistema (tuberías y demás) para controlar estas entradas de aire.

De las dos mediciones anteriores se obtiene, entonces, un dato que se llama Eficiencia del Regulador.

$$\text{Eficiencia del Regulador} = \frac{\text{Reserva Efectiva}}{\text{Reserva Manual}} \times 100.$$

**Tabla No. 5**  
Guía para los Diferentes Sistemas de Ordeño con un Pico Promedio en Ordeño de 4 Lts/Minuto/Vaca.

Sistema de Ordeño	Vacío Nominal Ajustado	Vacío Nominal Ajustado
Línea Alta		
Sala o Aubrest	14"-15" Hg	47-50 kPas
Línea Media		
Sala o jarros medidores	13"-14" Hg	44-47 kPas 40-42 kPas
Línea Baja		
Sala o jarros medidores	12.5"-13.5" Hg.	
Cántaros o cantinas	12"-12.5" Hg	42-45 kPas

La eficiencia del regulador debe ser mínimo del 90 %.

Otra medición importante de hacer es el porcentaje de fugas del sistema, el cual se obtiene al medir la capacidad de producción de aire libre por minuto de la bomba de vacío sola, y luego en el punto más lejano del equipo de ordeño con todos los accesorios conectados. Las fugas no deben ser mayores al 10 %.

## 2. Sistema de Pulsación:

**Rata de Pulsación:** Las normas dicen que un pulsador no debe variar de + o - 3 ciclos por minuto y debe ser repetible día por día y pulsador por pulsador.

**Radio de Pulsación:** Las normas internacionales dicen que un pulsador no debe variar en su radio de pulsación en más de + o - 5 % de las especificaciones del fabricante o de un pulsador a otro.

**Fase a:** De apertura, debe ser de 150 mlseg, si es más demorada puede haber fugas de aire o vacío.

**Fase b:** De pezonera totalmente abierta, debe ser al menos el 35 % del ciclo total según las normas internacionales.

**Fase c:** Debe ser de 150-180 mlseg, si es más larga busque por suciedad o restricciones al flujo de aire.

**Fase d:** De masaje total, con la pezonera totalmente colapsada nunca debe ser inferior al 15 % del ciclo o 150 mlseg.

## Pruebas Dinámicas

Vacío en la Línea de Leche: Las fluctuaciones en la línea de leche no deben ser mayores a 0.5" Hg

o 2 kPas. El declive mínimo en una línea de leche debe ser de 0.8 %. Las fluctuaciones a nivel del colector no deben ser mayores a 0.6" Hg o 7 kPas. Las fluctuaciones en las líneas de conducción de vacío principal y de pulsación no deben ser mayores a 0.6" Hg o 7 kPas.

## 3. Pezoneras

Es la pezonera la parte que entra en el más íntimo contacto con el pezón, por esto es de una importancia vital en el comportamiento de un equipo de ordeño. Existen pezoneras redondas, triangulares y hasta cuadradas. En ellas también se analiza el diámetro y la longitud, además del material del que están hechas, lo cual le da grandes cambios en su duración.

Algunas de estas características dan la capacidad de penetración de los pezones dentro de ellas. El pezón se estira entre un 40-50% dentro de la pezonera, y ésta necesita ser al menos 25 mm más larga para realizar un buen masaje.

El diámetro interno de la pezonera está relacionado con el diámetro del pezón, debe ser levemente inferior al de éste para que haya una buena adherencia y por ende un buen masaje. El cuello de la pezonera, es decir, la parte más superior tiene el efecto de bloquear el flujo de leche si es de un diámetro muy estrecho.

Por estas razones es difícil decir cuál es el tipo de pezonera ideal, ya que es una decisión que debe ajustarse a cada finca y a cada tipo de vacas. En nuestros casos es bastante difícil debido a lo dispares que son nuestras vacas, y más si hablamos de ganadería de doble propósito.

Algo definitivo es que las pezoneras tienen un tiempo limitado de uso de acuerdo con el material. Además del cuidado y mantenimiento que se les debe dar deben cambiarse con una regularidad específica.

La fórmula para determinar el número de ordeños que dura una pezonera es:

$$\frac{\text{Duración esperada de la pezonera x No. de unidades}}{\text{No. de ordeños por día x no. de vacas en el hato}} = \text{No. Días.}$$

Ejemplo:  $\frac{\text{Pezonera de 2.500 ordeños x 6 unidades de ordeño}}{2 \text{ ordeños al día x 150 vacas de hato}} = 50 \text{ Días}$



Los equipos de ordeño deben ser revisados por un técnico especializado no menos de dos veces al año con un procedimiento de evaluación como el ISO Check 6690.

Si las pezoneras no se cambian a tiempo éstas empiezan a perder todas sus características y además de convertirse en un peligroso reservorio de bacterias, pierden su capacidad de colapso o elasticidad, degenerando en un muy mal ordeño, que tendrá implicaciones directas sobre la salud del pezón, sobre la perfección en el ordeño y por supuesto en mastitis.

#### 4. Corriente Extraviada o "Stray Voltaje"

En muchos establos, por defectos en instalaciones eléctricas, las vacas se pueden ver sometidas a pequeñas corrientes eléctricas que fluyen a través del sistema neutro a tierra. Investigaciones de los Estados Unidos concluyen que alrededor del 20 % de sus hatos tienen problemas con Voltaje Extraviado. Estos pequeños voltajes usualmente son difíciles de localizar. Este voltaje puede pasar a la vaca y afectar negativamente el comportamiento de la misma, además llega a contagiarse de mastitis y dependiendo de la severidad de ésta pueden llegar a afectarse la producción y las características de la leche.

#### Síntomas de Problemas con Voltaje Extraviado:

1. No bajada de la leche: esto va tener implicaciones sobre tiempo de ordeño y sobre las prácticas del ordeño mismo. El nivel de problema está relacionado al nivel de Voltaje extraviado presente.
2. Vacas extremadamente nerviosas en la sala de ordeño: las vacas están moviéndose como bailando dentro de la sala, inclusive en el patio de espera.
3. Vacas reacias a entrar a la sala: este es un signo más no un síntoma clásico, ya que pueden no querer entrar por otros motivos.
4. Incremento en mastitis: cuando la ubre no está siendo completamente ordeñada o por decirlo así desocupada, sólo se requiere la presencia de una bacteria y se da la mastitis con su obvio incremento en Células Somáticas.

5. Reducción en el consumo de alimento en la sala de ordeño: si los comederos generan Voltaje extraviado, ellas estarán reacias a comer.

6. Reducción del consumo de agua: puede haber Voltaje extraviado en los bebederos de los establos y por ende bajo consumo de agua.

7. Baja producción de leche: cada uno de los signos anteriormente descritos puede tener una influencia directa sobre la producción.

Todo esto se puede complicar ya que otros factores son comunes al Voltaje extraviado adicional. Inclusive una vez solucionado el problema pueden persistir los síntomas por los problemas asociados.

Las vacas toleran de 0.5 a 0.7 Voltios. Cualquier Voltaje por encima de 1.0 Voltios debe considerarse un problema a solucionar.

Con un Voltímetro unido a un muy buen polo a tierra y probando en la conexión neutro de la instalación y a diferentes puntos de la misma se detectan estas dificultades.

Esto ocasiona una disminución de la leche y afecta el nivel de mastitis del hato de una forma desconocida.

## VII. EQUIPOS DE ORDEÑO

### *Equipos de Ordeño Portátil*

Estos equipos en el mercado internacional no son muy conocidos, ya que en otros países que tienen estaciones es casi imposible tenerlos. El sistema de vacío se instala en un remolque

portátil con un motor de combustión y el resto de elementos son removibles en un establo portátil y se transportan en el remolque en cuestión.

Es menos eficiente debido a que es más difícil mantenerlo en buen estado y su operación es más complicada si no están dadas las condiciones necesarias para su correcto manejo. Es recomendable cuando las extensiones de terrenos son muy grandes y cuando el presupuesto asignado es modesto.

### *• Equipo Portátil Descarga a Cantinas o a Cántaros*

En este tipo de equipos la conducción de leche se hace desde el colector de leche que viene de las pezoneras, a cantinas recipientes de 40 litros o cántaros de 20 litros. Su ventaja es que al estar medianamente desocupadas actúan como una buena reserva de vacío, pero cuando se llenan sin que el operario se de cuenta, la leche puede pasar al sistema de conducción de vacío ocasionando problemas graves.

**El equipo portátil es un equipo menos eficiente debido a que es más difícil mantenerlo en buen estado y su operación es más complicada si no están dadas las condiciones necesarias para su correcta operación. Es un equipo que es recomendable cuando las extensiones de terrenos son muy grandes y cuando el presupuesto asignado es modesto.**

### *• Equipos Portátiles de Conducción o Arrastre de Leche*

En estos equipos se instala una línea de conducción de leche, en acero inoxidable, en el cual se llenan cantinas en un sitio específico, siendo sacada la leche al medio ambiente bajo vacío o por una bomba de leche. Es un equipo muy práctico pero tiene grandes problemas porque es de difícil manejo, corriendo peligro el comportamiento del equipo y la calidad de la leche a obtener.

### ***Equipos de Ordeño Fijo***

Implica el tener unas instalaciones logísticas mínimas, como un establo encallado además de techos y una medida de recolección de estiércol.

- ***Equipo Tipo Espina de Pescado***

Aquí las vacas están a un nivel más alto (80-110 cm) y los operadores en el cárcamo. Las vacas se encuentran en un ángulo de 45°. Es un equipo de buen comportamiento y puede venir en versiones de líneas de conducción de leche alta, media o baja. Adicionalmente puede venir en versiones de línea central o dos líneas laterales. La línea baja debe obligatoriamente ser lateral y doble. Es un excelente equipo para el manejo de grupos.

- ***Equipo Tipo Tandem***

Debe haber un cárcamo y una o dos líneas de leche, la diferencia es que cada vaca tiene una casilla individual. Es un excelente equipo permite un cuidado especial para vacas específicas.

- ***Equipo Tipo Aubrest o Brete a la Par***

Es muy parecido al equipo portátil, no hay cárcamo, la línea de conducción de leche es obligatoriamente alta, y puede haber una unidad de ordeño por cada casilla o por cada dos casillas. Es económico y eficiente.

- ***Sala tipo Rotatoria o Rotativa***

Requiere de instalaciones muy sofisticadas, cárcamo y un establo especial que está dando vueltas permanentemente, las vacas son ordeñadas mientras el establo da la vuelta. Es un buen equipo para ordeñar hatos muy grandes.

- ***Sala Tipo Paralelo***

Es la sala más desarrollada hasta el momento. Requiere de cárcamo, línea baja, salidas rápidas, las vacas se encuentran en ángulo de 90° y en algunas oportunidades requiere de tratamiento especial con las vacas, como quitar colas.

- Pueden existir también las salas de ordeño Descarga directa a Cantinas en cualquiera de las versiones anteriores.

- La última versión de equipos considera a un robot como parte de sus componentes y explota la teoría de que la vaca se ordeña sola, las veces que se desee. Este equipo es llamado VMS.

### ***VIII. PRUEBAS SENCILLAS DE FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO DE ORDEÑO***

El mayor problema a enfrentar en los equipos de ordeño de hoy es la falta de adecuado mantenimiento. Un simple chequeo visual del equipo nos da una idea que se relaciona con mastitis o el estado de los pezones, o con ordeños lentos o incompletos.

#### ***Pruebas durante el ordeño***

Las tres guías más importantes son: el estado de los pezones al retirar las unidades, el grado de evacuación de la leche de la ubre y la frecuencia de resbalamiento o caída de las unidades durante el ordeño.

#### ***1. Condición del Pezón***

Cambios a corto plazo. Revise los pezones antes y después del ordeño y busque indicios de inflamación o dureza (por edema y congestión) o cambios en el color (cianótico) que le den signos de fallas en la circulación sanguínea.

Cambios a largo plazo. Podría encontrarse evidencia de anomalías hiperkeratosis o grietas radiales (anillos o callos).

## **2. Grado de Perfección del Ordeño**

El sub-ordeño puede llegar a elevar los Conteos de Células somáticas y hasta podría hacer aflorar como clínicas las mastitis que habían permanecido subclínicas. Para ver esto, luego de ser ordeñadas 10 vacas, haga un escurrido a mano y recoja esa leche en un balde. La leche que sobre no debe ser mayor a 400 c.c. por vaca en promedio.

## **3. Frecuencia de Resbalamiento o Caída de Pezoneras**

Existen problemas si se observan más de 5-10 resbalamientos o caídas por cada 100 vacas ordeñadas (5-10 %). Busque problemas como pobre alineación de la unidad de ordeño o si el orificio de ventilación del colector está cerrado. Casi siempre si hay resbalamiento o caída de pezoneras, éstas ocurren al principio del ordeño cuando el flujo de leche es mayor y puede inundarse la tubería o las mangueras.

## **Pruebas a Realizar con el Equipo sin Funcionar**

### **4. Pezoneras**

Estas deben tener un diámetro de promedio 2 mm menor al de los pezones luego de la bajada de la leche. Las pezoneras deben ser lo suficientemente largas para que puedan colapsarse por debajo del pezón. Adicionalmente revise por lo menos el 20 % de las pezoneras buscando agrietamientos o rajaduras.

## **5. Estado de Mangueras de Leche, Doble Pulsación y Tubos Cortos de Vacío**

Revíselas buscando el estado general y la limpieza, agrietamientos o rajaduras, además del tamaño, es decir, son muy cortas o muy largas.

## **6. Colectores**

Revise que el orificio de ventilación de la pezonera no esté tapado o bloqueado.

## **7. Líneas de Leche**

Inspeccione la inclinación de la línea de leche hacia el receptor unidad final. Recuerde que la mínima inclinación necesaria es del 0.8 %. Igualmente verifique que las entradas de leche a la línea estén en el tercio superior del tubo.

## **Pruebas a Realizar con el Equipo Funcionando pero no Ordeñando**

### **8. Pulsación**

Los problemas más encontrados son resquebrajamiento o partimientos de los tubos de pulsación, mangueras de pulsación o material extraño en el pulsador o en el sitio de su instalación. El ruido generado por la entrada de aire debe ser regular e intermitente, y no debe oírse un continuo "hiss", esto puede indicar fugas. Corte el vacío del colector y meta los dedos y sienta la pulsación.

### **9. Regulación de Vacío**

Controle la exactitud de los vacuómetros de la finca, ojalá pueda tener uno. Luego oiga la entrada de aire a través del regulador cuando todas las unidades están desconectadas. Posteriormente deje entrar aire por una unidad y

vea el vacuómetro, éste no debe caer más de 3 kPas o 1" Hg y debe recuperarse en menos de 1 segundo. Usted oír el sonido del aire al abrir la unidad y luego cuando vuelva a dejarlo entrar a los pocos segundos.

### **10. Capacidad de Reserva de la Bomba de Vacío**

La forma adecuada de saber si es correcta esta reserva es calcular con los aparatos necesarios la reserva efectiva y la reserva manual como se explicó anteriormente.

Una prueba que se puede hacer en campo es dejar una unidad de ordeño entrándole aire permanentemente y el nivel de vacío en el vacuómetro no debe caer en más de 2 kPas o 0.5" Hg. Si cae en más de 2 kPas debe llamarse a un técnico para que haga una evaluación más rigurosa.

Así como ya analizamos la importancia del equipo de ordeño en el comportamiento de la mastitis y de la calidad de la leche, recordemos como éste es sólo un tercio de la terna dada por equipo, vaca y hombre como el encargado del manejo del mismo.

Para esto los estudiosos en el tema han diseñado el sistema de Rutina de Ordeño como una gran ayuda en el control de calidad de la leche y por supuesto del control de mastitis. Analice desde el punto de vista procedimiento y como puede y debe controlarse.

## **IX. PRÁCTICAS DE MANEJO DE LOS EQUIPOS DE ORDEÑO MECÁNICO**

### **A. Rutina de Lavado del Equipo de Ordeño Mecánico**

#### **Procedimiento de Lavado**

Es muy importante que el equipo se lave inmediatamente se acabe de ordeñar. Es conveniente usar los productos recomendados para equipos de ordeño mecánico en las diluciones que el fabricante indica. Existen detergentes líquidos y sólidos (polvo), ambos se diluyen muy bien en agua caliente, si los detergentes en polvo se disuelven hacen un buen trabajo.

Los pasos a seguir son los siguientes:

#### **• Desleche**

Si se hace correctamente remueve el 95 al 98 %. Pasar agua tibia a no menos de 35°C y no más de 45°C ayuda no solamente en la remoción de residuos sino que además calienta las tuberías preparán-

dolas para el lavado con detergente. Manejar estos rangos de temperatura evita la precipitación de las grasas por el frío y de las proteínas por el calor. Esta es una operación que debe hacerse tan pronto como se acabe el ordeño y el agua debe recircular.

#### **• Lavado con Detergente Alcalino**

Debe usarse agua caliente a 70°C con la dilución recomendada por el fabricante del jabón y de

Así como ya analizamos la importancia del equipo de ordeño en el comportamiento de la mastitis y de la calidad de la leche, recordemos como este es solo un tercio de la terna dada por equipo, vaca y hombre como el encargado del manejo del mismo. Para esto los estudiosos en el tema han diseñado el sistema de Rutina de Ordeño como un factor de gran ayuda en el control de calidad de la leche y por supuesto del control de mastitis. Quiero entonces que analicemos esto desde el punto de vista procedimiento y como puede y debe controlarse.

acuerdo con la dureza y capacidad buffer del agua y se deja recircular por 10 minutos. Al terminar, el agua no debe salir a menos de 45°C. La mezcla no debe tener un pH inferior a 10.5

### • *Lavado con Detergente Ácido*

Debe usarse agua fría o máximo tibia a 35°C con la dilución de detergente recomendada por el fabricante y dejarse recircular por 5 minutos. La frecuencia en el uso del detergente ácido puede ser desde diaria hasta semanal, esta es una decisión que debe tomar con el proveedor. El agua debe ser entre 45 y 60 °C. El pH de la solución no debe ser superior a 3.

### • *Uso de Desinfectante*

Debe recircularse durante 5 minutos con agua a 35°C con la dilución recomendada de desinfectante justo antes del ordeño. Debe botarse el excedente de desinfectante, pero ojo, el desinfectante no debe enjuagarse. El mejor desinfectante para este trabajo es el cloro en una concentración de 100 a 200 PPM.

### *Tanques de Enfriamiento de Leche*

Su objetivo principal es detener el crecimiento exponencial de las bacterias presentes en la leche.

Tabla No. 6  
Cálculo del Agua de Lavado de un Equipo de Ordeño  
(Según Normas ISO)

Línea de Leche	Diámetro	Longitud Mt	Constante	Litros de Agua
	4"		1.49	
	3"		0.87	
	2 1/2"		0.62	
	2"		0.37	
	1 1/2"		0.25	
Línea de Lavado y Descarga	3"		4.22	
	2 1/2"		2.86	
	2"		1.86	
	1 1/2"		1.12	
	1"		0.93	
		Volumen Recibidor Gl.		
			0.33	
		# Unidades de Ordeño		
			6	
		# Medidores de leche		
			0.25	
Mangueras de Leche	Diámetro			
	9/16"		0.15	
	5/8"		0.20	
		# Pre enfriadores	2	
		# Tinas de Lavado		
			8	
TOTAL LITROS	DE AGUA		Litros	



Muchas piezas del equipo de ordeño deben ser cambiadas con una periodicidad que debe ser establecida por el vendedor de los equipos de ordeño y de acuerdo al uso que se le de al equipo.

Entre mayor sea la carga bacteriana, más difícil va a ser que la conservación de la leche sea eficiente.

La PMO (Pasteurized Milk Ordinance) de los Estados Unidos, entidad que regula este tema dice que la leche debe estar fría en un plazo máximo de dos horas, por debajo de 15 °C en la primera hora. Cuando se mezclan ordeños, la temperatura de la mezcla no debe llegar nunca a superar los 15 °C.

Los problemas más comúnmente encontrados en los tanques de enfriamiento de leche son que enfríen rápidamente o que la temperatura de la mezcla suba demasiado. En la mayoría de los casos los problemas pueden ser localizados y solucionados siguiendo un correcto protocolo de mantenimiento.

Algunas causas comunes de lento enfriamiento pueden incluir:

1. Inadecuada provisión de aire fresco al condensador de la unidad.
2. Recirculación de aire caliente hacia el condensador.
3. Condensador sucio o tapado.
4. Incorrecta operación.

Aunque siempre seguirá siendo el enfriamiento instantáneo con un enfriador de placas y un Chiller, los tanques cumplen un buen desempeño siempre y cuando sean bien diseñados, instalados y mantenidos y que cumplan los requerimientos y normas internacionales sobre todo en lo que se refiere a gases refrigerantes como el Freón R-22 o 134-A y nunca más el Freón R-12.

### **Formas Alternativas de Enfriamiento de Leche**

Existen desde las más sofisticadas como son los Enfriadores de Placas con Banco de Hielo, recomendables principalmente cuando la finca produce grandes cantidades de leche, los Pre-enfriadores de leche que se usan antes del tanque, las cortinas enfriadoras que hoy día se ven ya muy poco, hasta tecnologías muy sencillas como es el sumergir las cantinas entre agua fría o corriente.

### **Lavado de Tanques de Enfriamiento de Leche**

El lavado del Tanque de Enfriamiento de Leche es muy similar al de los equipos y las cantinas. Debemos hacer una diferencia aquí entre los

tanques que tienen lavado automático y los que no.

Los Tanques de Enfriamiento de Leche con lavado automático casi siempre tienen una cabina de controles donde existe uno, dos o hasta tres recipientes para ser llenados con los productos diseñados para esto. Como siempre debemos ser muy estrictos en usar sólo productos diseñados para este oficio y respetando las diluciones que el fabricante de. Los tanques varían de acuerdo con sus especificaciones pero la mayoría usan de 40 a 50 litros de agua para cada ciclo de lavado, entonces las diluciones deben ser hechas de acuerdo con la cantidad de agua utilizada. Si tiene duda, contacte el servicio técnico especializado de los tanques de enfriamiento.

Los tanques abiertos que no poseen lavado automático deben ser lavados manualmente, la cantidad de agua y la dilución varía de acuerdo con el tamaño del tanque, aunque no existe una regulación al respecto. Si tiene dudas contacte al servicio técnico especializado para conocer cuánta agua usar. Se debe contar con un cepillo se mango largo para poder refregar todos los sitios del tanque, tengan o no contacto con la leche.

Tanto para los tanques de lavado automático como para los de lavado manual, se debe evitar hasta el máximo meterse dentro del tanque a hacer labores de aseo. El tanque debe ser lavado tan pronto como se desocupe. El procedimiento correcto para lavar un tanque es:

- **Desleche:** Deben retirarse los residuos de leche tan pronto como se desocupe el tanque. Si es de lavado automático él lo hace solo, siempre y cuando Usted dé la orden.

procedimiento debe hacerse con agua fría o máximo a 35°C.

- **Lavado con Detergente Alcalino:** Deben respetarse las diluciones y tiempos diseñados por el proveedor de detergentes, aún si es de lavado manual. Debe usarse agua caliente a 70°C durante 10 minutos.

- **Lavado con Detergente Ácido:** Igual que en el paso anterior deben respetarse las diluciones y tiempos diseñados por el proveedor de detergente, y utilizarse agua fría. El excedente de mezcla debe botarse y dejarse cubierto de ácido el tanque mientras esté desocupado, pero, ojo el tanque debe enjuagarse antes de vertirse la leche.

- **Desinfección:** Debe usarse un desinfectante en agua tibia durante 5 minutos y no es necesario enjuagarlo.



### ***Bibliografía***

ANDY, Johnson y Reis, David. The professionals approach to quality milk production. 1996

ANNUAL Meeting National Mastitis Council (35th Februry 18 21 1996 Nashville, Tennese )

ANNUAL Meeting National Mastitis Council (36th Februry 16-19, 1997 Albuquerque, New Mexico)

ASAT Standards, 1996  
ISO Standars 5707, 1996

Referencias Personales



## **Detección Genética de la Kappa-Caseína en Diferentes Razas Bovinas**

**Esperanza Trujillo B. y David Noriega**

Laboratorio de Genética Molecular

Departamento de Biología,

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, U. de A.

**ABSTRACT**

The bovine kappa casein is an important milk protein of 169 amino acids coded by a gene on chromosome 6, that express two important allelic variations, A and B. The B form determines quantitative and qualitative differences in the process of transformation of the milk in cheese, due to the formation of small micelles that contain a higher amount of casein that in turn allow the formation of a firm and dense clot that retains solids. In contrast, the A form produces larger micelles that retain a smaller amount of casein.

The present study contain the results obtained through molecular methodologies (PCR-RFLP) that allowed the identification of the allelic forms A and B at the DNA level, in a population of 222 animals (males and females) of the following races: Holstein, Jersey, Ayrshire and Norman. Among the four races analyzed, significant differences in the distribution of genotypic and allelic frequencies were detected, as follows : Holstein AA=0.48, AB=0.48, BB=0.04; Ayrshire AA=0.43, AB=0.37, BB=0.20; Jersey AA=0.00, AB=0.20, BB=0.80; Norman AA=0.00, AB=0.33, BB=0.67. Frequencies of the favorable allele B : Holstein= 0.28, Ayrshire= 0.38, Jersey= 0.90 y Norman= 0.83.

This study constitutes the first of this type in Colombia, and proposes the application of a reliable molecular methodology, of easy application and low cost, in reproductive programs for the improvement of bovine milk protein quality.

**RESUMEN**

La kappa-caseína bovina es una importante molécula láctea de 169 aminoácidos codificada por un gen localizado en el cromosoma 6, que presenta dos importantes variantes alélicas A y B.

La variante B determina diferencias cuantitativas y cualitativas en el proceso de transformación de la leche en queso, debido a la formación de micelas pequeñas que contienen mayor cantidad de caseína, formando un coágulo firme y denso que retiene sólidos. En contraste, la variante A produce micelas más grandes pero con menor cantidad de caseína.

El presente estudio, reporta los resultados obtenidos mediante metodologías moleculares (PCR-RFLP) que permitieron la identificación de las variantes alélicas A y B, en una población de 222 animales (machos y hembras) de las siguientes razas : Holstein, Jersey, Ayrshire y Normanda.

En las 4 razas analizadas se encontraron diferencias significativas en la distribución de las frecuencias genotípicas, de la siguiente manera: Holstein AA=0.48, AB=0.48, BB=0.04; Ayrshire AA=0.43, AB=0.37, BB=0.20 ; Jersey AA=0.00, AB=0.20, BB=0.80 y Normanda AA=0.00, AB=0.33, BB=0.67. Frecuencia del alelo favorable B: Holstein= 0.28, Ayrshire= 0.38, Jersey= 0.90 y Normando= 0.83.

Este trabajo constituye el primero de su tipo en Colombia y propone la aplicación de una metodología molecular confiable, de fácil aplicación y bajo costo, en los programas de reproducción para el mejoramiento de la calidad de la proteína láctea en bovinos.

## *Detección Genética de la Kappa-Caseína en Diferentes Razas Bovinas*



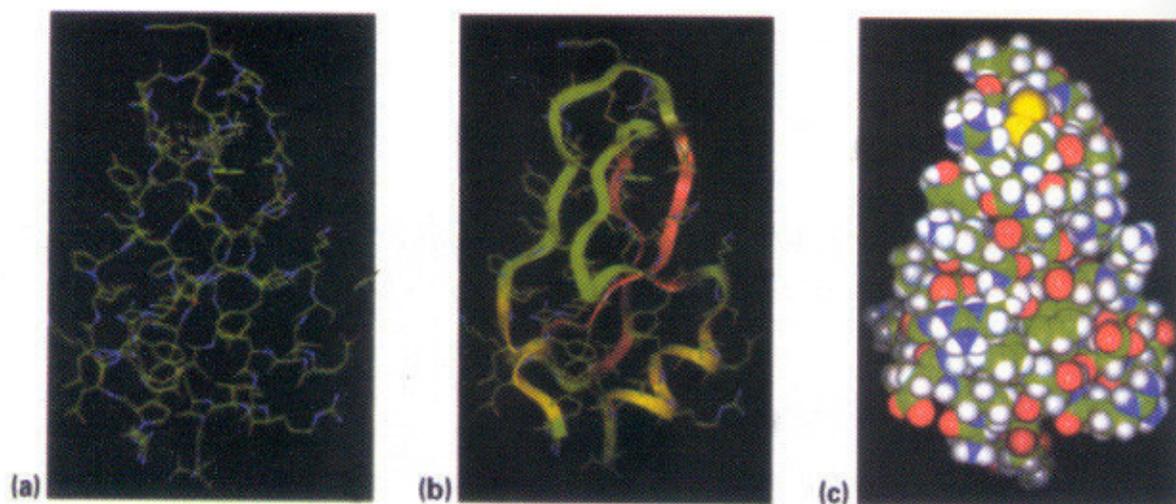
La kappa-caseína bovina es una importante molécula láctea de 169 aminoácidos, codificada por un gen localizado en el cromosoma 6, que presenta dos importantes variantes alélicas A y B. La variante B determina diferencias cuantitativas y cualitativas en el proceso de transformación de la leche en queso, debido a la formación de micelas pequeñas que contienen mayor cantidad de caseína, formando un coágulo firme y denso que retiene sólidos.

### ***Introducción***

El genoma bovino contiene aproximadamente 3 mil millones de pares de bases, empacadas en 30 pares de cromosomas, de las cuales se calcula que sólo el 10% contienen información útil traducible en proteínas (Barendse, 1994). Dentro de éstas secuencias ocurren mutaciones o cambios que generan otras formas heredables constituyéndose en polimorfismos, que pueden o no alterar las proteínas que codifican, y afectar en forma positiva o negativa las funciones de los

organismos. Una forma de analizar estos polimorfismos, es mediante la amplificación molecular de una región del gen, seguido de digestión con una enzima de restricción apropiada, metodología conocida como PCR-RFLP (Clark, 1992).

La intensificación de la explotación de características de producción ha llevado a la selección de animales que tengan una mayor y mejor calidad de las mismas, pero se ha realizado de manera lenta y difícil con base en



**Estructura terciaria del BPTI.** El inhibidor de la Tripsina pancreática bovina o BTPTI, se une a la Tripsina y le impide catalizar la hidrólisis peptídica.

a) Modelo esquelético que muestra las posiciones de los átomos, obtenido por difracción de rayos X.

b) Modelo de cinta del armazón.

c) Modelo de relleno especial, en el que se dan los radios de Van Der Waals de todos los átomos.

En a) y b) los enlaces disulfuro aparecen en amarillo.

apareamientos controlados que implican la evaluación de toros y vacas según su progenie.

Ahora la selección de las características en animales se realiza utilizando técnicas moleculares que rápidamente identifican los genotipos y evitan tener que esperar a la progenie del animal.

### **Proteínas Lácteas**

En mamíferos una de las principales características de la leche es su alto contenido en proteínas, que determinan en gran medida el valor nutritivo y tecnológico de la misma. En Colombia, el 70% de la leche se produce en forma intensiva con base racial Holstein, un 20% con base racial Holstein y Cebuinos, un 8% Jersey y 2% criollos.

En la leche de los rumiantes existen 6 proteínas principales que constituyen el 90% del total de las proteínas de la leche, clasificadas en dos grupos de acuerdo con su solubilidad a pH 4.6 y a una

temperatura de 20°C (Kanamori y Kawaguchi, 1980).

El primer grupo lo constituyen las caseínas (CN): alfaS1, alfaS2, beta y kappa (Eigel y Butler, 1984), que se precipitan en estas condiciones de pH y temperatura y constituyen la fracción proteica mayoritaria de la leche.

El segundo grupo, proteínas séricas, permanecen solubles en las condiciones mencionadas, está conformado principalmente por  $\alpha$ -Lactoalbúmina y b-Lactoglobulina (Eigel y Butler, 1984).

Las caseínas se agregan en partículas coloidales esféricas llamadas micelas, antes de ser secretadas por exocitosis; en peso seco, las micelas contienen aproximadamente un 94% de proteína y un 6% de iones calcio, fosfato, magnesio y citrato, sus características influyen notablemente en las propiedades tecnológicas de la leche

(Grosclaude, 1988). La desestabilización de las micelas inicia el proceso de coagulación y gelificación de la leche, durante la fabricación del queso (Russo y Mariani, 1978 ; Schaar, 1984). La kappa-caseína es responsable de la estabilidad de las micelas y su hidrólisis modifica sus características fisicoquímicas (Grosclaude, 1988). El gen que la determina está localizado en el cromosoma 6 (Velmalá et al., 1999).

La kappa-caseína es una proteína de 169 aminoácidos y presenta dos importantes variantes: kappa-CN A y kappa-CN B (Neelin, 1964; Schmidt, 1964), determinadas por los alelos

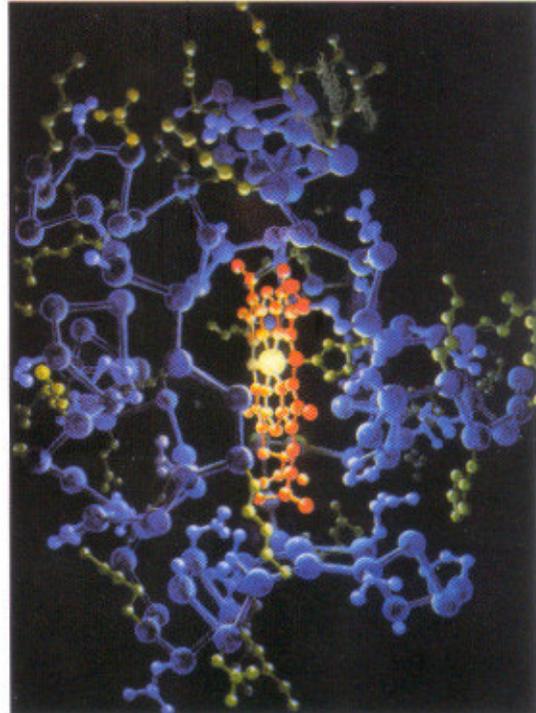
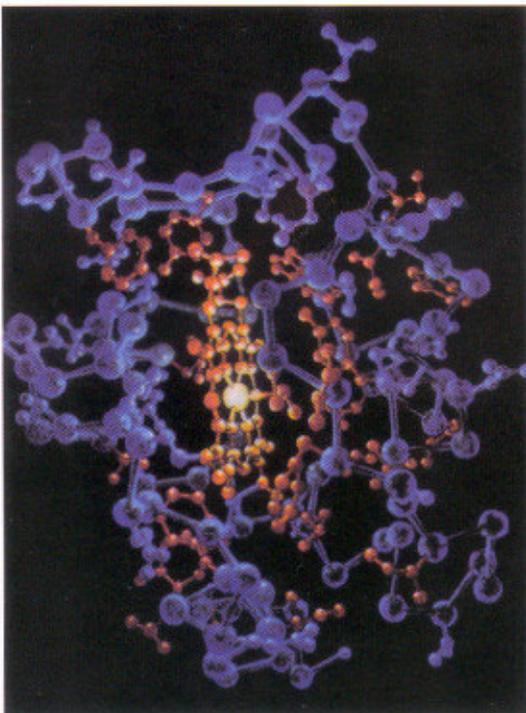
A y B (Grosclaude, 1988 ; Ikonen et al., 1996) y difieren en los aminoácidos 136 y 148 respectivamente, lo que permite distinguirlas con las diferentes pruebas moleculares. La proteína B determina diferencias cuantitativas y cualitativas en el proceso de la transformación de leche en queso debido a la formación de micelas pequeñas que contienen mayor cantidad de caseína, forma un coágulo firme y denso que retiene sólidos (Russo y Mariani, 1978; Marziali, 1986) incrementa en un 3% la cantidad total de proteína (Gibson y Rozzi, 1990), de esta manera mejora la calidad del queso y disminuye los costos de producción comparada con la variante A que produce micelas

#### Distribución de los residuos hidrófilos e hidrófobos en las proteínas globulares.

Estructura tridimensional de la proteína.

Izquierda: Obsérvese el modo en que los aminoácidos hidrófobos (que se indican en rojo) se agrupan alrededor del grupo hemo y en el interior de la molécula.

Derecha: En una perspectiva diferente de la misma molécula, se muestran en verde los residuos hidrófilos. Obsérvese que tienden a ubicarse en la superficie molecular.



más grandes y menor cantidad de caseína (Morini et al., 1975).

Los bovinos, tanto machos como hembras, presentan genotipos AA, BB y AB para kappa-caseína, el alelo B eleva la concentración de caseína en la leche (Van Ennénnan y Medrano, 1991) lo que es consistente con el efecto del genotipo BB que produce mayor cantidad que AB y éstos a su vez mayor cantidad que AA. (Ng-Kwai-Hang, 1987).

La estructura más aceptada en cuanto a la conformación de las micelas de caseína propone un núcleo compuesto por las caseínas alfa S1, alfa S2 y beta, que se encuentran asociadas una con otra en el interior de la micela e interactúan con el calcio y la kappa-caseína que predomina sobre la superficie de la micela proporcionando estabilidad (Schmidt, 1982).

En la K-CN (B) se reduce el tamaño de la micela, se aumenta su estabilidad térmica y se reduce el peligro de coagulación y gelificación durante los procesos de esterilización (Fox, 1982; Medrano et al., 1990; DiGregorio y Rando, 1991).

La kappa-caseína, tanto A como B, es cortada por la quimosina (localizada en el rumen del ternero) o por el cuajo en la fabricación del queso en dos segmentos: el macropéptido que va a la fracción soluble de las proteínas de la leche y la para-kappa caseína que conforma una malla que retiene sólidos (Marzially, 1986; Ikonen et al., 1999), por lo tanto formará una cuajada más firme y densa, de esta manera influye en la calidad del queso (Ojala et al., 1997).

Estas dos variantes A y B de kappa-CN están presentes en todas las razas bovinas estudiadas, pero el alelo A tiende a predominar en la mayor parte de ellas, con excepción de las razas Jersey y Normanda (Schlee y Rottmann, 1992).

## **Materiales y Métodos**

### **Muestra Poblacional**

En el presente estudio mediante PCR-RFLP se realizó la identificación molecular de las variantes alélicas A y B en una población de 222 animales (machos y hembras) de las siguientes razas (Tabla 1).

**TABLA No. 1 Muestra Poblacional. Descripción del Número de Individuos Genotipados para K-CN en cada una de las Cuatro Razas Estudiadas.**

RAZAS	No. ANIMALES
Hoistein	117
Jersey	60
Ayrshire	30
Normando	15
Total	222

### **Extracción de DNA**

Se tomó una muestra de 7ml de sangre a cada animal, recolectada en tubos secos con EDTA, fue refrigerada hasta su procesamiento.

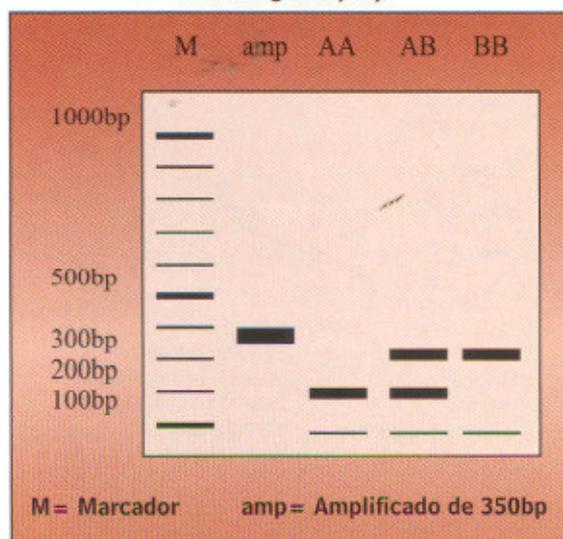
### **Amplificación de DNA por Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR)**

Se realizó la amplificación del segmento del Gen de kappa-caseína en un volumen total de 25 ml de mezcla de reacción usando el termociclador Perkin-Elmer Cetus, y 1 ul de DNA Genómico.

### **Reacción de Restricción**

El fragmento amplificado fue sometido a restricción enzimática durante 4 horas a una temperatura de 37°C, para identificar, ya sea el gen A o el gen B. La reacción se llevó a cabo en un volumen total de 20ml.

GRÁFICO # 1 Electroforesis en Gel de Agarosa (se observa el patrón de bandas que identifica los tres genotipos).



### Electroforesis de DNA

Los fragmentos amplificados y cortados fueron analizados mediante electroforesis en gel de agarosa al 3%, al cual se adicionó 0.7ml de Bromuro de Etidio (10mg/ml). Como resultado de la restricción se observan 2 segmentos de 266 y 84 pares de bases (pb) para el gen B y 3 segmentos de 134, 132 y 84 pares de bases (pb) para el gen A (los segmentos 134 y 132 se presentan como una sola banda intensa debido a sus pesos moleculares cercanos). En muestras de heterocigóticos AB se observan tres bandas: 266pb, 134/132pb y 84pb correspondientes a los fragmentos amplificados de cada gen A y B (Gráfico 1).

GRÁFICO # 2 Frecuencia del Genotipo AA de K-Caseína en las Cuatro Razas Estudiadas

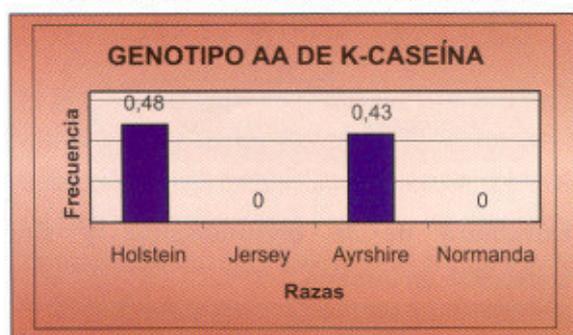
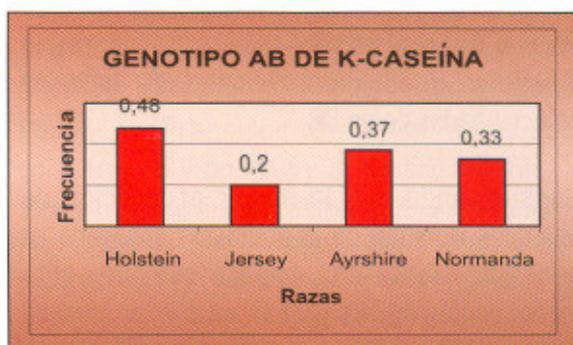


GRÁFICO # 3 Muestra la Frecuencia del Genotipo AB de K-Caseína en las Cuatro Razas Estudiadas



### Resultados y Discusión

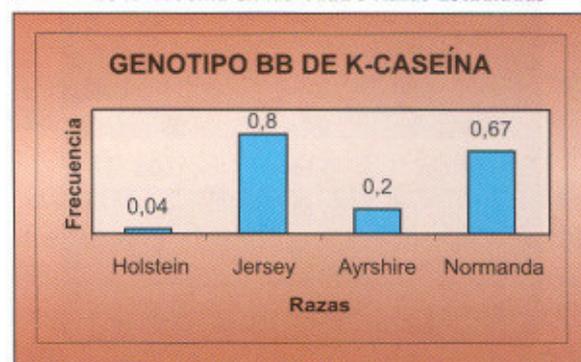
En las razas analizadas se encontraron diferencias significativas en la distribución de las frecuencias genotípicas y alélicas, de la siguiente manera.

Frecuencias genotípicas Holstein de AA=0.48, AB=0.48 y BB=0.04; Ayrshire de AA=0.43, AB=0.37 y BB=0.20; Jersey de AA=0.00, AB=0.20 y BB=0.80 y Normanda de AA=0.00, AB=0.33, BB=0.67 (gráficos 2,3 y 4).

Frecuencias del alelo favorable B : Holstein 0.28, Ayrshire=0.38, Jersey=0.90, y Normanda= 0.83.

Como puede verse, el alelo B es mas frecuente en la raza Jersey y Normanda y casi ausente en las razas Holstein y Ayrshire. La baja frecuencia para el genotipo BB en animales Holstein, indica que

GRÁFICO # 4 Muestra la Frecuencia del Genotipo BB de K-Caseína en las Cuatro Razas Estudiadas

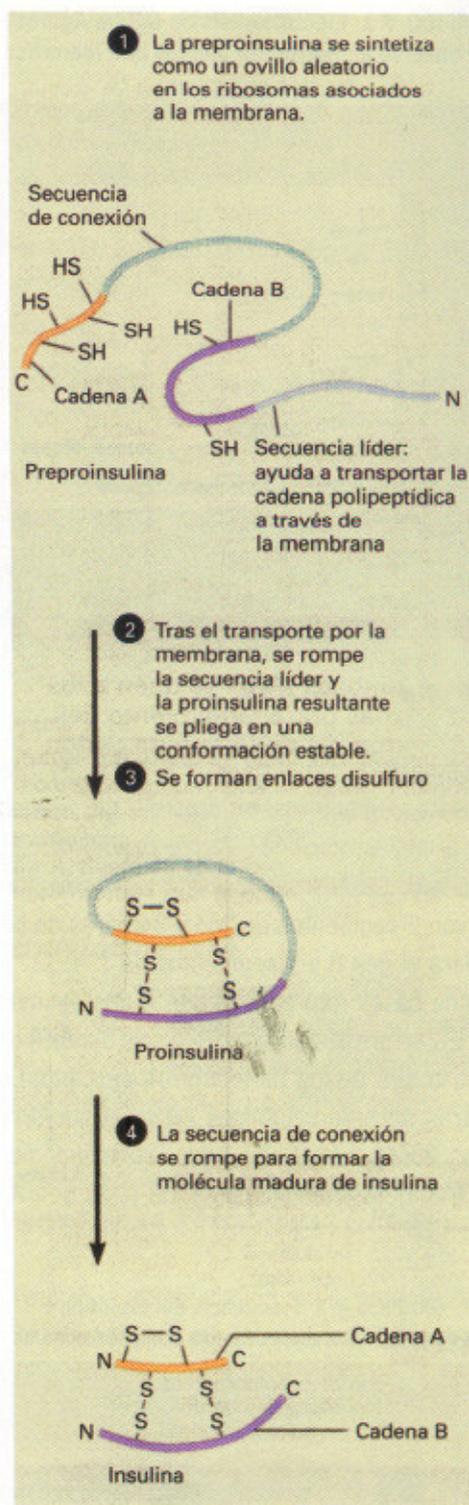


en ésta raza se ha incrementado el número de animales genotípicamente AA lo que podría ser corregido realizando cruces con toros ó directamente semen proveniente de animales seleccionados como BB.

Considerando que la mayor proporción de animales Holstein de la población analizada es genotípicamente AA, implica que presenta menor contenido de caseínas en la leche, cuando se comparan con las otras tres razas estudiadas. En la raza Ayrshire, se observa un resultado similar al anterior en cuanto al genotipo desfavorable AA (gráfico 4),

**TABLA No. 2 Frecuencias Genotípicas de Kappa-Caseína Reportadas en la Literatura de Estudios Realizados en California (USA) (Van Eenennaam y Medrano, 1991b) y los obtenidos en este Estudio en Antioquia (Colombia)**

GENOTIPO AA		
RAZAS	USA	ANTIOQUIA
Hoistein	0.81	0.48
Jersey	0.00	0.00
Ayrshire	0.37	0.43
Normando	0.09	0.00
GENOTIPO AB		
RAZAS	USA	ANTIOQUIA
Hoistein	0.03	0.48
Jersey	0.19	0.20
Ayrshire	0.48	0.37
Normando	0.42	0.33
GENOTIPO BB		
RAZAS	USA	ANTIOQUIA
Hoistein	0.16	0.04
Jersey	0.81	0.80
Ayrshire	0.15	0.20
Normando	0.49	0.67



Estructura de la preproinsulina y su conversión en insulina.

En las muestras de razas Normanda y Jersey se observa un notable incremento en la frecuencia del genotipo BB lo que implicaría un mayor contenido de caseínas en la leche y por consiguiente una mayor concentración de sólidos totales, que permite aumentar la producción de quesos con mejor calidad y con menores costos de fabricación.

### Conclusiones

En el presente estudio se encontró que las frecuencias genotípicas para kappa-caseína en las razas Holstein, Jersey, Ayrshire y Normando de las poblaciones bovinas, estudiadas en algunos hatos lecheros en Antioquia, son similares a las reportadas en estudios realizados en otros países (Tabla 2).

Las poblaciones analizadas de los ganados Holstein y Ayrshire presentaron un incremento en la frecuencia del genotipo AB, como consecuencia de cruces entre parentales heterocigóticos los cuales son previamente seleccionados por otros rasgos de producción.

De otro lado las muestras analizadas de Jersey y Normanda presentan una alta frecuencia del alelo B de kappa-caseína, lo que permite obtener leche de mejor calidad para la elaboración de queso ya que su contenido mayor de proteína y sólidos totales asociados con el alelo B determinan una mejor gelificación, y formación de una cuajada más firme y de mayor consistencia.

El presente estudio constituye el primero de su clase realizado en Colombia, y propone la aplicación de una metodología molecular confiable, de fácil aplicación y bajo costo, en los programas de mejoramiento de la calidad de la proteína láctea en bovinos.

### Agradecimientos

Este proyecto fue financiado por la Cooperativa COLANTA. Agradecemos a los doctores Jenaro Pérez y Francisco Uribe su entusiasta colaboración y apoyo, y al médico veterinario Victor Londoño por su colaboración en la toma de las muestras.

### Bibliografía

- BARENSE W.. A genetic linkage map of the bovine genome. *En: Nature Genetics*. 6 . (1994); p. 227-235.
- CLARK AJ. Prospects for the genetic engineering of milk. *En: J Cell Biochem*. 49 (1992); p. 121-127.
- DI GREGORIO P, Rando A. DNA polymorphism at the casein loci in sheep. *En: Animal Genetics* 22 (1991); p. 21-30.
- EIGEL WN, Butler JE. Nomenclature of proteins of cow's milk. Fifth revision. *En: J Dairy Sci* . Vol.67 (1984); p. 1599-1631.
- FOX PF. Heat induced coagulation of milk. *En: Developments in Dairy Chemistry*. Vol I , Appl. Sci. (1982); p. 189.
- GIBSON JP, Rozzi P. The use the K-Casin genotypes in Dairy Cattle breeding. Proc 4th World Congr Genet Appl Livest Prod. Edinburgh, Scotland. 1990.
- GROSCLAUDE F. Le polymorphisme génétique des principaux lactoproteins bovines. *En: INRA Prod Anim* 1(1988); p. 5-17.
- IKONENT, Ruottinen O, Erhardt G, Ojala M. Allele frequencies of the major milk proteins in the Finnish Ayrshire and detection of a new kappa-casein variant. *En: Anim Genet* 27 (1996); p. 179-181.

IKONEN T, Ahlfors K, Kempe R, Ojala M, Ruottinen O. Genetic parameters for the milk coagulation properties and prevalence of noncoagulating milk in Finnish dairy cows. En: J Dairy Sci . Vol. 82 (1999); p. 205-214.

KANAMORI M, Kawaguchi F. Attachment sites of carbohydrate moieties to peptide chain of bovine K-casein from normal milk. En: Agric Biol Chem 44 (1980); p. 1855.

MARZIALI AS. Effects of milk composition and genetic polymorphism on coagulation properties of milk. En: J Dairy Sci. 69 (1986); p. 1793-1798.

MEDRANO JF, Aguilar-Cordova E. Genotyping of bovine Kappa-casein loci following DNA sequence amplification. En: Biotechnology. 8 (1990); p. 144-146.

MORINI D, Losi GB, Castagnetti M. Linfluenza delle varianti genetiche della K-caseina sulla dimensioni delle micelle caseiniche. En: Sci Lech Latt Cas 26 (1975); p. 437.

NG-KWAI-HANG, KF. Variation in milk protein concentrations associated with genetic polymorphism and environmental factors. En: J Dairy Sci 70 (1987); p. 563.

NEELIN JM. Variants of K-casein revealed by improved starch gel electrophoresis. En: J Dairy Sci . 47 (1964); p. 506-509.

OJALA M, Famula TR, Medrano JF. Effects of milk protein genotypes on the variation for milk production traits of Holstein and Jersey cows in California. En: J. Dairy Sci. Vol. 80 (1997); p. 1776-1785.



RUSSO V, Mariani P. Polimorfismo delle proteine del latte e relazioni tra varianti genetiche e caratteristiche di interesse zootecnico tecnologico e caseario. En: Rev Zootec Veterin. 5 (1978); p. 1-31.

SCHMIDT DG. Variants of K-casein revealed by improved starch gel electrophoresis. En: Biochem Biophys Acta 90 (1964); p. 411-414.

SCHMIDT DG. Association of caseins and casein micelle structure. En: Develop Dairy Chemistry 1 (1982); p. 61.

SCHAAR J. Effects of K-casein genetic variants and lactation number of the renneting properties of individual milks . En: J Dairy Rev 51 (1984); p. 397.

SCHLEE P, Rottmann O. Identification of Bovine K-casein C using the polymerase chain reaction. En: J Anim Breed Genet 109 (1992); p. 153-155.

VAN EENENNAAM A, Medrano JF. Differences in allelic protein expression in the milk of heterozygous K-casein cow's . En: J Dairy Sci 74 (1991); p. 1491-1496.

———. Milk protein polymorphisms in California dairy cattle. En: J Dairy Sci 74 (1991); p. 1730-1742.

VELMALA R, Vilkki J, Elo K, Maki-Tanila A (1999). Casein haplotypes and their association with milk productions traits in the Finnish Ayrshire cattle. En: Anim Genet 26 (1991); p. 419-425.



## **Toxoplasmosis**

**M.D. Marcos Restrepo Isaza**  
Instituto Colombiano de Medicina Tropical  
Medellín

## ABSTRACT

It refers to the importance of toxoplasmosis as a common entity of domestic and wild animals and transmissible to men; that is the reason why it is considered a zoonosis (type of illness shared among men and animals). Cat is the most important source of infection.



For illness transmission, both children and adult can acquire their infection by contaminating their hands with food containing the parasite. Man is infected by ingesting parasites present in soil. Then, through intestine these parasites leave multiplied to infect tissues and organs. This infection can be severe, but in the majority of cases the symptoms can not be seen. In normal conditions, human being is not himself a source of infection for other animals.

Bovine animals, swine and goats, etc., transmit the infection when their meat containing the parasite is being eaten raw or barely cooked. If meat is perfectly cooked there is no danger.

The groups considered as risky are people which handle meat or viscera with parasites which pass through the hands via oral ingestion to the rest of body. Also through blood stream a parasite can arrive the placenta in a pregnant woman. Furthermore, a random transmission in medical practice, may occur in a blood transfusion or an organ transplant.

It is an illness of difficult diagnosis since very high specific and sensible proofs are needed. Toxoplasmosis is an illness which can be treated. When a clinic frame for parasites is made there are useful medicines.

Prevention can be done taking care of cats, which are the main host for it. Avoiding the ingestion of food contaminated with cat's feces, specially children. Also, avoiding cats near pregnant women. Finally, washing hands as a protection measure.

Animals different from cats are unable to eliminate the parasite. There is no risk of getting the sickness drinking milk. Until now there is not a vaccine which can be effective in humans.

## RESUMEN

El parásito *Toxoplasma gondii* es un protozoo descubierto en 1908 en un roedor silvestre del norte de África.

El nombre de la especie se deriva de este pequeño animal parecido al cobayo o curí americano, que en una lengua africana se llama "gundi". Solamente en 1923 se conoció el primer humano con lesiones oculares causadas por este parásito. La toxoplasmosis es una zoonosis importante para el ser humano, por la facilidad de transmisión de la infección a partir de los gatos (1).

## Toxoplasmosis

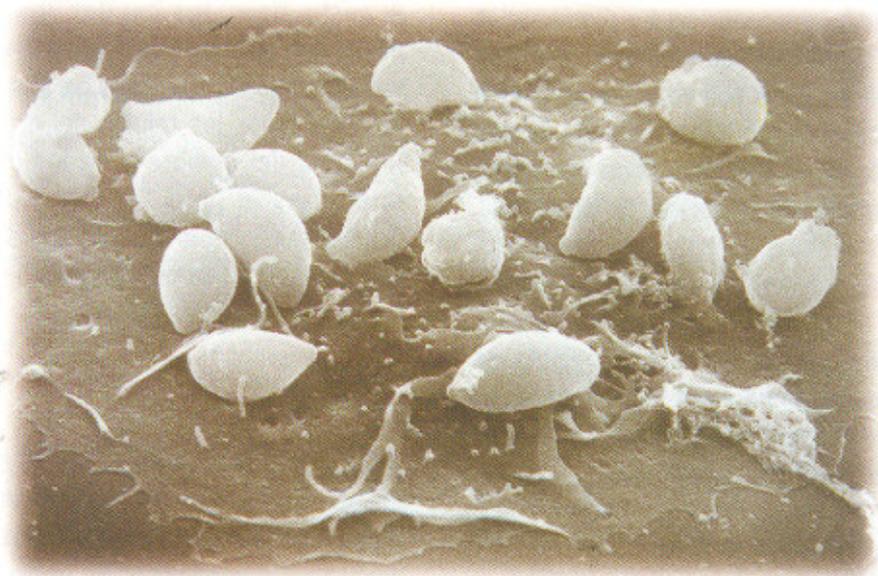


Figura 1

**Toxoplasma gondii** es un parásito unicelular que mide de 4 a 6 micras de longitud y es de forma arqueada o en media luna (Figura 1). Para su reproducción en los animales necesita entrar a las células, principalmente macrófagos. En la naturaleza es un parásito intestinal de los felinos, el más importante como fuente de infección es el gato.

### El Parásito

*Toxoplasma gondii* es un parásito unicelular que mide de 4 a 6 micras de longitud y es de forma arqueada o en media luna (Figura 1). Para su reproducción en los animales necesita entrar a las células, principalmente macrófagos. En la naturaleza es un parásito intestinal de los felinos, el más importante como fuente de infección es el gato (1).

### La Infección en el Gato

Los parásitos se localizan en las células del intestino delgado del gato en donde se multiplican. Allí tienen una reproducción sexuada y se forman los ooquistes que caen

en la luz del intestino para salir en gran cantidad con las materias fecales del gato infectado. Cuando los ooquistes están en el suelo, maduran en 3 ó 4 días y se forman en su interior los esporozoítos. Estos ooquistes son infectantes para otros gatos, para los demás animales e inclusive para el hombre. Los ooquistes son muy pequeños y miden alrededor de 4 a 6 micras, es decir, casi del tamaño de un glóbulo rojo. Otros gatos que ingieran estos ooquistes se infectan y se repite el ciclo de vida. Solamente los felinos tienen infección en el intestino y son los únicos que pueden eliminar los ooquistes (2, 3).

### *Transmisión*

Los niños y adultos que ingieran ooquistes de *Toxoplasma* que están en el suelo, adquieren la infección. Esto lo hacen cuando se contaminan las manos o los alimentos. Los animales fácilmente lo hacen al recoger sus comidas del suelo en donde están los ooquistes infectantes. Los esporozoítos que salen de los ooquistes en el intestino

atraviesan la pared del intestino y son capturados por los macrófagos. Estas células no matan los parásitos sino que ellos se reproducen en su interior, aumentan en número y en varias horas los mata. A estos parásitos de reproducción rápida se les denomina taquizoítos (Figura 1).

A partir de estas células los parásitos se diseminan por los tejidos, principalmente por los vasos linfáticos, los ganglios y la sangre, hasta llegar a todos los tejidos del organismo. En el intestino del hombre y de los otros animales diferentes al gato, no hay reproducción de *Toxoplasma* y por lo tanto no son eliminadores de ooquistes, por eso no transmiten el parásito por las materias fecales (5).

### *Infección en los Animales*

A partir de los ooquistes que llegan al intestino, los parásitos atraviesan la pared intestinal de los animales y se diseminan a todos los tejidos y órganos. Inicialmente hace una infección aguda

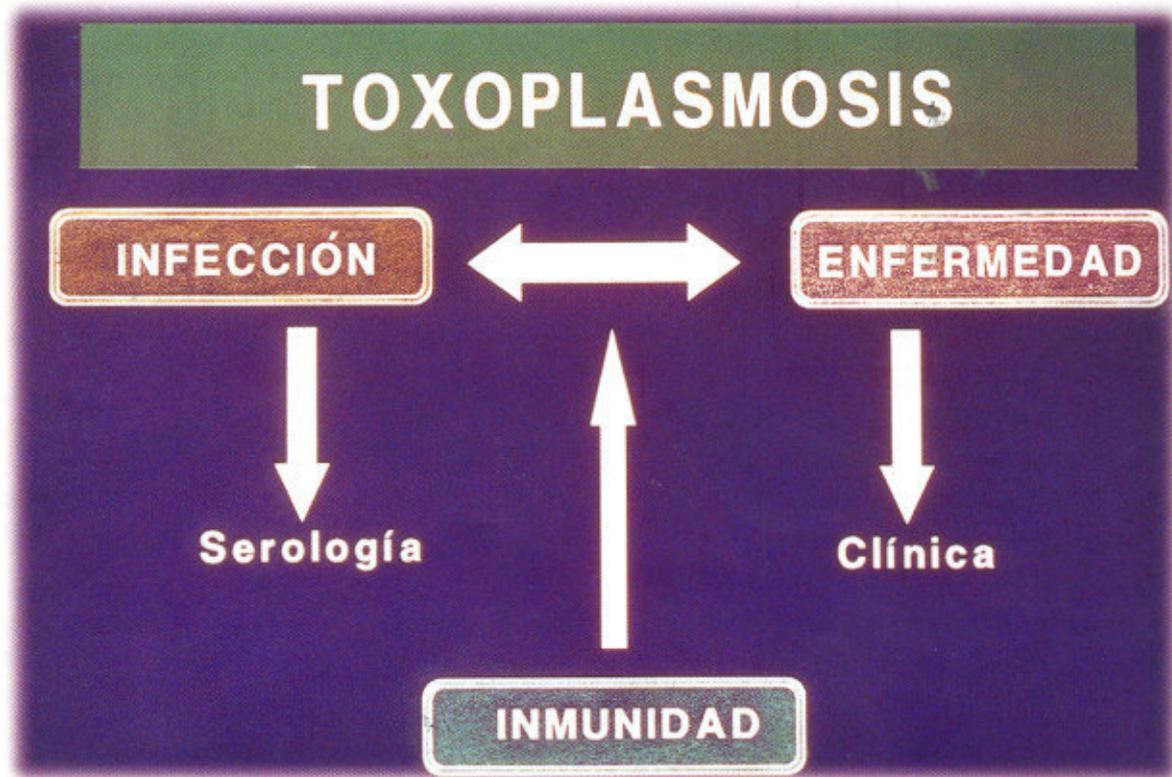


Figura 2

que puede causar enfermedad en los animales o entrar en un estado de inmunidad, en el cual los parásitos se transforman en quistes de los tejidos. Allí permanecen viables toda la vida pero sin causar lesiones, salvo en algunas circunstancias. En ciertos animales como conejos, curies o perros, ocurren epidemias con una alta mortalidad. La mayoría de las infecciones no causan la muerte y el parásito se transforma en quistes de los tejidos que persisten latentes. Estos quistes tisulares son fuente de infección para los animales carnívoros. En estos animales no se eliminan los ooquistes por materias fecales ni por la leche (1, 4, 5).

### ***Infección en el Humano***

Como en todos los animales, el hombre se infecta con la ingestión de los ooquistes del suelo. Del intestino salen los parásitos a infectar los tejidos y órganos. Cuando el hospedero nunca había estado en contacto con *Toxoplasma*, los taquizoítos invaden los macrófagos y allí se multiplican rápidamente en horas. Así se inicia una infección que puede ser aguda pero en la mayoría de los casos transcurre sin síntomas (1).

Después de esta fase inicial de la infección, el hospedero va desarrollando inmunidad contra el parásito y éste se queda en las células que ha parasitado, sintetiza una pared para formar un quiste y en su interior los parásitos se multiplican lentamente, por lo cual se llaman bradizoítos. Estos quistes miden de 20 a 200 micras y permanecen vivos pero silenciosos, sin causar daño.

Cuando existe un desequilibrio inmunológico, los quistes se pueden romper y desencadenan una reacción inflamatoria, muchas veces con manifestaciones clínicas notorias. El ser humano

no es fuente de infección en condiciones naturales para otros seres vivos (1,6).

### ***Transmisión por Ingestión de Carnes***

Los animales diferentes al gato también se pueden infectar con los mismos ooquistes del suelo, pero también se infectan cuando ingieren la carne infectada, como ocurre con los animales que son fuente de carne para consumo humano o para otros animales carnívoros. Los grupos de bovinos, porcinos, caprinos, etc. transmiten la infección cuando se come carne cruda o mal cocida que contiene los quistes viables. Son grupos de riesgo las personas que manipulan carne o vísceras con quistes que pasan a las manos y de allí a la vía oral. Esto puede suceder en cocineros, carniceros, matarifes, etc. Si la carne está bien cocida, no hay peligro de infección (1, 7).

### ***Transmisión por Placenta***

Una tercera forma de infección ocurre en la mujer embarazada que nunca había tenido toxoplasmosis, pero durante su embarazo ingiere los ooquistes del suelo o los quistes de la carne cruda de los animales infectados. En estos casos hay una infección aguda que muchas veces pasa desapercibida, pero los parásitos circulan en la sangre y así llegan a la placenta en donde se pueden reproducir y pasar al feto (8).

### ***Transmisión Accidental***

En la práctica médica también ocurre la transmisión a través de una transfusión de sangre o un trasplante de órgano. Los pacientes receptores pueden adquirir la infección por los parásitos que están en la sangre o en los tejidos que se trasplantan, y luego con la inmunosupresión para evitar el rechazo del órgano, los parásitos se pueden reactivar y hacer

una diseminación con daño severo, que pone en peligro la vida del trasplantado.

Igualmente sucede en el paciente que tiene una toxoplasmosis asintomática y posteriormente sufre de SIDA, o recibe una inmunosupresión severa para el tratamiento de alguna enfermedad, al deteriorarse la inmunidad del hospedero se reactiva la toxoplasmosis y hace una diseminación del parásito que puede ser la causa de su muerte. En personas que trabajan en los laboratorios con cultivos de *Toxoplasma* o en experimentos con los parásitos vivos, existe riesgo de inoculación accidental y por lo tanto de sufrir la enfermedad (1, 9).

## La Enfermedad

Entre un 30 a 50% de la población, se infecta según sea el riesgo de contaminación del medio ambiente. Esto nos muestra que es muy frecuente el contagio, pero no todos desarrollan la enfermedad. Solamente de un 2 a 5 % de las personas que se infectan pueden tener enfermedad con diferentes síntomas (1).

La infección pasa a enfermedad cuando existe un desequilibrio inmunológico (Figura 2). Las principales manifestaciones clínicas de la enfermedad son:

### - Toxoplasmosis Aguda

Si las personas, principalmente los niños, ingirieron las formas infectantes y no tenían inmunidad, pueden presentar síntomas que indican que inicia una toxoplasmosis. Aproximadamente entre los 5 y 18 días de haberse infectado, aparece fiebre y los ganglios

Una tercera forma de infección ocurre en la mujer embarazada que nunca había tenido toxoplasmosis, pero durante su embarazo ingiere los ooquistes del suelo o los quistes de la carne cruda de los animales infectados. En estos casos hay una infección aguda que muchas veces pasa desapercibida, pero los parásitos circulan en la sangre y así llegan a la placenta en donde se pueden reproducir y pasar al feto.

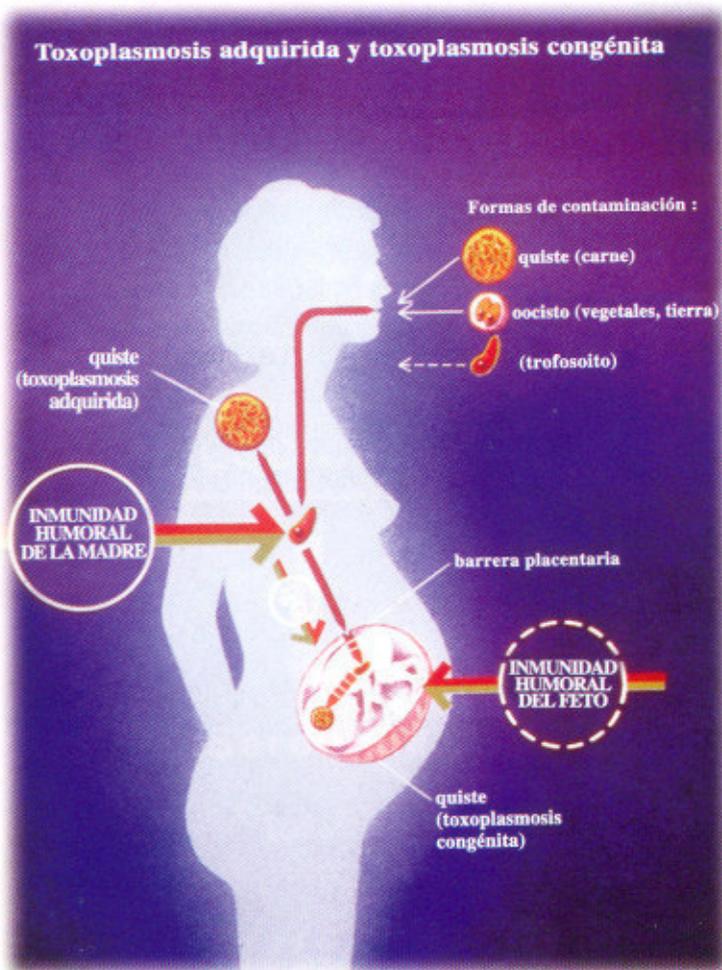


Figura 3

linfáticos aumentan de tamaño. Los ganglios afectados están principalmente en el cuello pero también crecen en todo el cuerpo. Algunas veces hay dolor de garganta, tos, expectoración, escalofríos, dolor de cabeza, falta de apetito, dolores articulares y musculares, y en casos graves existen síntomas gastrointestinales.

Los casos severos no son frecuentes, pero cuando se presentan, generalmente hay complicaciones hepáticas, cerebrales o cardíacas (1, 6, 10).

### - *Toxoplasmosis en el Embarazo*

Cuando una mujer que nunca ha tenido infección por *Toxoplasma*, adquiere los ooquistes del suelo o manipula carne de animales, come carne cruda o mal cocida con los quistes en los tejidos o en los órganos, adquiere la infección como todas las personas, pero si esto ocurre durante el tiempo de embarazo, los parásitos que entran en la sangre circulan por todo el organismo, localizándose en todos los órganos incluyendo la placenta (Figura 3). En este tejido el parásito se puede reproducir y pasar al feto en algún momento del embarazo, aunque algunas veces no alcanza a pasar.

Durante el primer trimestre de la concepción, existe un riesgo de aproximadamente 14% de infección fetal, en este período los daños en el feto son severos y puede terminar en aborto. Si el paso de *Toxoplasma* ocurre durante el segundo trimestre del embarazo, aumenta el riesgo de

pasar por la placenta hasta un 29% y el feto sufre la enfermedad dentro del útero de la madre y al nacer presenta las secuelas.

Si la infección materna ocurre en el último trimestre, el riesgo de transmisión fetal es más alto, hasta un 59%; en estos casos el niño puede nacer con los síntomas de la enfermedad activa. Cuando la mujer embarazada tuvo anteriormente una infección por *Toxoplasma* y posee anticuerpos, no tiene el peligro de una toxoplasmosis congénita (1, 8, 11).

### - *Toxoplasmosis Congénita*

**Si la transmisión se hace en los últimos meses de la gestación, el niño puede morir (mortinato) o sufrir la enfermedad aguda y al nacer presenta las manifestaciones clínicas de la toxoplasmosis.**

**Generalmente existe macrocefalia o hidrocefalia, con crecimiento notorio del perímetro craneano causado por aumento de la presión intracraneana. El parásito causa daño cerebral, lesiones oculares y alteraciones hepáticas y de otros órganos.**

De los recién nacidos infectados, el 70% son asintomáticos, el 20% presentan una toxoplasmosis aguda con lesiones severas o con secuelas, y el 10% presentan compromiso ocular solamente.

Cuando el feto sufre la enfermedad intrauterina, hay daños severos de los órganos, pero la toxoplasmosis activa pasa dentro de la madre y termina su actividad, naciendo el niño con las secuelas de la enfermedad, con microcefalia (cabeza muy pequeña) y daños cerebrales tanto de tipo

psíquico como motor, además de otras alteraciones orgánicas.

Si la transmisión se hace en los últimos meses de la gestación, el niño puede morir (mortinato) o sufrir la enfermedad aguda y al nacer presenta las manifestaciones clínicas de la toxoplasmosis. Generalmente existe macrocefalia o hidrocefalia, con crecimiento notorio del perímetro craneano causado por aumento de la presión intracraneana. El parásito causa daño cerebral, lesiones oculares

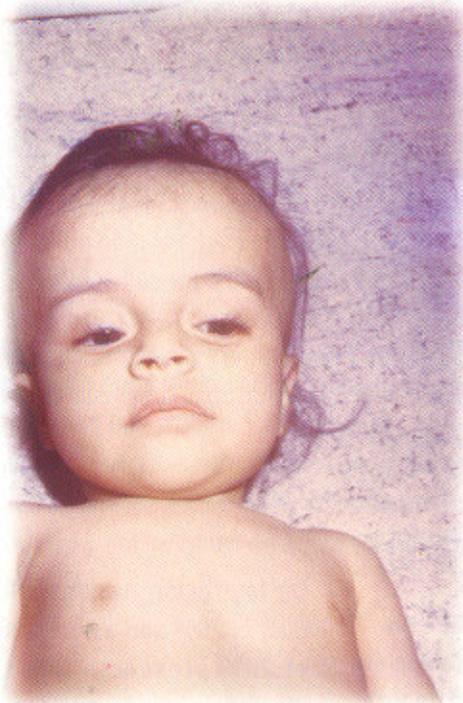


Figura 4

Como en todos los animales, el hombre se infecta con la ingestión de los ooquistes del suelo. Del intestino salen los parásitos a infectar los tejidos y órganos. Cuando el hospedero nunca había estado en contacto con *Toxoplasma*, los taquizoítos invaden los macrófagos y allí se multiplican rápidamente en horas.

y alteraciones hepáticas y de otros órganos (Figura 4).

La mayoría de las infecciones a través de la placenta ocurren en forma silenciosa y no se presentan síntomas aunque el niño tenga la infección al momento del nacimiento. En estos casos puede transcurrir una vida totalmente normal sin enfermedad o presentar tardíamente algunas manifestaciones clínicas como lesiones oculares (1, 8, 12).

### - *Toxoplasmosis Ocular*

El compromiso ocular puede ocurrir tanto en la toxoplasmosis congénita aguda o como una secuela tardía, donde la lesión ocular es la única manifestación de una toxoplasmosis crónica. La lesión ocular se describe como una coriorretinitis. Cuando los parásitos se localizan en el ojo, forman quistes en la retina y en la coroides y allí permanecen silenciosos. Cuando existe alguna alteración inmunológica por alguna enfermedad o por medicamentos inmunosupresores, los quistes de *Toxoplasma* se pueden romper. Cuando ocurre la ruptura hay una intensa reacción inflamatoria que es la responsable de las lesiones oculares, con pérdida de la visión. En cada sitio donde se rompe un quiste hay daño de la retina y finalmente queda una cicatriz que interfiere con una buena visión (1, 6, 13).

### - *Otras Formas Clínicas*

El toxoplasma puede invadir cualquier órgano y en algunas ocasiones presentar daños selectivos en algunos de ellos. Por este motivo encontramos que algunos pacientes pueden presentar miocarditis, neumonitis, hepatitis, encefalitis, etc. En los pacientes que tienen un deterioro severo de su inmunidad las complicaciones son más graves y pueden llevarlo a la muerte. En las personas que tengan toxoplasmosis latente y que adquieran SIDA, el parásito se reactiva causando enfermedad severa, con frecuencia encefalitis, que puede ser la causa de la muerte (1, 9, 14).

### *El Diagnóstico*

La toxoplasmosis es una enfermedad de difícil diagnóstico parasitológico, pues en muy pocas oportunidades es posible ver los parásitos en el paciente. En casos especiales es necesario hacer inoculaciones en ratones o en cultivos de células. Ante la dificultad de la demostración de los toxoplasmas, se recurre a métodos indirectos que

indiquen la presencia del parásito en el paciente. Estos métodos son los serológicos, pues la presencia de anticuerpos indica que el parásito está en los tejidos, no necesariamente que el paciente esté enfermo.

Se dispone de varias pruebas para detectar los diferentes tipos de anticuerpos: El método clásico es la prueba de Sabin y Feldman, llamada también la prueba del colorante. En ella se utilizan parásitos vivos obtenidos de exudado peritoneal de ratones inoculados en el laboratorio, que sirven como antígeno de la reacción. Ha sido considerada como la prueba patrón, pero debido a las dificultades técnicas de obtener parásitos vivos, no es práctica en los laboratorios de rutina.

La inmunofluorescencia (IFI) para *Toxoplasma* es un método que reemplaza a la prueba anterior por su alta especificidad y sensibilidad. Se requiere un microscopio de fluorescencia y se pueden dar resultados cuantitativos de los anticuerpos. Detecta los anticuerpos después de 8 a 10 días de haber ocurrido la infección. Los títulos suben notoriamente en las formas agudas y persisten por toda la vida. Casi en igualdad de condiciones está la prueba inmunoenzimática o prueba de ELISA, que tiene un comportamiento similar a la IFI. Con estas pruebas se pueden detectar los anticuerpos IgG e IgM. Este último anticuerpo cuando está presente indica que la infección es reciente y por lo tanto es útil para el diagnóstico de infección en la mujer embarazada y en el recién nacido. Los anticuerpos IgG están presentes en todo momento de la infección y tienen títulos elevados en las formas agudas.

En los últimos años se le ha dado importancia también a los anticuerpos IgA para el diagnóstico de infección reciente. La sola presencia de

anticuerpos en la sangre indica que la persona está infectada, pero pocos de ellos tienen enfermedad. Lo más importante para definir infección o enfermedad es saber interpretar estas pruebas frente a las manifestaciones clínicas del paciente. Existen otras pruebas serológicas que se utilizan de acuerdo con las necesidades y complementan el diagnóstico (1, 15, 16).

### Tratamiento

La toxoplasmosis como enfermedad es tratable. Existen varios medicamentos que son útiles según la clínica y el tipo de complicaciones. La sola presencia de anticuerpos en la sangre no es indicación para recibir un tratamiento. La infección latente no se trata, pues los medicamentos no erradican el parásito del organismo. Solamente se hace un tratamiento específico cuando exista un cuadro clínico causado por los parásitos (1, 6, 13).

### Prevención

Es bien conocido que el gato es el principal hospedero de *Toxoplasma gondii*. Las medidas preventivas están orientadas a la protección de la contaminación fecal de estos animales. El cuidado de no ingerir alimentos contaminados en el suelo, especialmente en los niños, es importante para no recibir los ooquistes eliminados por el gato. Los niños y personas que manipulan gatos tienen riesgo de adquirir la infección y es importante que no existan gatos en donde habita una mujer embarazada, especialmente si carece de anticuerpos.

También se debe tener cuidado con la carne cruda, tanto en la manipulación como en la ingestión, ya que puede contener quistes. El lavado de las manos es importante como

**De los recién nacidos infectados, el 70% son asintomáticos, el 20% presentan una toxoplasmosis aguda con lesiones severas o con secuelas, y el 10% presentan compromiso ocular solamente.**

protección de los quistes que queden adheridos después de la manipulación. Los animales diferentes a los gatos no eliminan quistes por las materias fecales. Tampoco existe riesgo de toxoplasmosis a través de la leche. Hasta el momento no se dispone de una vacuna efectiva para los seres humanos (1, 4, 11).

### **Bibliografía**

1. BOTERO D, Restrepo M. Parasitosis Humanas. 3ª Ed. CIB, Medellín. 1998.
2. FRENKEL JK. *Toxoplasma gondii* in cats: fecal stages identified as Coccidian oocysts. En: Science. 167 (1970), p. 893-896.
3. FREYRE A, Dubey JP, Smith DD, Frenkel JK. Oocyst induced *Toxoplasma gondii* infection in cats. En: J Parasitol. 75 (1989); p. 750-755.
4. FRENKEL JK. Toxoplasmosis in human beings. En: J Am Vet Med Assoc. 4 (1989); p. 4-12.
5. MORRIS JG. Current trends in human disease associated with foods of animal origin. En: J Am Vet Med Assoc. 209 (1996); p. 2045-2047.
6. RESTREPO M, Botero D. Protozoosis de sangre y tejidos. En: Fundamentos de Medicina. Enfermedades Infecciosas. 5ª. ed. Medellín: CIB, 1996. p. 547-577.
7. RUIZ A, Frenkel JK. Intermediate and transport host of *Toxoplasma gondii* in Costa Rica. En: Am J Trop Med Hyg. 29 (1980); p. 1161-134.
8. RESTREPO M, Jaramillo V, Kurzer A. Toxoplasmosis en el embarazo y su transmisión placentaria. En: Rev Obstet Ginecol Colombia. 22 (1971); p. 133-138.
9. TUAZON CU. Toxoplasmosis in AIDS patients. En: Antimicrob Chemoth. 23 (1989 Suppl A); p. 77-82.
10. FRENKEL JK. Toxoplasmosis. En: Ped Clin N Am. 32 (1985); p. 917-932.
11. WONG SY, Remington JS. Toxoplasmosis in Pregnancy. En: Clin Infect Dis. 18 (1994), p. 853-862.
12. DESMONTS G, Forestier F, Thulliez PH, et al. Prenatal diagnosis of congenital toxoplasmosis. En: Lancet. 1 (1985); p. 500-503.
13. TABBARA KF, O'Connor GR. Treatment of ocular toxoplasmosis with clindamycin and sulfadiazine. En: Ophthalmology. 87 (1980); p. 129-134.
14. PORTER SB, Sande MA. Toxoplasmosis of the central nervous system in the acquired immunodeficiency syndrome. En: N Engl J. 327 (1992); p. 1643-1648.
15. TENTER AM, JOHNSON AM. Recognition of recombinant *Toxoplasma gondii* antigens by human sera in an ELISA. Parasite Res 1991;77:197-203.
16. POTASMAN I, Araujo FG, Thulliez P, Desmots G, Remington JS. *Toxoplasma gondii* antigens recognized by sequential samples of serum obtained from congenitally infected infants. En: J Clin Microbiol 1987; 25:1926-1931.

