

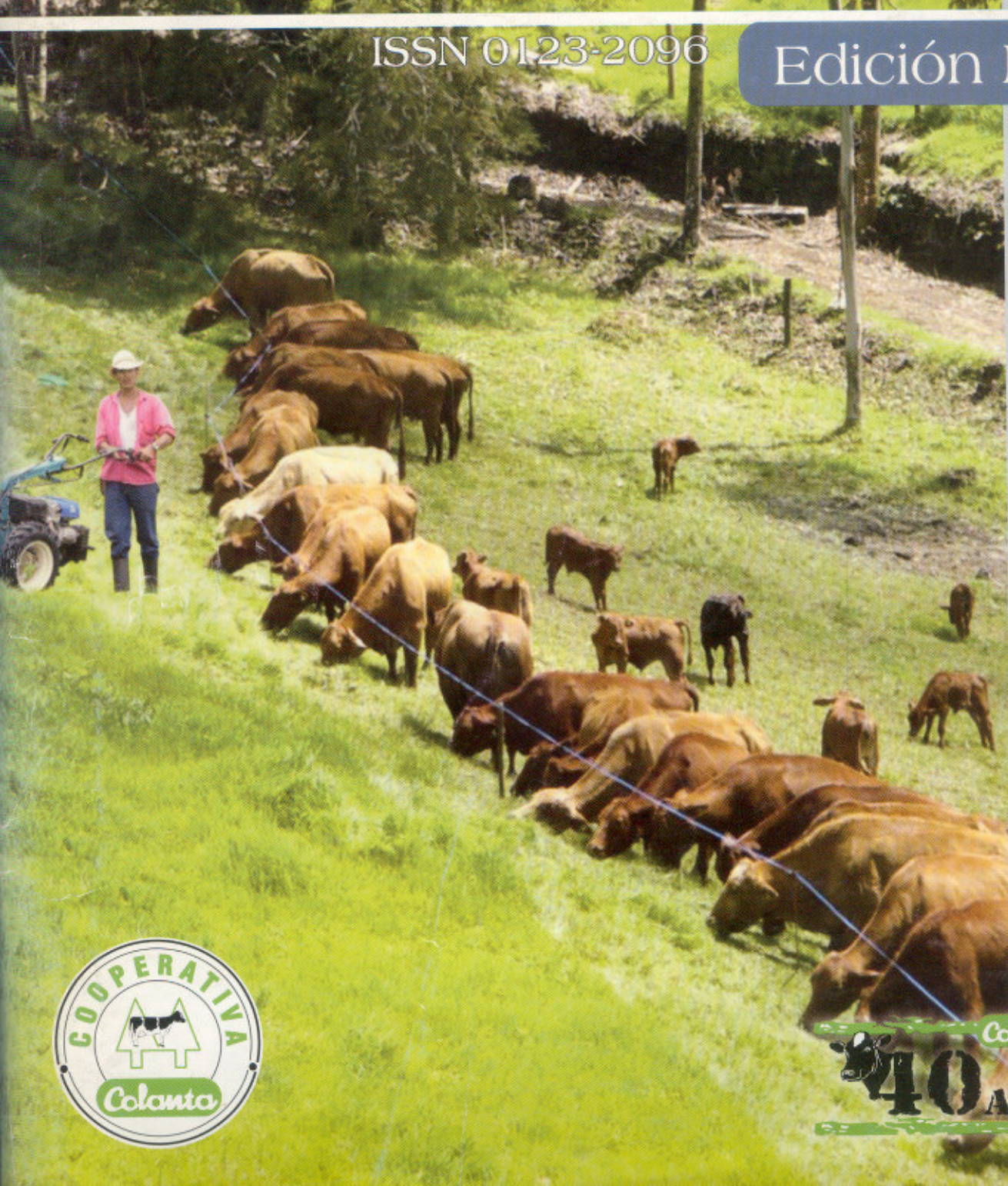


Código N° 900-1
Recepción, procesamiento, despacho
en plataforma de leche pasteurizada
en la Planta Medelán,
BO 9091/2000

Despertar Lechero

ISSN 0123-2096

Edición No 22





Fotografía Portada: Jaime Aristizabal
Propietario: Saman S.A
Finca: El Diamante - El Retiro - Antioquia
Sistema Pastoreo Inteligente

Revista No 22

DESPERTAR LECHERO

Julio 2004

ISSN 0123-2096

Cooperativa COLANTA

Calle 74 No. 64A - 51

A.A. 2161 Medellín

Teléfono: (4) 257 16 20

despertarlechero@colanta.com.co
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

CONTENIDO

Editorial

6

Pastoreo Inteligente

La Nueva Alternativa para Aumentar la Rentabilidad
de Nuestros Hatos Lecheros.

15

Nutrición

La vaca en transición

31

¿Qué produce el RUMEN?

55

Investigación para el Desarrollo

Comparación del efecto del genotipo de kappa-caseína
sobre la composición de la proteína láctea en diversas razas lecheras

73

Medio Ambiente

Producción Lechera Económica y Sostenible.

86

FARMACOLOGÍA

Utilización de medicamentos durante la Preñez y
la Lactancia de los Bovinos

97

Cultura Láctea

La industria del Queso en Colombia.

117

Entérese

138

Autores

142

Organización

CONSEJO DE ADMINISTRACIÓN

PRINCIPALES

Ing. Guillermo Gaviria E.
Abo. Daniel Cuartas T.
Ing. Amílcar Tobón L.
Sr. L. Carlos Gómez M.
Sr. Noé de J. Arboleda J.

SUPLENTES

M.V. Gustavo Cano L.
Sr. Humberto Roldán E.
Sr. Elkin Jaramillo C.
Adm. Sergio Carlos Mejía M.
Lic. Gabriel Jaime Moreno M.

DIRECTOR

M.V.Z. Jenaro Pérez G.
Gerente General

JUNTA DE VIGILANCIA

PRINCIPALES

Abo. Albeiro de J. Henao.
Tecn. Mec. Jorge Alberto B.
Sr. L. Fernando Balbín A.

SUPLENTES

Sr. Guillermo L. Velásquez U.
Sr. Martín A. Yepes S.
Lic. y Tec. Agr. L. Alfonso Salas C.

COMITÉ DE EDUCACIÓN

PRINCIPALES

T.M. Jairo A. Saldarriaga Z.
Tec. Juan J. Palacio S.
Ing. Mec. Eduardo Velásquez V.

SUPLENTES

Sr. José I. Betancur A.
Zoot. Carlos M. Medina R.
Sra. Martha C. López M.

EDITORES

C.S. Olga B. Aguilar P.
C.S. Cielo E. Mahecha D.

Organización

COMITÉ DE REVISTA

Zoot. Jaime Aristizábal V.
Agron. Ricardo Ochoa O.
M.V.Z. Humberto Cardona M.
M.V. Hernán Gallego C.

Lic. Jorge H. Ángel T.
Bib. Martha C. Arango E.
Ing. Carlos Londoño.
C.R.C Berenice Marín

COMITÉ TÉCNICO

M.V. Hernán Gallego C.
MV Orlando Salazar R.
Ing. Ricardo Ochoa O.
Zoot. Jaime Aristizabal V.
Zoot. Juan Manuel Cerón A.
M.V.Z. Humberto Cardona M.
M.V. Carlos H. Londoño L.
M.V. Pablo C. Lopera M.
M.V. Francisco Maya M.
MV. Juan F. Vasquez C.
M.V. Luis H. Benjumea G.
M.V. Andrés Escobar V.
M.V. Juan E. Restrepo B.
A.E.A. Mercedes Toro T.
Q.F. Afranio Cuervo A.
M.V. Victor Londoño M.
Tec. Juan Gonzalo Montoya R.
Zoot. Julián Echeverry Z.
M.V.Z. Santiago Valencia.
M.V.Z. Óscar Montoya M.

M.V. Luis F. Giraldo S.
M.V. Manuel G. Jaramillo V.
Zoot. Mariano Ospina H.
Zoot. Weimar Londoño.
M.V.Z. Gustavo H. Orozco S.
M.V. Alberto C. Giraldo R.
M.V. Carlos A. Salazar J.
M.V. Jorge S. Melo G.
Zoot. Juan E. Montoya S.
T.A. Alveiro Perez L.
Ind. Pec Juan D. Roldán J.
Ind. Pec Juan D. Salazar V.
A.E.A. Wilson Puerta P.
M.V. Juan J. Gómez R.
M.V.Z. Cesar A. Castro.
Tec. Elkin Pavas T.
Tec. Jaime Velez P.
Adm. Omar Pestana
Zoot. Alex Gutiérrez

PREPrensa e Impresión

LITOBASIL

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN

Pub. Saily Pineda B.

Departamento de Educación y Promoción Cooperativa
COLANTA

Medellín, agosto de 2004

Doctor
ANDRÉS F. ARIAS L.
Viceministro de Agricultura
Bogotá D.C.

Señor Viceministro:

Con el fin de informar objetivamente a la opinión pública, me refiero a sus ligeras declaraciones por "CARACOL T.V." y "TELEPAÍS" en julio 11, en las que con nesciencia, se creó confusión entre productores y consumidores, ya que desde julio 6, el I.C.B.F. había adjudicado a COLANTA, 50% de los "DESAYUNOS INFANTILES", y ninguna otra empresa licitó por el otro 50%. No licitamos por el 100%, por prudencia, porque el año pasado, una pasterizadora demandó al I.C.B.F. por la adjudicación del 100% a La Cooperativa.

En 2004, como en los años anteriores, COLANTA fue la única que reunió los requisitos exigidos por la respetable institución I.C.B.F, razón por la que el presente año, también el 100% se adjudicó a COLANTA.

Puede estar seguro el público en general, que sistemáticamente licitaremos al I.C.B.F.

Otra demostración de la falta de fundamentos de sus declaraciones, es que COLANTA ha entregado al I.C.B.F. y a otras instituciones, 145 millones de refrigerios y/o DESAYUNOS INFANTILES, equivalentes a 29 millones de litros de leche y donó en barrios populares, 50 millones de litros en los últimos seis años.

El programa de Leche Infantil lo inició Suecia desde hace más de 100 años; existe en Dinamarca, países europeos; en República Dominicana desde 1919 y en México desde 1930. En Kenia hace 12 años, todos los niños consumen leche diariamente, suministrada por el Estado. En Colombia, gracias al acierto del Presidente Álvaro Uribe Vélez, desde la Gobernación de Antioquia en 1996, ha impulsado decididamente el programa de "LECHE ESCOLAR". Ver anexos 2 y 3: Artículo de El Tiempo: "Cruzada contra el hambre" y de El Colombiano: "En Colombia cada dos días muere un desnutrido".

Desconcierta que ante la justa y obvia reclamación por sus ligeras declaraciones públicas, de la Ing. Ind. M^a. Isabel Hidalgo, Gerente de FEDECOOLECHE, reconocida por su trayectoria con más de 30 años en el sector lácteo y en Economía Solidaria, se le trate despectivamente, en lugar de aprovechar sus conocimientos en bien del sector lechero. Esto demuestra que altos funcionarios públicos, ignoran la Constitución Nacional, artículos 64 y 65, que ordenan el apoyo y protección a las entidades dedicadas a la actividad agraria y el artículo 333, que ordena el fortalecimiento y estímulo a las entidades de la economía solidaria.

Inexplicable que mientras COLANTA tiene que enviar sobrantes de leche a pulverizar a países vecinos, con altísimos costos, para exportarlos con grandes pérdidas que el año anterior pasaron de \$12.000 millones, se crea pánico al proponer utópicamente "importar leche ultrapasterizada". Históricamente las importaciones de leche han sido foco de corrupción.

El año pasado, aunque la natalidad ha disminuido, se importaron 5.500 tons. de leche en polvo maternizada, cuando el promedio en los últimos 7 años fue de 1.700 tons./año. ¿Existe alguna investigación sobre estos hechos por parte del Ministerio o de Procuraduría?

El anexo N° 1, demuestra que en Colombia el consumidor paga apenas US\$0.45 por litro de leche y COLANTA paga al productor US\$0.26/litro, que equivale al 57% del precio al consumidor uno de los porcentajes más altos del mundo, contra 35% que es el promedio de 26 países. Ver anexo 1.

Resaltamos como hechos de gran interés la política gubernamental del Señor Presidente de la República, que a la vez que está creando empleo en el campo, impulsa con el ICBF, su programa social estrella de DESAYUNOS INFANTILES, y próximamente el de leche para ancianos marginados, programa quizás único en el mundo, que demuestra su alto sentido social. Por ello es incomprensible que mientras el Presidente Uribe defiende al productor rural colombiano, el ministerio de Agricultura va en contravía.

La Ley 89 de 1993, artículo 4°, parágrafo 1° establece que el Fondo Nacional del Ganado, está obligado a destinar por lo menos un 10% de sus ingresos al consumo de leche y carne a favor de los sectores de bajos ingresos. Por ello hemos sugerido al Señor Presidente, se destine este 10% a programas como el de Presidencia de la República-ICBF.

Miles de niños tienen hambre y por esto es absurdo tener que exportar leche líquida o evaporada, porque no existen pulverizadoras suficientes, mientras el F.N.G. montó cinco mataderos innecesarios.

¿Por qué con recursos parafiscales que son dineros oficiales, el F.N.G, que preside el Ministerio de Agricultura, se subsidiaron exportaciones de carne al Perú, en más del 50%, mientras el consumo de carne en el país ha disminuido de 20 Kg. a 14.5 kg per cápita/año? Estos recursos deberían invertirse en comprar excedentes de leche para combatir el hambre de niños, ancianos, desplazados.

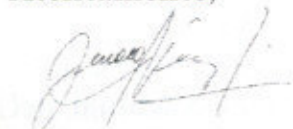
EN COLOMBIA SOBRA LECHE Y FALTA CARNE

Señor Viceministro: Con hechos demostramos que con eficiencia, el sistema cooperativo puede hacer de Colombia un país más justo, con la equitativa redistribución del ingreso, como un camino hacia la paz. Así lo ha pregonado el Presidente Dr. Álvaro Uribe Vélez.

Anexos:

1. Cuadro de precios al ganadero, al consumidor y porcentaje al ganadero con relación al consumidor.-
2. Artículo del Diario El Tiempo, de agosto 26/2004: "CRUZADA CONTRA EL HAMBRE".
3. Artículo del diario El Colombiano, de agosto 29/2004: "EN COLOMBIA CADA DOS DÍAS MUERE UN DESNUTRIDO".

Atentamente,



JENARO PEREZ G.
Gerente General

Anexo 1. CUADRO DE PRECIOS AL GANADERO, AL CONSUMIDOR Y PORCENTAJE AL GANADERO CON RELACIÓN AL CONSUMIDOR.

LITRO 1,000 cc

NRO.	PAÍS	US\$ CONSUMIDOR	US\$ PRODUCTOR	% AL PRODUCTOR
1	JAPÓN	2,00	0,75	37,5
2	ITALIA	1,28	0,45	35,20
3	AUSTRIA	1,28	0,28	21,90
4	FRANCIA	1,18	0,31	26,30
5	CANADÁ	1,09	0,46	42,20
6	DINAMARCA	0,98	0,33	33,70
7	REP. DOMINICANA	0,98	0,22	22,40
8	INGLATERRA	0,94	0,27	28,70
9	AUSTRALIA **	0,80	0,16	20,00
10	SUECIA	0,74	0,34	45,90
11	CHILE **	0,73	0,14	19,20
12	PERÚ	0,72	0,25	34,70
13	PANAMÁ	0,70	0,27	38,60
14	HOLANDA	0,68	0,34	50,00
15	VENEZUELA	0,65	0,31	47,70
16	BRASIL	0,63	0,15	23,80
17	PARAGUAY	0,63	0,18	28,60
18	ESTADOS UNIDOS	0,62	0,29	46,80
19	ARGENTINA **	0,60	0,15	25,00
20	NUEVA ZELANDA **	0,55	0,16	29,10
21	ECUADOR	0,53	0,20	37,70
22	NICARAGUA	0,53	0,27	50,90
23	COSTA RICA	0,51	0,27	52,90
24	MÉXICO	0,51	0,26	51,00
25	COLOMBIA	0,46	0,21	45,70
26	COLANTA ASOCIADOS *	0,46	0,26	57,00
27	URUGUAY **	0,29	0,11	37,90
	PROMEDIO	0,78	0,27	35,00

* COLANTA paga el mejor precio 57%

** Países sin subsidio

Fuente: Argentina FUNESIL

Anexo 2. Artículo El Tiempo, agosto 26/2004: "CRUZADA CONTRA EL HAMBRE".

EL TIEMPO

26 DE AGOSTO DE 2004

FORO / MILLONES LA SUFREN

Cruzada contra el hambre

SOCIEDAD / 5,7 MILLONES DE COLOMBIANOS PADECEN DE MALA ALIMENTACIÓN

Acosados por el hambre

Anexo 3. Artículo El Colombiano, agosto 29/2004: "EN COLOMBIA CADA DOS DÍAS MUERE UN DESNUTRIDO".

EL COLOMBIANO

29 DE AGOSTO DE 2004

En Colombia cada dos días muere un desnutrido

Pastoreo Inteligente

La Nueva Alternativa para Aumentar
la Rentabilidad de Nuestros Hatos Lecheros

JAIME ARISTIZABAL V.

Zootecnista-Esp. Producción Animal
Asistente Técnico COLANTA
E-mail: jaimeav@colanta.com.co

ALEXANDER ECHEVERRI G.

Zootecnista Universidad de Antioquia
Grupo de Ciencias de la leche
E-mail: alexgz@terra.com.co

DIEGO M. ECHEVERRI E.

Profesor Ganado de Leche U. de A.
Profesor Ganado de leche Politécnico Jaime Isaza Cadavid
e-mail: diegomaucioe@terra.com.co

FOTOGRAFÍAS:

Aristizabal J.; Echeverry A.;
Echeverry D. 2003



Pastos y Fertilizantes

Pastos y Fertilizantes



RESUMEN

Los sistemas de producción de leche en Colombia, basan su alimentación fundamentalmente en el pastoreo tradicional. En estos sistemas, la producción es dependiente del consumo y calidad del forraje disponible.

Dado el costo de producción de leche y considerando que el valor por kilogramo de MS de pasto es menor que el de kilogramo de MS de concentrado, la utilización de estos debe ser estratégica, para mantener un balance nutricional y una ración más económica.

La vaca es básicamente una transformadora de forrajes y está muy bien equipada para dicha función. Por esto es evidente la necesidad de nuevas alternativas en sistemas de alimentación para el ganado lechero. Esto es sumamente importante cuando intensificamos la producción de nuestro hato.

La implementación del sistema de pastoreo racional inteligente es una solución a los problemas que se tienen en la producción de leche especializada, ya que éste aumenta la producción de leche por hectárea, disminuye los problemas reproductivos y enfermedades metabólicas, debido a que las vacas consumen mayor cantidad de materia seca.

El aumento en la producción de leche por hectárea es la mejor alternativa que tenemos para ser competitivos en los mercados internacionales, en los cuales tarde que temprano tendremos que entrar a negociar.

La elaboración de esta serie de artículos ha sido un esfuerzo de cinco años de trabajos y observaciones de campo, efectuados en el Altiplano Norte y el Oriente Antioqueño, bajo la dirección del Grupo de Leche de la Universidad de Antioquia y el Zootecnista Jaime Aristizabal Vallejo técnico de COLANTA.





SUMMARY

The systems of production of milk in Colombia, it bases their feeding fundamentally on the traditional grazing. In these systems the production is dependent, of the consumption and quality of the available forage.

Given the cost of production of milk and considering that the value for kilogram of grass MS is smaller than that of kilogram of MS of concentrated, the use of these it should be strategic, to maintain a nutritional balance and a more economic portion.

The cow is basically very well a transformer of forages and this equipped for this function. For this reason it is evident the necessity of new alternatives in feeding systems for the dairy cattle. This is extremely important when we intensify the production of our cluster.

The implementation of the system of intelligent grazing, is since a solution to the problems that are had in the production of specialized milk, this the production of milk increases for hectare, it diminishes the reproductive problems and metabolic illnesses, because the cows consume bigger quantity of dry matter.

The increase in the production of milk for hectare is the best alternative that we have to be competitive in the international markets, in which it takes that early we will have to enter to negotiate.

The elaboration of this series of articles has been a five year-old effort and field observations, made in the North Highland and the East Antioqueño, under the direction of the Group of Milk of the University of Antioquia and the Zootecnista Jaime Aristizabal Vallejo technical of COLANTA.

Pastoreo Inteligente

La Nueva Alternativa para Aumentar la Rentabilidad
de Nuestros Hatos Lecheros

Sistemas de Pastoreo

Existen diversos sistemas de pastoreo para ganado bovino, dentro de estos los más utilizados son: el continuo, el alterno, el rotacional, en franjas, pastoreo nulo y el Pastoreo Inteligente.

Los elementos básicos de un sistema de pastoreo son: el período de ocupación y el período de descanso.

Período de ocupación: es el tiempo total en horas o días que un animal o grupo de animales pastorean un potrero en cada rotación.

Período de descanso: es el ciclo comprendido entre dos pastoreos sucesivos, durante el cual se deja recuperar el pasto.

Para realizar un análisis más exhaustivo de los sistemas de pastoreo, nos basaremos en las cuatro leyes de Voisin:

Primera ley:

“Antes de que una pradera esté lista para pastorear, es necesario que haya transcurrido un intervalo suficiente entre dos pastoreos consecutivos, con el fin de permitirle al pasto la acumulación de las reservas necesarias para estimular un crecimiento vigoroso después del corte o pastoreo, y la producción de mayor cantidad de forraje por hectárea”.

Segunda ley:

“El período total de ocupación de un potrero debe ser lo suficientemente corto para que una planta que fue cosechada por el animal, el primer día o a principios del período de ocupación, no sea cosechada de nuevo por la mandíbula del animal antes de dejar dicho potrero”.

Tercera Ley:

“A los animales con requerimientos nutricionales más altos, debe permitírseles cosechar la mayor cantidad de pastos y de mejor calidad”.



Fot

Cuarta ley:

“Si una vaca lechera va a producir cantidades regulares de leche, no debe permanecer en un potrero más de tres días. La producción de leche máxima se obtendrá si permanece en el potrero un solo día”.

Apoyados en lo anteriormente enunciado, y apartándonos del sistema de pastoreo tradicional, hemos realizando una propuesta novedosa, denominada Pastoreo Inteligente.

PASTOREO INTELIGENTE

El pasto es cortado con (motocultor o guadañadora) y dejado en el potrero durante unas horas, para que pierda humedad, y luego se le ofrece a las vacas delante de una cuerda eléctrica (foto 1), la cual impide que el animal pisotee, orine o defaque sobre el pasto. En este sistema solo existe una pérdida de pasto de un 10-15%, aumentando la capacidad de carga y los días de duración de los potreros.



Foto 2

En este tipo de pastoreo las vacas se manejan por franjas, pero la diferencia está en que el pasto no es tocado por los animales antes de consumirlo, además como se aprecia en la foto 2, se debe mantener una cuerda atrás de las vacas para evitar que éstas regresen a consumir los rebrotes. !Razón tenía Voisini

Cuando el ganado sale de la franja pastoreada, se debe aprovechar para ser inmediatamente fertilizada. En observaciones de campo hemos comprobado el gran beneficio de esta práctica, obteniendo un mejor aprovechamiento del fertilizante, una mayor cantidad de pasto y un desarrollo más armónico.

Manejo del Pastoreo y Crecimiento del Pasto

EL COLCHÓN



Foto 3

El principal problema en el crecimiento del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en el sistema tradicional de pastoreo es el colchón formado por las hojas muertas que van quedando. Este ocasiona que el pasto crezca a partir no del suelo, sino de sustratos de material en proceso de descomposición, con rizomas y estolones muy pequeños creando una compactación, mala aireación y por ende provocando que el fertilizante no tenga un buen contacto con el suelo, este fenómeno se puede ver en la foto 3.

DESCANSO DEL POTRERO

En el pastoreo inteligente se debe manejar un tiempo de descanso de los potreros de aproximadamente 50 días, de esta manera se le da oportunidad de alcanzar su llamarada de crecimiento, de 40-50 días, como se observará más adelante y obtener así un mejor rendimiento. Si la duración de la rotación es corta, las hojas nuevas no pueden alcanzar un óptimo desarrollo; si es larga, el pasto se acostará dando un autosombrío y creando gran desperdicio (foto 4). Este aspecto es de gran trascendencia práctica y técnica, por la forma que se toman las muestras de pastos para un análisis foliar o bromatológico, no teniendo en cuenta lo anteriormente visto que los pastos que no fueron comidos por la vaca, pueden alcanzar edades desde los 80 a 120 días,



Foto 4

Pastoreo Inteligente



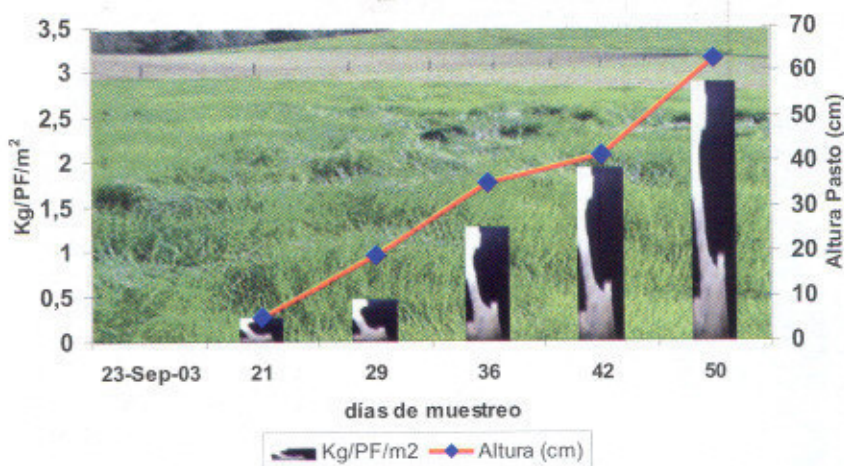
CORTE DEL PASTO

El corte en pastoreo inteligente debe ser a 10 cm del suelo en invierno y a 15 cm en verano, todo esto con el fin de no agotar las reservas del pasto, obtener rebrotes más vigorosos, crecimiento más homogéneo de la pastura, evitar el sombrío y aumentar el índice de área foliar, debido a que el pastoreo Inteligente estimula el desarrollo de rizomas para que las hojas emerjan a partir del suelo. Esto se evidencia en trabajos de campo, en los cuales se han efectuado aforos, realizando curvas de crecimiento de las pasturas segadas por motocultor, demostrando aumento significativo en la producción de hojas por metro cuadrado (índice de área foliar), que equivale a un incremento mayor en la producción de pasto por unidad de área. En la foto 5 se observa como el corte del pasto con el motocultor aumenta la relación hoja tallo del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), debido a que el rebrote de las hojas se da desde el suelo y no existe material muerto que demore el crecimiento.



Foto 5

Gráfico 1. Curva de crecimiento pasto Kinkuyo (*Pennisetum clandestinum*)



Pérez C. Echeverri A. 2003
 Datos sin publicar,
 tomados en el Oriente Antioqueño

Algunos experimentos realizados en el Oriente Antioqueño y el Altiplano Norte (gráfico 1) nos dan una nueva visión en el crecimiento del pasto, observándose una llamarada de crecimiento de los 40 a 50 días, como anteriormente se había mencionado, dando como resultado en este lapso de tiempo un incremento de un kilogramo de pasto por metro cuadrado en una semana, lo que equivaldría a 10 ton pasto / Ha. Se hace la salvedad de que estos resultados fueron obtenidos con el mismo sistema de fertilización del pastoreo tradicional 500 Kg N / Ha / Año.

DESPERDICIO DEL PASTO

Es el problema más común en el pastoreo tradicional y afecta negativamente la relación costo/beneficio por la cantidad de dinero que se tiene que invertir en

fertilizantes, insecticidas y mantenimiento del pastoreo que el animal no consume. Por lo general los productores le atribuyen los altos costos de la producción de leche a los insumos, pero nunca se han detenido a observar por donde están dilapidando el dinero. En los sistemas tradicionales de pastoreo el desperdicio de pasto se encuentra entre un 50-70%, causado por el pisoteo, zonas donde caen las deyecciones líquidas y sólidas, o donde los animales descansan, ocasionando que las vacas no coman en estas áreas, creando grandes pérdidas (foto 6, 7). La otra alternativa es dejar las vacas más días en el potrero para que se coman el pasto que anteriormente había sido rechazado, obligándolas a soportar hambre, esto es común en muchas explotaciones que se hacen llamar intensivas y dan al traste con los buenos resultados que se desean esperar.



Foto 6



Foto 7

¿Será que nuestros ganaderos tienen mucho dinero para desperdiciar el 50% de la pastura? !Eso es como botar la mitad de la leche!, la pregunta es: ¿sabe cuanto cuesta un kilogramo de Materia Seca (MS) de forraje?

Ejemplo de desperdicio de pasto

Se tiene un potrero de una hectárea, con un aforo de 3 Kg/m², una materia seca del 15%.

$$\begin{aligned}
 1 \text{ Ha} &= 10000 \text{ m}^2 * 3 \text{ kg} / \text{m}^2 = 30000 \text{ Kg Pasto} / \text{Ha} \\
 30000 \text{ Kg Pasto} / \text{Ha} * 15\% \text{ MS} &= 4500 \text{ Kg MS} / \text{Ha} \\
 \text{costo de fertilizante} &= \$140.000 \text{ Ha} \\
 \text{costo Mantenimiento} &= \$ 12000 \text{ Ha} \\
 \frac{\$ 152000 / \text{Ha}}{4500 \text{ Kg MS/Ha}} &= \$33.8 \text{ Kg Ms Pasto producido}
 \end{aligned}$$

Al desperdiciar el 50% del pasto por hectarea se pierdesn 2.250 kilogramos de materia seca cuyo costo es \$76.000 por pastoreo y \$554.000 por año.

En el pastoreo inteligente los animales no tienen oportunidad de contaminar el pasto, las deyecciones caen detrás de la cerca (foto 8) teniendo un desperdicio máximo de un 10% (foto 9) siendo la utilización de la pastura más eficiente.



Foto 8



Foto 9

Pastoreo Inteligente

CONSUMO DE PASTO

En el sistema tradicional de pastoreo las vacas no tienen el suficiente tiempo para lograr el consumo de pasto requerido debido a innumerables factores que lo afectan, entre los cuales se pueden citar: tiempo gastado en espera de ordeño, caminadas, área disponible, cantidad ofrecida y humedad del pasto, edad de las vacas y estrés calórico. El éxito de la producción está en que la vaca consuma la mayor cantidad de pasto en el menor tiempo posible, para que pueda realizar tranquilamente sus actividades de rumia y de descanso.

La cantidad de pasto consumido está en relación con:

El tiempo en pastoreo, dado en minutos / día, influenciado por la densidad y altura del pasto, desperdicio, fotoperíodo, humedad, fertilización, riego y estado fisiológico de la vaca.

La tasa de bocados, dada en bocados / minuto, y está en el orden de 55 a 65 bocados / minuto.

El tamaño de bocado, dado en gramos / bocado, varía entre 0.62 y 0.20 gr MS / bocado. La variación del tamaño del bocado es el factor más importante para determinar cuánto pasto puede comer una vaca en un día.

Los siguientes factores se pueden expresar en forma de ecuación:

$$\text{Consumo} = \text{Tiempo pastoreo} \times \text{Tamaño de bocado.}$$

Para mayor claridad del lector efectuaremos un ejemplo práctico de la cantidad de materia seca que consume una vaca que pastorea 420 minutos (7 horas) / día, 60 bocados / minuto y consumo de materia seca por bocado de 0.5 gr MS.

$$\begin{aligned} 420 \text{ minutos / día} * 60 \text{ bocados / minuto} &= 25.200 \text{ bocados / día} \\ 25.200 \text{ bocados / día} * 0.5 \text{ gr MS / bocado} &\text{ ó} \\ (0.0005 \text{ Kg MS}) &= 12.6 \text{ Kg MS / día} \end{aligned}$$

Esta ecuación es de gran vigencia y trae grandes connotaciones de orden productivo y reproductivo en el animal. Existen además hábitos de consumo que tienen que ver con factores físicos, como son el tamaño de la hoja y uniformidad de la pastura. El animal puede adaptarse a cambios en la altura de la pastura, modificando el tiempo que emplea para pastorear y la velocidad con que lo hace. El ajuste del comportamiento ante una menor altura del pasto no es suficiente en una pastura muy poco crecida, por lo cual a la larga disminuye el consumo de MS. En el pastoreo inteligente las vacas encuentran un pasto de mayor longitud

de hoja (60 cm) y cortado con anterioridad, no teniendo que realizar ningún esfuerzo al cosecharlo, y por ende lograr consumir una mayor cantidad de pasto por bocado (foto 10 y 11); debido a esto la vaca obtiene mayor consumo de materia seca, mejor salivación, reducción del tiempo de pastoreo. Esto permite al ganado tener "base forrajera" deseada. Este modelo cambia todas las relaciones de consumo en vacas en pastoreo. En observaciones de campo las vacas en pastoreo tradicional realizan un bocado más pequeño en comparación a pastoreo inteligente.



Foto 10



Foto 11

Al garantizar que las vacas consuman una mayor cantidad de materia seca por pasto, inducen a producir gran cantidad de saliva, creando una solución buffer en el rumen, manteniendo el pH dentro de los márgenes fisiológicos a los que se encuentran adaptados tejidos y microorganismos, a su vez mejorando el entorno ruminal, y efectuando una utilización mas eficiente del concentrado, y reduciendo notoriamente los problemas metabólicos (acidosis, cetosis, etc.) que tanto socavan la salud de nuestros hatos.

Un aspecto muy importante del pastoreo tradicional es la disminución en el consumo de materia seca, debido al alto contenido de humedad de nuestros pastos (85%); contrario al pastoreo inteligente donde el pasto pierde humedad ya que es cortado y deshidratado (foto 12) con antelación a seis horas antes del consumo de las vacas.



Foto 12

COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DEL PASTO

Otra ventaja del pastoreo inteligente, es la mayor producción de hoja con relación al tallo, que cambia la composición bromatológica del pasto. Esto se evidencia en la tabla 1, donde se comparan los análisis de laboratorio del pasto kikuyo.

Tabla 1. Análisis bromatológicos de dos muestras de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*)

Componente	Tradicional Muestra 1 ⁽¹⁾	Inteligente Muestra 2 ⁽²⁾
Humedad	84.77	85.1
FDN ⁽³⁾	61.52	55.65
FDA ⁽⁴⁾	32.48	30.07
Calcio	0.45	0.35
Fósforo	0.37	0.4
Cenizas	13.3	13.66

- (1) Kikuyo en pastoreo tradicional.
- (2) Kikuyo en pastoreo inteligente.
- (3) Fibra detergente neutra.
- (4) Fibra detergente ácida.

*Mazo C.; Giraldo A. 2003 Datos sin publicar
tomados en el Norte Antioqueño
Análisis realizados en la Universidad de Antioquia.*

Pastoreo Inteligente

Si se observa detalladamente la tabla 1 podemos evidenciar que hay dos cambios importantes en cuanto a las propiedades de los pastos, la primera es la disminución de la fibra detergente neutra (FDN, celulosa, hemicelulosa, lignina, cenizas insolubles), esta mide el potencial de consumo entre un pasto y otro, es decir, que entre más cantidad de FDN tenga un pasto, las vacas tendrán menos posibilidad de consumir, debido al efecto de llenado que hace la fibra. La segunda es la fibra detergente ácida (FDA, celulosa, lignina, sílice) que se considera como indicadora de digestibilidad relativa. En la Tabla 1 se observa una disminución de la FDN y FDA en el pastoreo inteligente, en comparación con el pastoreo tradicional, ocasionando un mayor consumo de materia seca y mejor digestibilidad en el pasto al cual se le efectuó el pastoreo inteligente.

"En las ciencias como en cualquier empeño humano, nuevas épocas requieren nuevas ideas. La imposibilidad cada vez mayor de los ganaderos para practicar una alimentación y cuidados individuales a las vacas exige el desarrollo de nuevos sistemas que permitan a la vaca cubrir sus necesidades individuales" Mc Cullough 1971.

En la segunda parte de este artículo se tratarán aspectos tan importantes como la producción de leche por hectárea, capacidad de carga, la reproducción, el gasto energético de las vacas en pastoreo, el período de transición, el control de plagas, suplementación y otros aspectos que podemos mejorar en nuestros hatos con el Pastoreo Inteligente.



BIBLIOGRAFÍA

ARISTIZÁBAL, JAIME; LONDOÑO, WVEIMAR. Modelo de pastoreo de hatos lecheros. En: SEMINARIO INTERNACIONAL SOBRE COMPETITIVIDAD EN LECHE Y CARNE. (3 : 2002 : Medellín). Memorias III Seminario Internacional sobre Competitividad en Leche y Carne. Medellín: COLANTA, 2002. P. 119-148.

BARGO, F. et al. Production and digestion of supplemented dairy cows on pasture. In: Journal of Dairy Science. Vol. 86, no. 1 (Ene. 2003) ; p. 1-42.

BERNAL EUSSE, JAVIER. Pastos y forrajes tropicales: producción y manejo. Bogotá: Banco Ganadero, 1988. 500 p.

CHURCH, C.D. El rumiante: fisiología digestiva y nutrición. Zaragoza: Acribia, 1993. 641 p.

HOLMES, C. W. Producción de leche en praderas. Zaragoza: Acribia, 1989. 445 p.

MCCULLOUGH, M. Alimentación práctica de la vaca lechera. Barcelona: Aedos, 1971.

MÉNDEZ, L.E. Curso de pastos y forrajes. Bogotá: ICA, 1976. Compendio no. 11.

SIERRA, J.O. Métodos de cosecha de pastos y forrajes: documento preparado para el curso : Manejo y Producción de Pasturas. Facultad de Ciencias Agrarias. U. de A., 2003.

SWAN, H. Estrategia de alimentación para vacas lecheras de alta producción. México: A.G.T., 1992.

VÉLEZ, F. Curso de pastos y forrajes, sistemas de utilización de pastos. Bogotá: ICA, 1976. Compendio no. 11.

VOISIN, A. La vaca y la hierba. Madrid: Tecnos, 1971. Comportamiento de vacas lecheras en pastoreo con y sin suplementación con concentrado, Oscar Balocchi L. Universidad Austral de Chile. Disponible en Internet: <URL: <http://www.inia.cl/at/espanol/v62n1/ART09.html>>.

El bocado de la Vaca, Escuela de Ciencias Agrícolas. Universidad de Pennsylvania. Disponible en Internet: <URL: <http://www.pcca.com.ve/vb/articulos/e32p9.htm>. <http://www.uned.ac.cr/recursos/cursos/agrostologia/files/cap%203%20prin.htm>.

Nutrición

La vaca en TRANSICIÓN

Jaime Aristizábal V.
Zootecnista
Especialista en Rumiantes U. de A.
Asistente técnico de COLANTA
Profesor Ciencias de la Leche U. de A.



Resumen

El período de transición para la vaca lechera, empieza de dos a tres semanas preparto y continúa hasta dos o tres semanas postparto.

El término transición hace énfasis en el cambio fisiológico, metabólico y nutricional más importante que ocurre en esta etapa. Éste constituye el punto decisivo en el ciclo productivo de la vaca, de una lactancia a la próxima. La manera como estos cambios ocurren y cómo son manejados, tiene importancia por la estrecha relación que hay con las enfermedades clínicas y subclínicas del postparto que generan efectos en la productividad y rentabilidad.

El manejo y la nutrición de la vaca en transición ha recibido mucha atención en la investigación y en la literatura popular en los recientes años, por su reconocida importancia en la productividad y salud de la vaca. Es por esto pertinente, elaborar unas estrategias nutricionales, para facilitar el pasaje a través de la fase de transición, minimizar los problemas de salud y optimizar la productividad y rentabilidad de la próxima lactancia.

Un número de profundos cambios fisiológicos ocurre en la vaca en transición y modifican drásticamente su metabolismo. El rápido incremento en la demanda del feto y el desarrollo de la glándula mamaria, incluyendo la iniciación de la síntesis de los componentes lácteos, son los causantes de estos cambios.

Summary

The transition period for the dairy cow begins two to three weeks prepartum and continues until two to three postpartum.

The term transition emphasizes the most important physiological, metabolic and nutritional changes occurring in this stage. It constitutes a turning point in the cow's productive cycle from one lactation to the next. The way these changes occur and how they are managed are of great importance as they are closely linked to clinical and subclinical postpartum diseases that can significantly affect productivity and profitability.

Transition cow nutrition and management have received much attention in research and popular literature in recent years due to recognition of their importance in the productivity and health of cows. It is pertinent to elaborate nutritional strategies to help the cow pass this transition stage, while minimizing health problems and optimizing productivity and profitability of the next lactation.

A number of profound physiologic changes occur in the transition cow modifying her metabolism drastically. The fetus rapidly increasing and the mammary gland development, including the initiation of milk component synthesis are causing these changes.

Introducción

En ediciones anteriores se ha escrito varios artículos sobre el manejo y alimentación de la vaca seca, emitiendo conceptos actualizados sobre esta importante etapa de la vida de la vaca. Por lo tanto, era una necesidad sentida, incursionar en uno de los artículos más apasionantes del ciclo productivo de la vaca lechera, como es la vaca en transición, donde los tratadistas de las "Ciencias de la Leche" le han otorgado gran relevancia en congresos y revistas especializadas en temas lecheros.

El período de transición enmarca una serie de cambios de considerable importancia, tanto por su naturaleza como por su magnitud, no son más que procesos de adaptación del sistema digestivo y del metabolismo a una nueva situación productiva.

El fracaso en el proceso de adaptación resulta en una serie de alteraciones productivas y patológicas que se manifiestan como enfermedades del periparto entre las que se incluyen la cetosis, desplazamiento del abomaso, retención de placenta, mastitis, reducción de la producción, incremento de los problemas reproductivos.

Abordaremos este artículo dividiendo la presentación en dos grandes temas: extrínsecos e intrínsecos, con el objeto de ordenar los conceptos emitidos por investigadores de las "Ciencias de la Leche", trabajos y observaciones de campo, y contribuir en forma práctica a nuestros sistemas de producción lechera.



La vaca en TRANSICIÓN

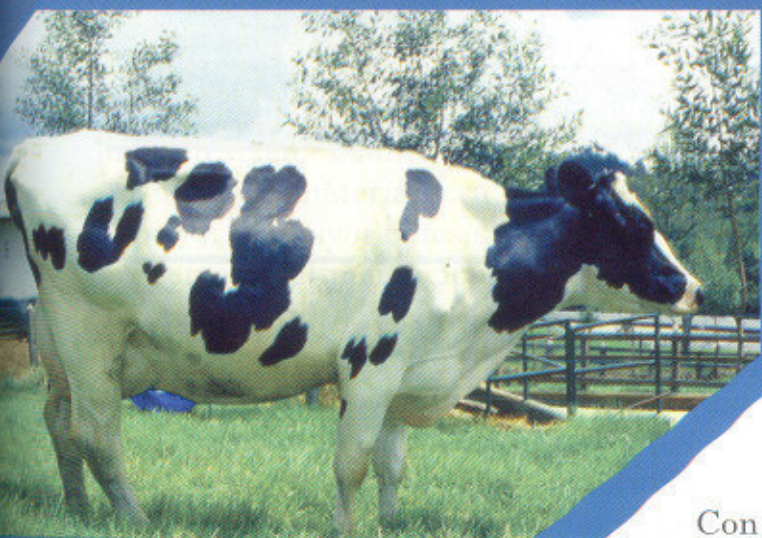
PERIODO DE TRANSICIÓN

El periodo de transición se refiere al tiempo comprendido entre los 21 días antes y 21 después del parto, o más concretamente, finalizando preñez e inicio de la lactancia, también llamado período periparturiento, siendo esta fase la más crítica dentro del ciclo de la vaca. Efectuando correctivos de manejo y alimentación durante esta etapa, sucederán profundos cambios en el consumo de materia seca, constituyéndose en el mayor factor que incide en la producción de leche y en la condición corporal. Los altos consumos de materia seca, al inicio de la lactancia, reducen el tiempo del balance negativo de energía, y por ende mejoran los parámetros reproductivos y minimizan la mayoría de los problemas metabólicos que ocurren en esta etapa productiva del animal. Un manejo objetivo de la transición es mejorar en este lapso de tiempo, las adaptaciones graduales del sistema digestivo, estimulando la respuesta homeostática durante el último ciclo de la gestación, para preparar metabólicamente a la vaca, con el fin de evitar problemas y establecer un punto de partida muy importante para el éxito de la futura lactancia.

Muchas enfermedades infecciosas y desórdenes metabólicos ocurren durante este tiempo: hipocalcemias, hipomagnicemias, cetoacidosis, retenciones de placenta, edema, metritis, desplazamiento de abomaso que golpean la salud de la vaca.

La inmunosupresión, muy frecuente en este inicio, incrementa la susceptibilidad de la mastitis alrededor del parto. La ocurrencia de desórdenes de salud centrados en gran proporción, en este corto tiempo, conducen a nombrarlo como período calamitoso.

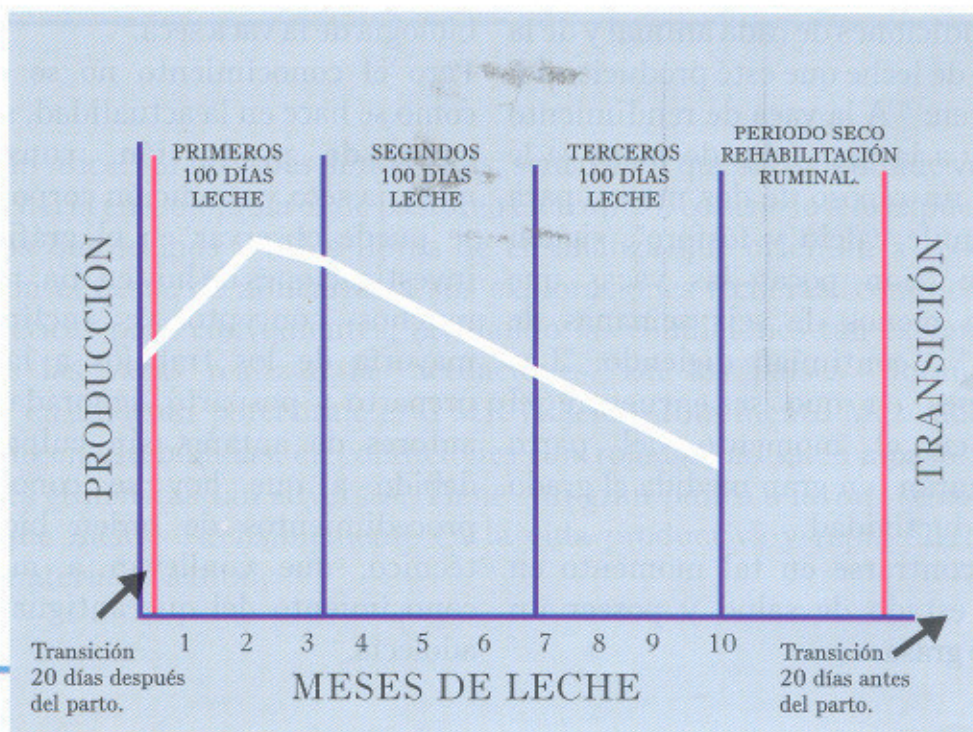




Por lo visto anteriormente, en este complejo ciclo, es donde se deben encaminar todos los esfuerzos técnico-prácticos para efectuar los ajustes de manejo y nutrición, con el fin de realizar una adecuada transición. Bien decía el maestro McCullough: "La vaca se preña estando preñada y produce leche estando seca".

Con el estudio de la biología del período de transición se llegan a aclarar muchos interrogantes que eran desconocidos anteriormente y a despejar muchas dudas en los acontecimientos que ocurren en la frontera de este ciclo. Si nos remitimos a la definición de frontera "confín de un territorio" esto define bien el alcance en estudio.

Gráfico 1. Curva de lactancia



La vaca en Transición

FACTORES EXTRÍNSECOS

CICLO DE TRANSICIÓN

Revisando la literatura lechera de 30 años atrás vemos cómo hay una cortina de humo por parte de tratadistas y estudiosos, en torno a este apasionante tema de la vaca en transición.

Deseo enunciar frases de los estudiosos de la lechería de los años cincuenta, para contrastar con los tratadistas de los años recientes y así efectuar comparaciones que enriquezcan nuestros sistemas de alimentación y manejo.

Henderson, Larson, Putney (1950) en el libro *La Vaca Lechera* anuncian: "La duración del secado de la vaca depende de las condiciones de cada animal y de la cantidad de leche que esté produciendo" luego dicen: "A la vaca de rendimiento elevado y a la vaca falta de carne se le debe dar un reposo de dos meses, para que acumule calcio y fósforo", siguen acotando: "Son pocas las vacas que necesitan menos de seis semanas de descanso", continúan diciendo: "Las condiciones en que se encuentre el animal en el momento del parto determinarán en gran medida el grado de su productividad.

Debe encontrarse en tal momento en perfecto estado de salud y poseer un exceso de grasa.

Esta grasa será utilizada de un modo inmediato después del parto", luego postulan: "Si se mantiene sobre un buen pasto, necesitará pocos cuidados supletorios antes del parto. En este período no debe suministrarse maíz en grandes cantidades, pues es un alimento que produce excesivas calorías".

Hay grandes reflexiones de orden nutricional, donde le dan gran preponderancia a la vaca seca, y de acuerdo con las actuales investigaciones se han revalidado completamente conceptos, debido a conocimientos de la biología de la vaca seca.

Pero el conocimiento no se centraba, como se hace en la actualidad, sobre una curva de producción, consumo de materia seca y condición corporal, como se puede observar en el gráfico¹. Las investigaciones de hoy en día, renovaron muchos conceptos e inclinaron la mayoría de los trabajos a la fase de parto y posparto, ignoradas por los autores de antaño, sin culpa alguna, debido a que hoy se conocen más procedimientos de orden biológico y técnico, que conllevan a mejorar el conocimiento del que antiguamente se adolecía.

Los recientes tratadistas dividen la etapa de producción de la vaca en varias etapas o ciclos de producción, donde las vacas harán eventos completamente diferentes en cuanto a producción, consumo de materia seca y condición corporal. Su mayor énfasis, al iniciar un programa de alimentación y manejo, lo realizan en cada una de estas etapas de vida de la vaca. Bien lo dice el maestro Jutjens: "Seis vacas diferentes y una misma vaca". ¡Qué dicho tan concreto y sabio! resume todo un tratado de ciencia lechera (ver gráfico 1). Pero centrémonos en el período de transición, que es nuestro tema de estudio, observemos el mensaje que allí se enuncia: "Rehabilitación ruminal" en él notamos dos líneas que marcan

claramente los 20 días antes y después del parto y conjugan el periodo de transición. Jutjens, Linn, Shaver dicen acerca de esta etapa: "Período de ajuste crítico en alimentación de la vaca, para prevenir problemas metabólicos. Si no se ha dado grano antes, es necesario empezar la introducción de grano, para iniciar el cambio en la población bacteriana que estaba adaptada a pastos, y mezclarla con la población que digiere azúcar y almidones. Adicionando algunos ingredientes que se usarán en período de lactancia, evitarán el estrés que ocurre, cuando se cambia la ración después del parto".

Estos conceptos serán estudiados en profundidad cuando entremos en el capítulo de factores intrínsecos.

PASTOREO

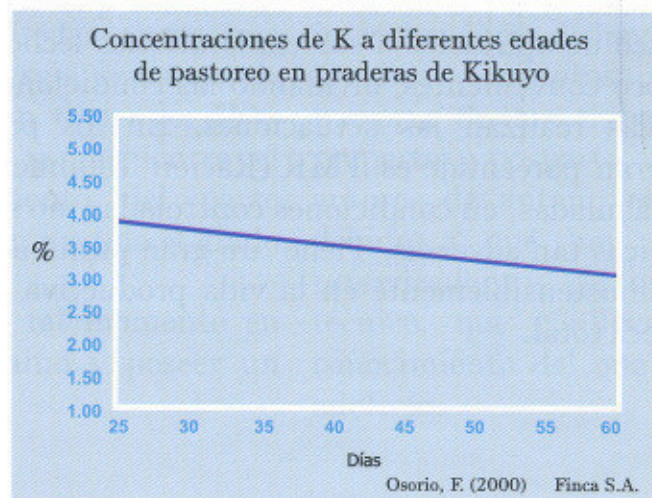
Un viejo refrán dice: "Si no sabes dónde estás, será difícil que sepas a donde vas". El sistema de lechería en Colombia es de pastoreo en trópico, contrario a lo expuesto por los tratadistas que leemos y a los libros de enseñanza que orientan a técnicos y ganaderos, con el deseo de aplicarlos a sus explotaciones lecheras, conduciendo a errores y prácticas poco convenientes, olvidando las condiciones tan extremas del medio donde las vacas realizan las actuaciones. En los países foráneos, la alimentación en un gran porcentaje es TMR (Ración Totalmente Mezclada). Las vacas permanecen estabuladas, en condiciones controladas, no salen a pastoreo por las situaciones climáticas tan adversas. Tiene un gran punto a favor, se conoce el gran factor que incide ostensiblemente en la vida productiva y reproductiva: el consumo de materia seca total.

MANEJO

20 días antes del parto las vacas deben volver al lote de alta producción, allí ocurre una serie de eventos importantes en la adaptación de las vacas a sus nuevas compañeras de hato: se clarifica el rango social, la discriminación será menos angustiada, el pastoreo es de mejor calidad, asegurando un mayor consumo de materia seca y aminorando los problemas metabólicos que se avecinan. Es relevante el hecho de que las vacas consumirán el mismo suplemento que irán a comer cuando estén en producción, esto es esencial para la adaptación de la flora ruminal a los nuevos ingredientes que llegan a su rumen, y no hacerlo cuando la vaca está parida. Este es un grave error de fisiología ruminal. El inicio de esta suplementación es punto importante para el crecimiento de las papilas ruminales que se encuentran reducidas de tamaño, debido a su alimentación, en gran parte acetogénica. El único cambio que puede existir en esta suplementación, es la parte mineral, con énfasis en la parte de minerales iónicos.

El principal problema que se encuentra en el sistema de pastoreo, en la mayoría de las ganaderías, es el poco ofrecimiento de pasto y por ende el bajo consumo de materia seca que las vacas obtienen para llenar los requerimientos de mantenimiento y algo en producción. Como las vacas en transición están compartiendo el pastoreo con las de producción, el consumo de pasto no será el deseado, por lo dicho anteriormente, y por los problemas de orden metabólico que acarrea esta etapa, donde el consumo de materia seca se irá deprimiendo por la suma de dos factores como son: el mal manejo del pasto y el bajo consumo de materia seca inherente a la vaca en este corto tiempo.

Gráfico 2. Contenido de Potasio pasto Kikuyo



Se argumenta, por parte de técnicos, que las vacas en transición no deberían entrar a pastoreo con las vacas de producción, por el alto contenido de potasio que tiene estos pastos, especialmente el Kikuyo y Rye grass, (ver Figura 1) que acarrean trastornos en el metabolismo del calcio y magnesio, y por el alto contenido de proteína degradable. Así, el manejo debería ser en potreros diferentes y entrar al pastoreo cuando los pastos estén de 60 a 70 días de edad, o sea, pastos con mayor contenido de fibra y menor digestibilidad, juicio que me parece incorrecto desde el punto de vista tanto académico como práctico. Si nos atenemos a las bases fisiológicas sobre el consumo de materia seca, estaríamos incurriendo en un problema mayor, debido al efecto de llenado que hace la fibra y a su baja digestibilidad, empeorando el cuadro metabólico del bajo consumo, en este crucial tiempo de vida de la vaca.

No sobra advertir que los pastos Kikuyo y Rye grass tienen ciclos productivos como reproductivos completamente diferentes y además son grandes extractores de potasio.

Es conveniente revisar, más a fondo, los análisis foliares y de suelos, y tener en cuenta el aporte de nutrientes que hacen las vacas con sus excretas, que son desechados cuando se efectúa un programa de fertilización.

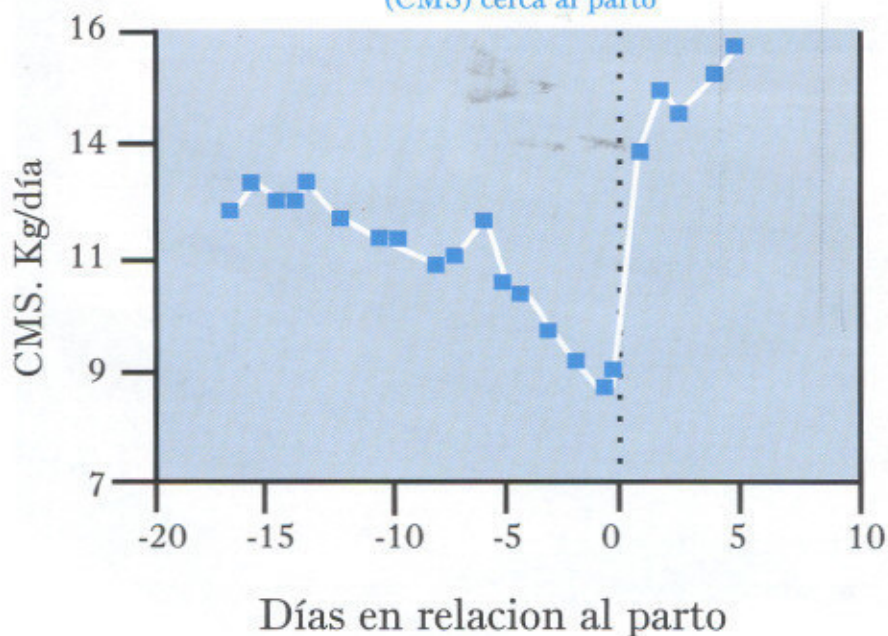


La vaca en Transición



CONSUMO DE MATERIA SECA

Gráfico 3. Consumo materia seca (CMS) cerca al parto



BASES FISIOLÓGICAS

Durante el período preparto se produce una disminución importante de la ingestión de materia seca. Esta disminución se inicia tres semanas preparto y se hace más evidente en la semana previa al parto. Bell et al, 1995 demostraron que el control de la ingesta de materia seca dependía, parcialmente, del estado fisiológico del animal, debido, probablemente, a los cambios hormonales que ocurren en el periparto.

En la transición se elevan los estrógenos y los glucocorticoides, estos cambios hormonales no solamente contribuyen al bajo consumo de materia seca además coordinan los cambios metabólicos a favor o en contra de la movilización de las reservas de grasa de los adipocitos.

Está bien establecido que el consumo de materia seca decrece en promedio de un 2% del peso del animal en las primeras semanas del periodo seco a un 1,4 por ciento en los últimos 20 días antes del parto. Este 30 por ciento de pérdida ocurre muy rápidamente en el periodo de transición (ver gráfico 3).

Este bajo consumo en el preparto también ha sido atribuido al rápido crecimiento del feto, ocupando un espacio abdominal desplazando parte del

ruminal. Sin embargo, una buena parte de la disminución de la ingesta de materia seca, depende de factores externos siendo susceptibles de manipulación.

Entre estos están: confort, estrés por calor, disponibilidad de pasto, bebederos, sistema de pastoreo, movimiento de la cerca, grupos de vacas, edad de las vacas, cojeras, traslado de animales, interacciones de tipo social, sombríos. Sin embargo hay componentes de la dieta, por ejemplo, fibra efectiva, calidad de la fibra, que deben tenerse en cuenta por su influencia en el consumo de materia seca al final de la gestación.

Las consecuencias de la disminución de la ingesta de materia seca son muy negativas, ya que ésta merma genera un déficit de todos los nutrientes. El resultado es un incremento de las patologías, bien por el desequilibrio nutritivo producido, o por la alteración de la función inmunitaria. Además, se reduce el potencial productivo de los animales postparto. El impacto económico de la reducción del consumo de materia seca preparto es

muy importante y debe ocupar, sin lugar a dudas, el primer lugar de nuestras prioridades para este grupo de animales. Betric et al 1992, demostraron que el consumo forzado del alimento, en animales preparto, redujo el contenido de triglicérido hepáticos, comparado con aquellos que sufrieron reducción en el consumo. Zamet (1979) observó que animales que comían más durante cuatro semanas preparto, mantenían un mayor consumo de materia seca postparto y por ende mayor producción. Sin embargo, evitar o reducir la disminución en la ingestión de materia seca durante el preparto debe ser un objetivo constante para resolver la mayor parte los problemas del periparto.



CONSUMO DE MATERIA SECA Y COMPORTAMIENTO ANIMAL

Está claro que las vacas de más edad tienen más alto consumo de materia seca, durante las primeras semanas de lactancia, que las vacas de primer parto, factor estrechamente relacionado con su comportamiento social dentro del grupo. Una vaca en transición que no está lactando, para luego pasar a lactar, débilmente encuentra su lugar en la estructura social del grupo. La experiencia demuestra que la dominancia social está estrechamente relacionada con la edad, tamaño del cuerpo, agresividad y "señorío". Las vacas de primer parto llegan con grandes desventajas en todos los aspectos anteriormente enunciados y con las secuelas que de ello deriva.

Con la introducción del novedoso sistema, llamado pastoreo inteligente, se ha enmendado muchas de las afrentas que existen en los pastoreos tradicionales, dando solución a uno de los escollos más importantes del pastoreo como es el estímulo al consumo de materia seca.

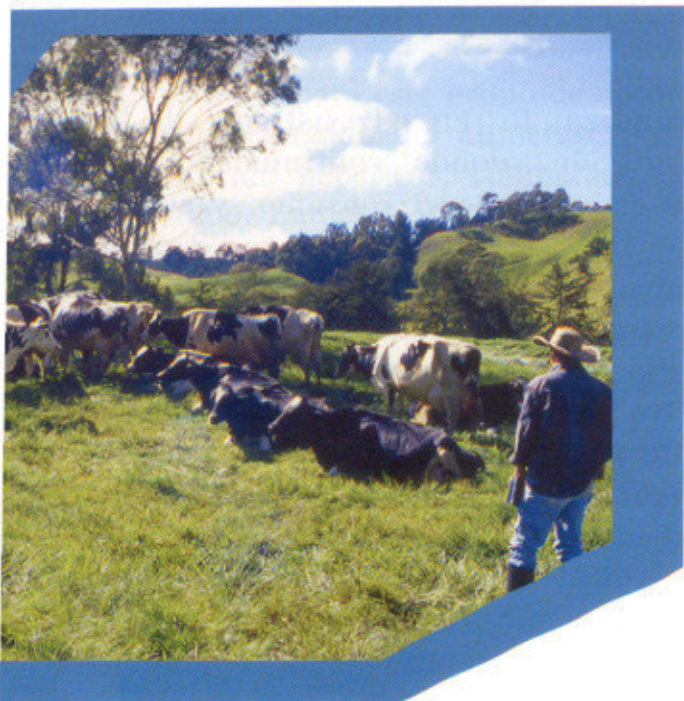
Se insiste en afirmar los grandes inconvenientes de los sistemas de pastoreo en trópico, por el poco ofrecimiento de pasto, tanto en leche como en carne.

Profundizando en el sistema de estabulación, donde continuamente están estimulando el consumo, y sin embargo se tienen grandes inconvenientes en el periodo de transición, por bajos consumos de materia seca, ¿qué podemos decir de nuestro sistema, donde no sabemos cuánto pasto se come una vaca en el potrero? Imaginémonos llevando vacas en transición a consumir pastos de más de 60 días, altos contenidos de fibra y en su mayoría doblados, que sólo sirven para dormir las vacas ¡qué desastre!

Sin embargo, evitar o reducir la disminución en la ingestión de materia seca durante el preparto, debe ser un objetivo constante para resolver la mayor parte los problemas del periparto.



La vaca en Transición



Se da claridad en la explicación del manejo de las vacas en transición con pastoreo inteligente y con énfasis en la mejora del consumo de materia seca en esta crucial etapa, donde comienza a deprimirse la ingesta con las consecuencias citadas anteriormente. La descripción está en forma de secuencia, para una mejor comprensión del lector.

1) Las vacas en transición entran al lote de alta producción que está bajo el sistema de pastoreo inteligente.

2) El pasto ofrecido, bajo este modelo, no está contaminado con heces, orina, pisoteo y es de mayor porcentaje de materia seca.

3) Todas las vacas encuentran la misma cantidad de pasto para su consumo, pues las detiene la cerca eléctrica obligándolas a consumir las hileras de pasto, cortado con anterioridad, ubicado delante de la cuerda.

4) La vaca que entra al nuevo sistema no tendrá problema con la discriminación, pues en cualquier parte de la hilera puede comer tranquilamente. Contrario a lo que ocurre en el tradicional, donde la imposición del rango crea graves problemas de consumo, especialmente en los animales de primer parto, que son poco agresivos y demasiado tímidos.

5) Una persona estimula continuamente el consumo, tanto del pasto como del suplemento, evento que nunca ocurre en los pastoreos tradicionales.

6) El desperdicio del pasto es menor del 5 por ciento, contrario al tradicional, donde puede llegar hasta un 60 por ciento de lo ofrecido (ver fotos).

7) Cambio en la bromatología, debido a la mayor relación hoja: tallo.

Trabajos de campo; efectuados por Aristizábal y Londoño, han encontrado consumos en vacas periparturientas, de 12 a 14 kilos de materia seca en pasto Kikuyo, en la modalidad de pastoreo inteligente.

TALLER SOBRE LA IMPORTANCIA DEL CONSUMO DE MATERIA SECA

Se ilustra con un ejemplo la importancia del consumo de materia seca, para llenar los requerimientos de la vaca en transición. Se tiene en cuenta las tablas dadas por el N.R.C. y los trabajos efectuados sobre consumo por varios investigadores, donde exponen muy claro, por razones obvias, los bajos consumos en esta etapa.

No sobra advertir que todo el ejercicio nutricional se abordará con más detalle en el capítulo sobre nutrición y alimentación de la vaca en transición, aquí veremos someramente la importancia del consumo de materia seca y su relación con el contenido total de unos pocos nutrientes, para que el lector vea la gran trascendencia o preponderancia del consumo de materia seca, en la futura actuación de la vaca.

Tabla 1. Requerimientos nutritivos para vaca seca y transición

NUTRIENTES	SECAS	TRANS
Consumo materia seca % peso vivo	1.8	1,5- 1,7
Enl, Mcal / Kg	1,27	1,5- 1,6
Proteína %	12-13	15-16
FDN % de la MS	40-45	35-40
C N F % de la MS	32-35	35 40
Calcio %	0,50	0,5

FDN: Fibra Detergente Neutra
 CNF: Carbohidratos no Fibrosos
 Enl : Energía Neta de Lactancia
 Mcal: Megacalorías

Jutjens- NRC 89

Tabla 2. Total de requerimientos

1). Vaca de 500 Kg X 0,015	= 7,5 Kg Consumo materia seca/ día
2). 1,6 X 7,5 Kg	= 12 Mcal de energía/ día
3). 0,15X 7,5 Kg	= 1,12 Kg de proteína /día
4). 0,35X 7,5 Kg	= 2,62 Kg de FDN/ día
5). 0,35X 7,5 Kg	= 2,62 Kg de CNF
6). 0,005X7,5Kg	= 38 Gramos de calcio/día

Tabla 3. Bromatología pasto Kikuyo

Materia Seca	15 %
Proteína	18 %
Energía	1,25 Mcal / Kg ms
FDN	60 %
CNE	11 %
Calcio	0,45 %

Efectuemos una reflexión. Cuando en las tablas se dice que las vacas en transición se comen el 1.5 % de su peso, no olvidemos que se habla del consumo total de materia seca. En nuestro ejercicio el consumo sólo es de pasto Kikuyo, sin tener en cuenta el concentrado.

$500 \times 0,015 = 7,5 \text{ Kg de M.S.} = \text{En pasto verde con } 15 \% \text{ de M.S.} = 50 \text{ Kg de pasto}$

Tabla 4. Nutrientes aportados por el pasto

Cálculos	Aporte pasto	Necesidades	Sobran o faltan
$0,18 \times 7,5 \text{ Kg ms}$	1,35 Kg de proteína	1,112	+ 230 gramos
$1,25 \times 7,5 \text{ Kg}$	9,37 Mcal Energía	12Mcal	- 2,63 Mcal
$0,6 \times 7,5 \text{ Kg}$	4,5 Kg FDN	2,62 Kg	+ 1,88 Kg
$0,11 \times 7,5 \text{ Kg}$	0,825 Kg CNE	2,62 Kg	- 1,78 Kg
$0,0045 \times 7,5 \text{ Kg}$	34 gramos Ca	45 g	- 11 gramos

Analicemos en la Tabla 4 cómo las vacas, con un consumo de 7.5Kg solamente de materia seca por pasto, tienen una deficiencia de energía de 2,63 Mcal, de CNE de 1,78Kg y de calcio 11gr ¿Qué me dice esto? Qué la vaca tiene que depender de una suplementación energética, tan importante para mantener su condición corporal,

Crecimiento de las papilas ruminales y para la adaptación de sus bacterias a la nueva ración. Ésto se explicará con más detalle cuando abordemos los factores intrínsecos. Insisto: si las vacas entran a pastoreo inteligente, el consumo de materia seca será mayor, por lo tanto, el panorama nutricional será muy diferente para estas vacas.

Tengamos presente que este ejercicio se realiza con un consumo de 1.5 % del peso del animal. Sería bueno practicarlo con un consumo del 1,2 por ciento del peso, que es el encontrado en varios trabajos realizados por varias universidades.

CONDICIÓN CORPORAL

Hay un viejo adagio que dice: "el ojo del amo engorda el ganado", frase muy acertada para las reservas del cuerpo antes del parto, crucial para optimizar la producción de leche, reproducción y salud en la próxima lactancia.

La condición corporal es un índice del grado de gordura, siendo un método subjetivo para evaluar las reservas energéticas durante todo el ciclo de lactancia y período seco. Este sistema está basado en una escala de 1 a 5. El puntaje: 1(flaca), 2(delgada), 3(media), 4(gorda) y 5(obesa).

Es ampliamente aceptado que las vacas de alta producción pierden condición corporal al empezar lactancia, como consecuencia del bajo consumo de materia seca y por ende a un balance energético negativo, el cual conlleva a un déficit nutricional, que la vaca compensa desplegando reservas corporales para sostener su

lactancia. Sería interesante que tuviéramos en cuenta los siguientes postulados que hay en la curva de lactancia, y tomarlos como buena referencia de manejo. En el último tercio de lactancia: "Ganar reservas para la futura lactancia". Período seco: " Buen estado corporal, ni gorda ni flaca". Primer tercio de lactancia: " Reservas utilizadas para producción".

Esto me lleva a pensar en un símil entre la vaca y una cuenta de ahorros: reservas para luego gastarlas. Aprovechando este principio fisiológico de la vaca ah! tiempo y dinero que ahorrarían los hatos lecheros.

Hay gran cantidad de aforismos que debemos respetar y tenerlos muy en cuenta cuando se dan recomendaciones de manejo y alimentación en esta etapa.

- a. Las vacas secas no deben perder peso durante el período seco, particularmente durante los últimos 20 días antes del parto.
- b. Las vacas que pierden peso en esta etapa, depositan excesivas cantidades de grasa en el hígado, predisponiendo el animal al síndrome del “hígado graso”.
- c. Hay una correlación negativa que existe entre la condición corporal preparto y el consumo de materia seca postparto.
- d. las vacas que tienen alta condición corporal al parto, puntaje 4 o mayor de 4, movilizan más grasa, consumen menos, tienen más riesgo de desarrollar problemas metabólicos y son más susceptibles a enfermedades infecciosas que las vacas que entran al parto más limpias en grasa.
- e. Etapa propicia para el llamado *síndrome de la vaca gorda*.



Para nuestro controvertido consumo de materia seca en potreros, tratado anteriormente, es fundamental que las vacas lleguen con una condición corporal al parto de 3,5 a 3,7, siendo un aceptable compromiso entre una adecuada y excesiva condición corporal, para llegar a un objetivo de no perder más de un punto de cuerpo durante los treinta días postparto y así evitar graves trastornos reproductivos. No olvidemos que estas vacas consumen más que las vacas que llegan muy gordas al parto.

En este tipo de manejo, de la condición corporal, el ganadero debe ser consciente, escrupuloso y estricto para establecerlo en su hato, como al cabo son las vacas las indicadores con su condición corporal, del trato nutricional que ellas reciben.

Las irregularidades en la condición corporal de los hatos lecheros van de la mano de las malas prácticas de alimentación y manejo, conduciendo a graves trastornos productivos como reproductivos, causando pérdidas de orden económico, que llevan a la bancarrota cualquier sistema de producción. Es clave combinar la teoría con la práctica y para ello no olvidemos el instinto de observación, que bien aplicaban nuestros antepasados, como parte de la partitura de su vida. Si el estudio, de las vacas no se complementa con una buena observación de campo, estoy más que seguro que "nunca vamos a pelear" como decía mi abuelo.

Práctica que no cuesta nada, pero trae inmensos beneficios de toda índole a nuestra industria lechera.

Cuidémonos de los "profetas del mal", con sus famosos sofismas de distracción y elegantes frases, que solamente conducen por los caminos incorrectos de la transición. **!Recuerden que las vacas están paradas en zona tropical!**

INDIVIDUALIZACIÓN

Estamos criando vacas con una capacidad creciente de producir, pero con diferentes necesidades para su cuidado y manejo. El incremento de producción es bienvenido, pero con frecuencia se descuida el aumento de las necesidades nutricionales que conlleva.

El resultado es que los animales más productivos son más propensos a enfermedades y pérdida de fertilidad que la media del hato. Si se soluciona la disyuntiva entre producción y necesidades, se comprueba que las vacas de alta producción mejoran metabólicamente, clínicamente y reproductivamente. Los cambios en las estrategias de manejo son esenciales. Las más importantes tácticas a emplear se refieren a la vaca en transición y a la vaca en inicio de la lactancia. La transición prepara la vaca para la próxima lactancia y hace que las estrategias para inicio y media lactancia sean más fáciles de implantar y más satisfactorias.



Pensemos cuántos animales tenemos en transición en un momento dado. Si nos ceñimos a los censos ganaderos, pero con énfasis en ganado de leche, se puede decir que no pasan de un promedio de 30 vacas por ható lechero, incluyendo producción y horas, para tener teóricamente de cuatro a cinco vacas secas.

Panorama completamente opuesto a la ganadería de Norte América, de donde viene excelente información técnica, pero en situaciones muy diferentes a las nuestras, con un promedio de 200 vacas por ható, en los estados más lecheros teniendo de 32 a 40 vacas en periodo seco.

De ahí que todo nuestro esfuerzo se deba encaminar sobre individuos, no sobre poblaciones. Por lo tanto no hay

disculpas para las malas prácticas que realizan los ganaderos en esta crucial etapa de la vida de la vaca. Tengo que decirlo con franqueza, que tanto técnicos como ganaderos, no hacen el menor esfuerzo en poner toda su atención y cuidado en esta vaca que finaliza lactancia. Debajo de la cuerda se dice con cierta malicia: "Cómo no produce" ¡Que ardid! ¿A qué vacas le prestan mejor atención en su ható? Parodiando una frase de palpitante realidad:

"Cambiamos o nos cambian" ¿Cómo vamos a afrontar los vientos de libre comercio?

Es preocupante la desidia en el manejo y alimentación de una sola vaca que está en transición, donde el desconcierto, desinterés y la mala información nos han llevado a cometer errores garrafales, incidiendo notablemente en el comportamiento productivo y reproductivo de la vaca. **¡Lo más grave es que sale del ható y nunca supimos por qué!**

Afrontemos con la seriedad y con todo el rigor que merece esta trascendental etapa de vida de la vaca, donde se debe orientar todo el conocimiento científico y práctico, con el fin de preparar y sincronizar esta sorprendente máquina biológica y poder esperar de ella la mejor relación costo / beneficio.

¿ Si no atendemos una vaca, qué se puede esperar de la atención al resto del ható?

BIBLIOGRAFÍA

ARISTIZÁBAL, V.J.; LONDOÑO, W. Alternativas de sistemas de pastoreo. En: .SEMINARIO INTERNACIONAL SOBRE COMPETITIVIDAD EN LECHE Y CARNE. (3 : 2002 : Medellín). Ponencias del III Seminario Internacional sobre Competitividad en Leche y Carne. Medellín: COLANTA, 2002. p. 175.

BAUMAN, D. E. ; CURRIE, W. B. Partioning of nutrients during pregnancy and lactation: review and mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. In: Journal of Dairy Science. Vol.63 (1980); p. 1514.

BELL, A.W. Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation. In: Journal of Dairy Science. Vol. 73 (1995); p. 280.

BROSTER, W. H.; BROSTER, V. J. Body score of dairy cows. In: Journal of Dairy Science. Vol. 65 (1998); p. 155.

BYERS, D. Three weeks prior and three weeks postpartum-what I do optimize fertility in the next pregnancy. In: Assoc. Bovine Pract. (1995); proc. 27th Ann: convetion Am.

CHANDLER, P. T. Body condition score can influence milk production, reproduction. In: Feedstuffs. Vol.69, No.10 (1997); p. 10.

DRACKLEY, J. K. Transitional period nutrition management explored. In: Feedstuffs. Vol. 70, No. 6 (1998); p. 12.

FRONK, T. J.; SCHULZ, L. H. efect of dry period overconditioning on subsequent

metabolic disorders and performance of dairy cows. In: Journal Dairy Science. Vol. 63 (1980); p. 1080.

GRAN, R. J.; ALBRIGHT, J. L. Feeding behavior and management factors during the transition period in dairy cattle. In: Journal Animal Science. Vol. 73 (1995); p. 2791.

GRUMMER, R. R. Impact of changes in organic nutrient metabolism on feeding the transition dairy cow. In: Journal Animal Science. Vol. 73 (1995); p. 2820.

HERNÁNDEZ-URDANETA, A., C. E. COPPOCK. Changes in forage-concentrate ration of complete feeds for dairy cows. In: Journal Animal Science. Vol. 59 (1976); p. 695.

HENDERSON, H. O. La vaca lechera. 1950. P. 130-141.

HUTJENS, M. F. Evaluating effective fiber. In: Proc Four State Applied Nutr. Conf., La Crosse, WI (1997); p. 12.

NRC. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 6 ed. Rev. Washington: National Academy Press, 1988.

NOCEK, Nutritional considerations for the transition cow. In: Proc. Cornell Nutr. Conf. (1996); p. 21.



NUTRICIÓN

A close-up photograph of a cow's nose, which is pink and moist. A large, brown, segmented tick is attached to the side of the nose. The background is slightly blurred, showing the cow's fur and a wooden surface.

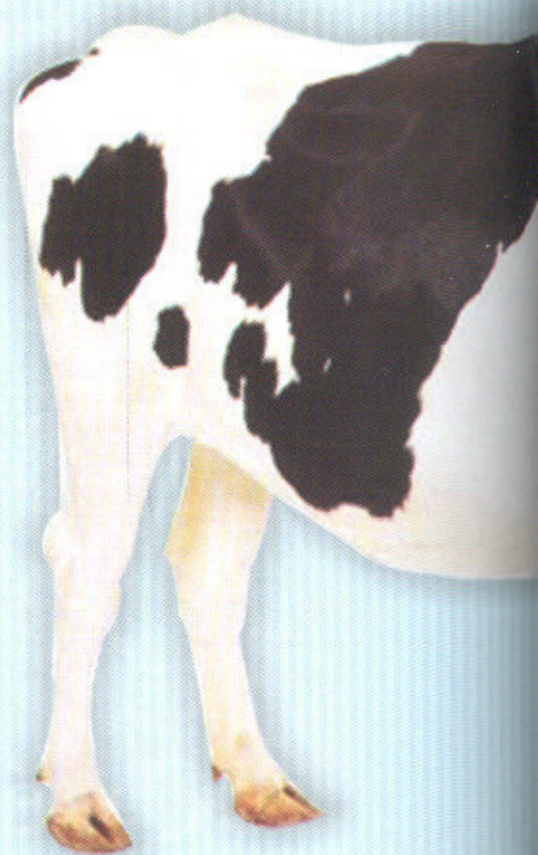
Carlos Tamayo P.
Profesor de Clínica Bovina
Especialista en Producción Animal
Facultad de Ciencias Agrarias
Escuela de Medicina Veterinaria
U. de A.
E-mail: ctam@agronica.udea.edu.co

¿Qué produce el
RUMIEN?

RESUMEN

Las modificaciones sufridas por el tracto gastro-intestinal bovino a través de la evolución, le han permitido desarrollar compartimientos digestivos que le son característicos a la especie. Dentro de estos cambios, el poseer dos estómagos para almacenar y digerir los alimentos por medio de la fermentación del sector rumino-reticular, hace que estas dos cámaras se consideren como un laboratorio microbiológico y bioquímico, por albergar bacterias, hongos y protozoarios, además, de las enzimas por ellos producidas. Por medio de las enzimas el bovino procesa el alimento que ingiere, bien sea pasto o suplementos, para producir ácidos grasos volátiles como fuente de energía y proteína bacteriana que aportan aminoácidos para el rumiante.

Además de estos efectos benéficos para el organismo animal, igualmente dependiendo de ciertos factores condicionantes se producen sustancias tóxicas, bien sea provenientes de la flora y fauna ruminal, como también del metabolismo de los alimentos por ellos ingeridos o de metabolitos de deshecho. Sea del origen que fuere, estas sustancias pueden reflejarse en la pérdida de la salud ruminal y la del organismo en general con signos y síntomas que van desde una indigestión, cuando se compromete el aparato digestivo, hasta los propios de cualquier sistema afectado.

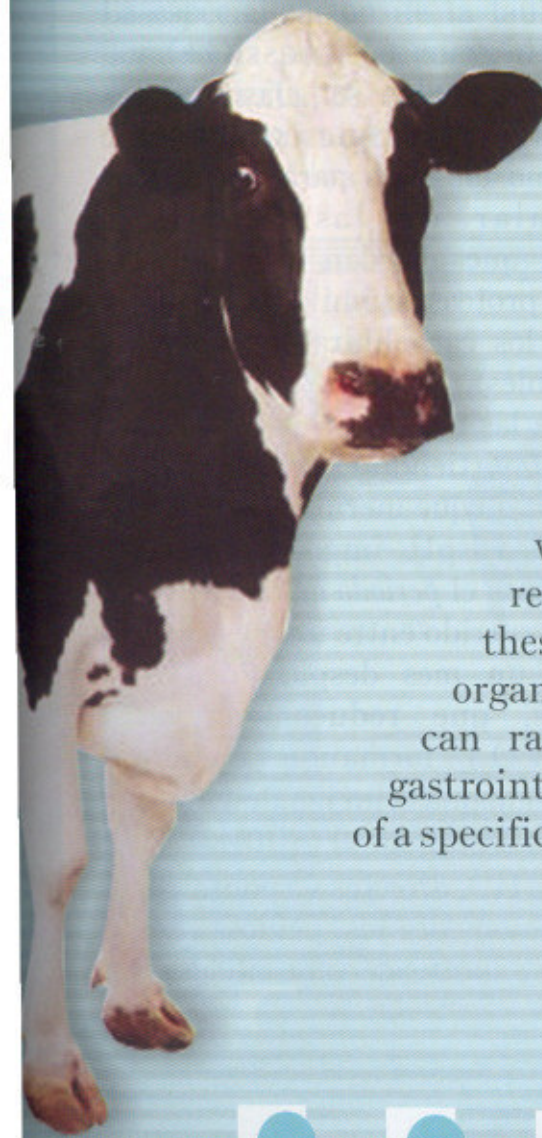




SUMMARY

Modifications undergone through the evolution by the bovine digestive tract, has allowed it to develop digestive compartments characteristic of the specie. Within these changes, having two stomachs to store and digest food by means of ruminal-reticular fermentation makes these two chambers be considered as a microbiologic and biochemical lab since they bear bacteria, fungi, protozoa and their enzymes. By means of the enzymes, the bovine processes ingested food, such as pasture or supplements, to produce volatile fatty acids as an energy source and bacterial protein as an aminoacid supply for the ruminants.

Along with these benefic effects for the animal's organism, and depending on certain conditional factors, toxic substances are also produced which come either from the ruminal flora and fauna as well as from ingested food metabolism or residual metabolites. No matter their source, these substances can give rise to ruminal or organic health loss, with signs and symptoms that can range from a simple indigestion, when the gastrointestinal tract is affected, to those characteristic of a specific affected system.



Los rumiantes, entre ellos los bovinos, son animales que a través de los años han consumido forrajes, pastos y malezas, como fuente de nutrientes para su mantenimiento y el sostenimiento de su descendencia.

Esta capacidad de transformar las plantas que ingieren los diferencia en parte de los monogástricos por el hecho de poseer un sistema digestivo capaz de realizar esta operación, condición que no poseen los animales de un solo estómago. Entre las características del digestivo bovino está el tener un estómago dividido en cuatro compartimientos, dos anteriores y dos posteriores, los primeros son el retículo (bonete) y el rumen (panza), los segundos incluyen el omaso (librillo) y el abomaso (cuajar) o estómago verdadero (6).

El sector anterior (rumen y retículo) es el que realiza los procesos de acumulación, estratificación y transformación del material alimenticio que los poligástricos ingieren para producir sustancias útiles y de deshecho para el rumiante.

El metabolismo y la absorción de nutrientes se realiza por medio de mecanismos que los rumiantes han desarrollado por millones de años, como albergar una flora (bacterias, hongos) y fauna (protozoos), que digiere los alimentos ingeridos por medio de enzimas; también han desarrollado propiedades de absorción en la mucosa

(revestimiento interno) por medio de papilas.

Como se puede ver, el sector anterior del estómago bovino se asemeja a un laboratorio tanto microbiológico como bioquímico, donde interactúan hongos, bacterias, protozoos y las enzimas producidas por todos ellos con el material alimenticio dispuesto en estratos (capas) dentro del rumen. El alimento se puede considerar entonces como un medio de cultivo para la población allí presente.

Las bacterias, gram positivas (G+) y negativas (G-), pueden ser clasificadas como celulolíticas que producen celulasas como enzimas para atacar la pared celular de las plantas; proteolíticas, que abordan la proteína por medio de proteasas; amilolíticas, que metabolizan los carbohidratos solubles (CHOS solubles), almidón y azúcares, por medio de las amilasas; utilizadoras de lactato, convirtiendo el ácido láctico en propionato, lo que merma el impacto sobre la caída del pH, importantísimas además, durante el *período de transición*, (tiempo transcurrido entre un mes antes del parto y un mes después de él); metanógenas, que reducen el gas carbónico (CO₂) formando metano (CH₄), condición que evita igualmente la caída del pH ruminal al utilizar los hidrogeniones (H⁺), directos responsables de la formación de los ácidos. Los protozoarios se clasifican como ciliados y flagelados.

El trabajo de la flora y la fauna es conjunto: primero atacan los hongos rompiendo la pared celular, luego las bacterias penetran por donde se unen los anteriores y por último los protozoos que ingieren y metabolizan nutrientes cuando éstos están en exceso, además ingieren bacterias controlando el número de éstas cuando hay desbalances de nutrientes. Puede apreciarse entonces un nicho (medio) ecológico con características de simbiosis, cooperación, mutualismo, sinergismo y parasitismo, que además cumple con el proceso ecológico de entrada de sustratos, transformación de ellos y salida de productos finales.

La especialización de la fauna y de la flora se da por el tipo de dieta que el animal reciba, si el rumiante basa su dieta en alimentación rica en proteína, como son los pastos altamente

fertilizados y jugosos de nuestras zonas lecheras de Antioquia, además de suplementos concentrados altos en proteína, predominarán las bacterias proteolíticas; si son altos los CHOS solubles en la dieta será alta la flora amilolítica; por el contrario, si el predominio en la alimentación es de la fibra, principalmente la detergente neutra efectiva (FDN_e), se desarrollarán la flora celulolítica y los hongos, permitiendo también la multiplicación de los protozoos. Esto demuestra la importancia de la FDN_e en el funcionamiento del rumen, al hacer parte del estrato sólido llamado colchón del forraje o punto del forraje, necesario para la actividad física de la panza al estimular los movimientos de ella, además de proveer material para el proceso de la rumia y generar la producción de saliva.



¿ Qué Produce el Rumen ?

Lo ideal es balancear la dieta con alimentos y suplementos balanceados en fibra, proteína y CHOS solubles (1) para obtener una buena interacción de microorganismos. Con esto se logra:

- Que el 70% de la flora se encuentre en el estrato sólido del rumen, el 25% en la fase líquida y el 5% en la pared ruminal.
- Que condiciones físico-químicas sean adecuadas para el correcto funcionamiento del rumen, que según Theodorou y France, citados por Forbes y France (7), son: pH (normal entre 6-7), osmolaridad (240-300 mOsm), temperatura (38-42 °C), capacidad (100-300 litros) y un medio reductor por excelencia (potencial de óxido-reducción entre -300 y -350 mV). En el trabajo de metabolizar lo que aporta la dieta por medio de la

fermentación ruminal se nota la importancia de la microbiota y su especialización, donde unas bacterias atacan un sustrato para obtener la energía (E^o) por ellas requerida, liberando sustancias de desecho que son aprovechadas por otras y así en cadena van realizando un trabajo en comunidad para mutuo beneficio y generando los nutrientes que son aprovechados por el bovino en el abomaso, intestino delgado (ID) y en el hígado.

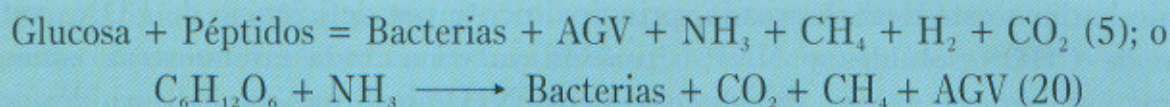
Cuando hay condiciones no deseadas en el medio ruminal, las bacterias no desaparecen totalmente, sino que se adaptan para sobrevivir. Esta adaptación la realizan atacando sustratos a los que no están acostumbradas. Cuando se normaliza la función del rumen las bacterias vuelven a desempeñar sus funciones naturales.

PRODUCTOS FORMADOS EN LA FERMENTACIÓN RUMINAL

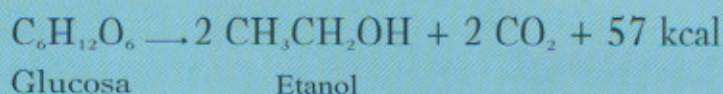
NUTRIENTES Y GASES

El proceso metabólico de *fermentación ruminal*, realizado por la fauna y flora del sector gástrico anterior del digestivo del bovino según Cunningham (5) y Van Soest (20) se representa como sigue:

¿ Qué Produce el Rumen ?



En las dos ecuaciones se puede observar que unos productos se reducen (toman H^+) y otros se oxidan (captan O_2). Perfectamente se puede notar cómo la fermentación es un proceso de oxidorreducción (redox). Se reporta que la glucosa se reduce y oxida formando etanol (forma reducida) y CO_2 (forma oxidada), con liberación de energía medida en kilocalorías (kcal), como se observa en la siguiente ecuación:



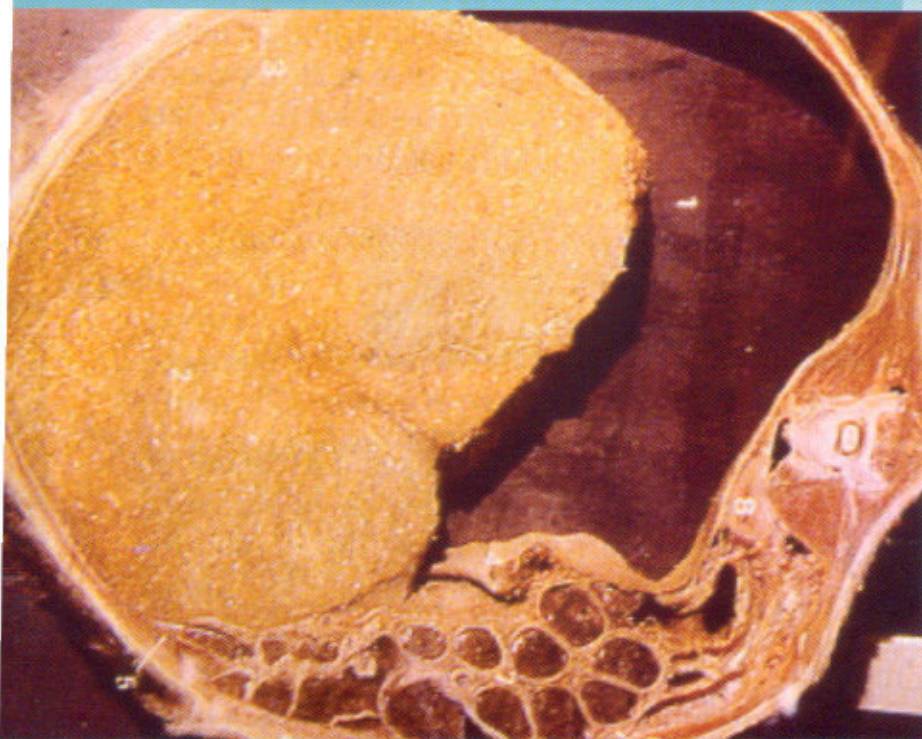
Estas ecuaciones nos dan idea también de lo producido para beneficio del hospedero: proteína bacteriana, ácidos grasos volátiles (AGV) y ciertos productos no aprovechables, entre los cuales se encuentran los gases metano (CH_4), carbónico (CO_2) y amoníaco (NH_3); además se generan otros productos no reportados en las ecuaciones que pueden ser tóxicos para el organismo animal. Para aprovechar la proteína bacteriana como fuente de aminoácidos (aas) y péptidos como proteína para el organismo, los AGV como fuente de energía y detoxificar los productos nocivos, se necesita que el hígado esté en buenas condiciones.

Tomando como punto de partida un medio ambiente ruminal en condiciones adecuadas, se detallan a continuación los productos formados, partiendo del trabajo bacteriano sobre los sustratos aportados con la ración.

Las bacterias proteolíticas atacan

aas, péptidos, proteína, nitrógeno no proteico (NNP) y urea de la saliva en casos de deficiencia de elementos nitrogenados, para obtener su propia energía, liberando como producto de deshecho NH_3 ; las bacterias G+ lo producen hasta 20 veces más rápido según Russell et al. y Chen y Russell (7). Las amilolíticas desdoblan los CHOS solubles obteniendo E° en forma de ATP para su multiplicación y crecimiento, liberando glucosa como producto final; por último las bacterias celulolíticas aprovechan el NH_3 y la glucosa para la multiplicación de nuevas generaciones bacteriales que pasan al abomaso y al intestino delgado (ID) como proteína bacteriana; allí es atacada por las enzimas acá producidas liberando aas y péptidos que son absorbidos, y por la circulación llegan al hígado donde se forma la proteína aprovechable por el animal hospedero; además, desde acá se reparte a los diferentes sistemas orgánicos, incluyendo la glándula mamaria, donde se forma la proteína láctea.

Cuando la dieta está desbalanceada, principalmente por deficiencia de FDN_e con exceso de CHOS solubles y NNP, situación ya comentada en nuestras zonas lecheras, se genera exceso de glucosa y de NH₃, los que son absorbidos y transportados al hígado.



La concentración normal de los AGV (7), está entre 70 y 130 mM y la proporción es 70% de ácido acético, 20% de ácido propiónico y 10% de ácido butírico; las condiciones ideales de la panza que se requieren para obtener estas cifras, se dan cuando la proporción de materia seca (MS) del forraje de buena digestibilidad es mayor que la del suplemento concentrado. Cuando la proporción se altera a favor de la MS del concentrado, el propiónico puede llegar hasta el 30% y el acético al 60%, a pesar de lo cual el ácido acético sigue predominando en la concentración total de AGV (5).

Para McCullough (15), la función de los AGV producidos en la fermentación ruminal es la siguiente:

Ácido acético, fuente de energía como grasa corporal y láctea.

Ácido propiónico, fuente de energía como glucosa - gluconeogénico por excelencia- y como grasa corporal.

Ácido butírico, fuente de energía en la pared ruminal; Aristizábal (1), lo reporta también como fuente de grasa butirosa en leche.

Según McCullough (14), el ácido acético es el responsable de la producción total de leche durante la lactancia completa, dejando para la interpretación que el

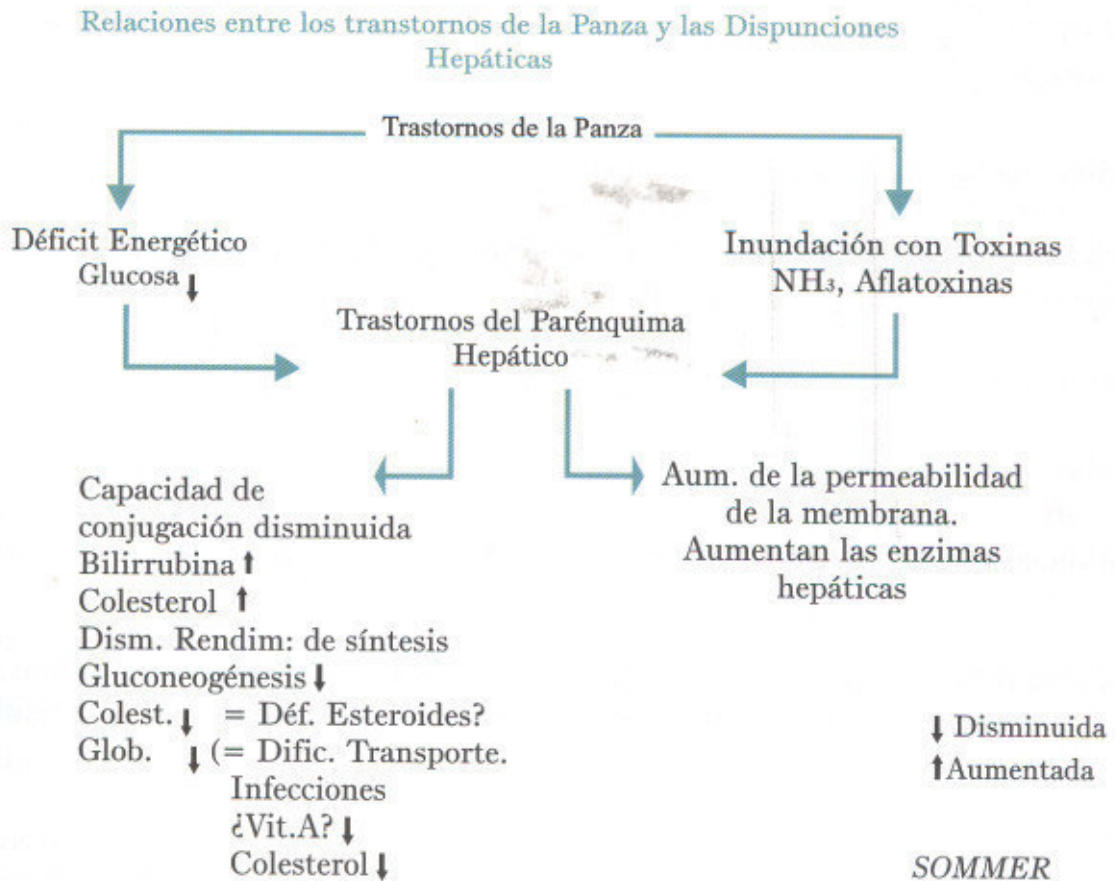
ácido propiónico siendo gluconeogénico, es importante en la producción de glucosa y su posterior transformación en lactosa (azúcar de la leche) en los primeros días de lactancia, particularmente durante el pico de producción.

En el metabolismo ruminal también se forman ácidos grasos ramificados: isobutírico, isovalérico y el 2-metilbutírico, que son aprovechados como fuente de energía por la flora celulolítica (12), facilitando la digestión de la celulosa e importante para la formación de los AGV y de proteína.

TÓXICOS ENDÓGENOS

En condiciones normales el rumen produce sustancias tóxicas que son absorbidas y transportadas al hígado y al riñón, donde son detoxificadas. Cuando hay alteraciones del sector gástrico anterior, estas sustancias aumentan en su concentración, lo que pone en peligro la salud de la panza como la del organismo mismo, máxime si se acompaña de alteración hepática.

Para Sommer (19), hay estrecha relación entre el proceso ruminal y el funcionamiento hepático como lo muestra en la siguiente figura:



¿ Que Produce el Rumen ?

Es así como una alteración ruminal repercute en la función del hígado y viceversa, con secuelas renales; este hecho se observa más comúnmente durante el periodo de transición por falta de adaptación de la flora y de la mucosa ruminal a los regímenes alimenticios que el animal va a recibir después del parto, como se observa con frecuencia en las cuencas lecheras del departamento de Antioquia.

Durante la etapa alrededor del parto es común un signo clínico de alteración hepática, la *ictericia*, generalmente en el primer mes posparto, que es fácilmente confundido con otros orígenes o patologías.

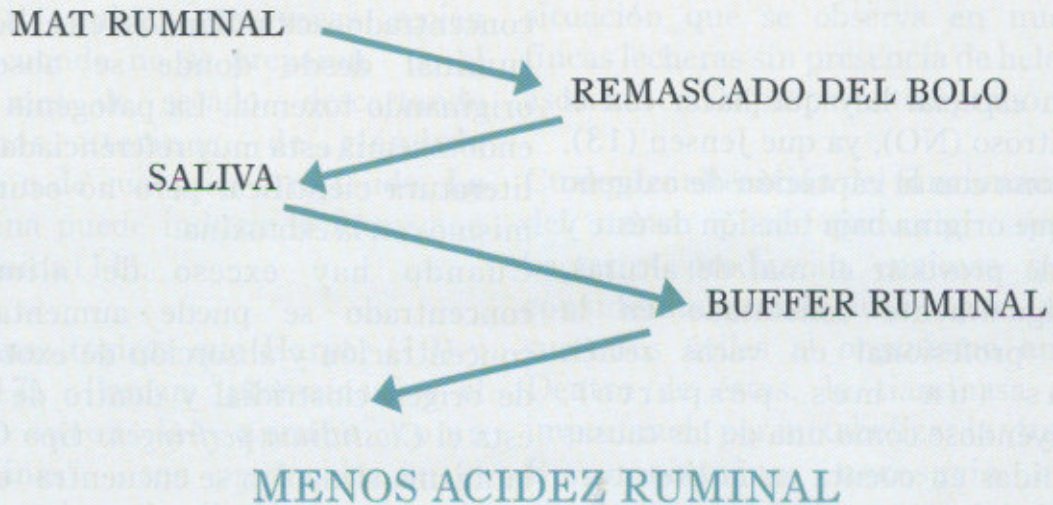
Cuando el hígado está en plena capacidad metabólica, las fallas alimenticias y los trastornos de la panza como resultado de las anteriores son pasajeros y poco espectaculares, pero si no se corrigen los problemas alimenticios, semanas más tarde se llega a una alta presencia de afecciones, ya que el hígado lesionado se recupera lentamente, más o menos en 8 semanas (19).

La literatura es muy extensa en reportar elementos nocivos como producto de la fermentación ruminal; acá se reportarán algunos de los más mencionados y se agruparán para una mejor comprensión en:

- Tóxicos nitrogenados: nitratos (NO_3) y nitritos (NO_2); amoníaco (NH_3); úrea; óxido nítrico (NO); nitrosamidas (NO_2 + un grupo amida) y otros nitrocompuestos como el B nitropropiónico.
- Toxinas bacterianas: endotoxinas y exotoxinas.
- Derivados de la descarboxilación de aas (17): histamina, serotonina, tiramina, cadaverina, triptamina y putrescina.
- Enzimas: tiaminasa.
- Alcoholes: etanol, metanol e isopropanol.
- Sustancias varias: metilglyoxal.

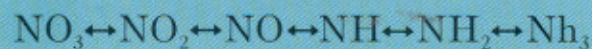
A continuación se comentarán ciertas generalidades de los diferentes grupos, pues es importante conocerlas para poder entender la acción en los tejidos y relacionarlas con ciertas enfermedades.

FIBRA DE 1.5* NECESARIA PARA EL MAT DEL RUMEN



* 1.5" Pulgadas.

Comenzando con los tóxicos nitrogenados, los NO_3 y NO_2 son sustancias tóxicas muy reconocidas en la medicina bovina, el primero de los compuestos entra con los pastos y se convierte en el segundo dentro de la panza para seguir hacia NH_3 , pasando por los siguientes compuestos siempre y cuando haya suficiente energía para las bacterias:



Con E° sólo para pasar de NO_3 a NO_2 se presenta la intoxicación por los últimos manifestándose en el glóbulo rojo como metahemoglobinemia, alteración de la hemoglobina. La presentación de la intoxicación sobreaguda y aguda en las zonas lecheras del departamento es de baja incidencia, en parte por el alto consumo de suplementos concentrados con una aceptable concentración de E° ; es más común encontrar las formas subclínica y crónica, principalmente con efectos reproductivos. Al tener deficiencia de energía se acumula el nitrato, lo que origina irritación de la mucosa ruminal.

Los excesos de amonio, nitratos y nitritos, nitrosaminas y del B nitropropiónico, se asocian con tumores en vejiga urinaria (20), que pueden ser del tipo hemangioma, hemangiosarcoma y adenocarcinoma, lo que origina hematuria (orina con sangre); en

la práctica de campo se observa más frecuentemente durante el posparto temprano y en fincas sin presencia de helecho o que lo tuvieron mucho tiempo atrás. Estos mismos compuestos se relacionan con problemas reproductivos (3, 20).

Mención especial hay que hacer con el óxido nitroso (NO), ya que Jensen (13), lo relaciona con la captación de oxígeno (O₂) lo que origina baja tensión de éste y así puede provocar el mal de alturas, hecho igualmente constatado en la práctica profesional en vacas recién paridas (un mes posparto), constituyéndose como una de las causas poco tenidas en cuenta en la literatura internacional.

Las toxinas producidas dependen del tipo de bacterias que se alteren durante

los procesos de indigestiones bovinas; las G- producen endotoxinas y las G+ exotoxinas. Las dos clases de toxinas se favorecen por errores en el manejo alimenticio, principalmente cuando hay deficiencias de FDN_e y excesos de concentrado, acumulándose en el líquido ruminal desde donde se absorben originando toxemia. La patogenia de la endotoxemia esta muy referenciada en la literatura científica, pero no ocurre lo mismo con la exotoxina.

Cuando hay exceso de alimento concentrado se puede aumentar la concentración y absorción de exotoxina de origen clostridial y dentro de éstos esta el *Clostridium perfringens* tipo C (8); la misma situación se encuentra en los veranos intensos, con poca oferta de forraje y gran aporte de suplemento concentrado.



La acción de las toxinas se da en el endotelio de los vasos sanguíneos lo que produce vasodilatación, congestión y aumento de la permeabilidad (salida de suero sanguíneo) llegando incluso a edemas. Esta situación se puede presentar también en vacas recién paridas cuando no se preparan en el último mes de secado, descartando problemas uterinos, de glándula mamaria o de cualquier otro tejido. La endotoxina puede inducir la formación de histamina (11).

Las aminas tóxicas que Harper (10) y Seren (17) llaman "ptomaínas" y el último autor las agrupa como "patoaminas", son producidas en el rumen por descarboxilación bacteriana de aas, que según el implicado será el producto final; por ejemplo la histidina forma histamina, la tirosina resulta en tiramina, la lisina origina cadaverina, la arginina produce putrescina, la indoetilamina resulta del triptófano y la colamina de la serina. Las principales sustancias que originan toxicopatías son la histamina y la tiramina (17).

Estos tóxicos cuando se acumulan ejercen efecto sobre el desempeño del organismo, lo que puede repercutir en la salud en general. Se sabe cómo la histamina desencadena alteraciones que se manifiestan con signos vasculares, de glándulas internas y alérgicos; la tiramina tiene una acción inmunosupresora sobre el organismo; del triptófano se genera un compuesto indol, el 3 metil-indol (3MI), con acción en la zona pulmonar lo que puede

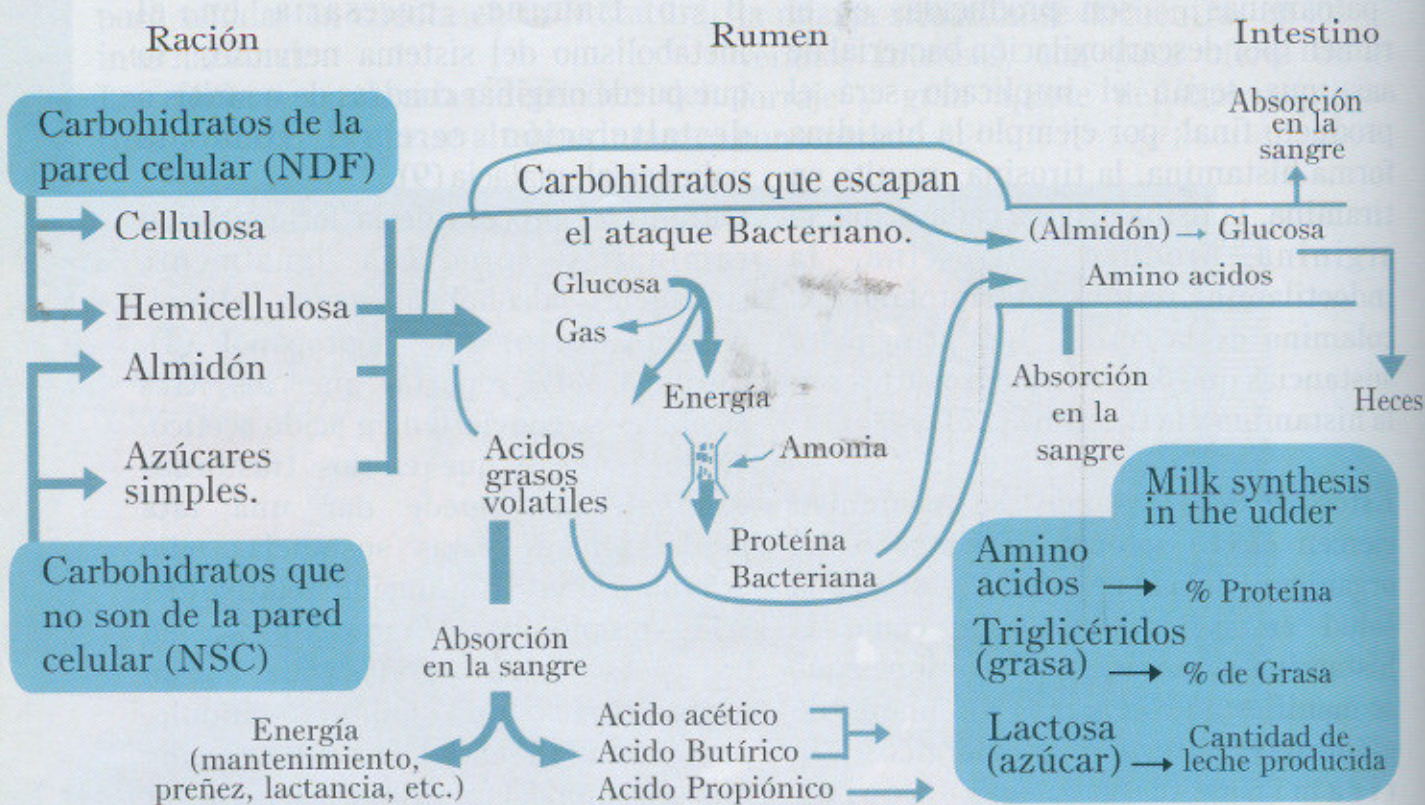
contribuir a la presentación de neumonías intersticiales de origen metabólico ó alérgico (18); este mismo tóxico llega por vía sanguínea a la vejiga urinaria y desencadena tumores con manifestaciones de hematuria (2), situación que se observa en nuestras fincas lecheras sin presencia de helechó y asociada con el posparto temprano.

Cualquier alteración del funcionamiento del rumen puede provocar que las bacterias produzcan enzimas que se consideran patológicas, por atacar sustratos útiles al organismo animal. Dentro de éstas, la tiaminasa es de importancia por metabolizar la vitamina B₁ o tiamina, necesaria en el metabolismo del sistema nervioso, lo que puede originar cuadros de neuritis o de alteración cerebral como la poliencefalomalacia (9).

Durante el proceso de la fermentación ruminal se producen igualmente sustancias alcohólicas como etanol, metanol (4,16) e isopropanol (4). Córdoba (4) reporta que los tres alcoholes se convierten en ácido acético, lo que sugiere que en los trastornos ruminales se puede dar una alta producción de estas sustancias, ello originará una disminución relativa del ácido propiónico, primordialmente en las vacas recién paridas que sufran indigestiones de cualquier índole, pudiéndose desencadenar entonces una hipoglicemia, factor primario para llegar a la cetosis. El metanol puede convertirse en metano, gas considerado generador de gran pérdida energética durante el proceso de su formación.

¿Qué Produce el Rumen ?

Dentro de las sustancias varias producidas en forma normal durante el metabolismo ruminal, se encuentra metilglyoxal que, según Russell citado por Owens y cols (16), se aumenta en situaciones de trastornos alimenticios, como dietas ricas en CHOS solubles y bajas en nitrógeno (proteína), generando gran producción de glucosa que se puede convertir en sustancia tóxica para las mismas bacterias al inducir la formación de grandes cantidades de metilglyoxal. Esta última merma la viabilidad de las bacterias e induce indirectamente el aumento de las endotoxinas en la panza. Para el autor, esta misma situación se puede dar en casos de deficiencia de FDN_e, alto consumo de azúcares y almidones y con alta concentración de proteína, principalmente en forma de NNP, característica común en los sistemas de producción en los altiplanos lecheros del departamento de Antioquia. La propuesta se basa en el hecho de la falta de colchón de forraje, pudiendo entonces afectar la presencia de flora celulolítica gran consumidora de glucosa y NH₃.



¿ Que Produce el Rumen ?

Se mencionan otras sustancias como el indol y el escatol, que según Eadie y Oxford citados por Seren (17), ejercen acciones nocivas sobre los protozoarios cuando se presentan en altas concentraciones al alterarse la fermentación ruminal. Igualmente se pueden encontrar sustancias que pueden neutralizar la formación de vitaminas del complejo B y Vitamina K, esta última producida por las bacterias G-, principalmente la *E. Coli*. Cuando hay deficiencia de vitamina K por alteración de la flora digestiva, como es el caso de las indigestiones, o por las sustancias que la neutralizan, se puede originar hematuria que responde bien cuando se aplica dicha vitamina por vía parenteral y además, cuando se corrige la causa de la indigestión.



ARISTIZÁBAL V., Jaime. La Proteína: parte 1. *Despertar Lechero*. N° 16 (1998). p. 720.

BLOOD, D. C.; HENDERSON, J. A.; RADOSTITS, O. M. *Medicina Veterinaria*. 6 ed. México: Interamericana, 1988. 1441 p.

BUTLER, W. R. Review: Effect of Protein Nutrition on Ovarian and Uterine Physiology in Dairy Cattle. *In: Journal of Dairy Science*. Vol. 81, N° 9 (1998). p. 2533-2539.

CÓRDOBA P., Darío. *Toxicología*. 1 ed. Medellín: L. Vieco, 1994. 645 p.

CUNNINGHAM, J. C. *Fisiología Veterinaria*. México: Interamericana, 1997. 763 p.

DYCE, K. M.; SACK, W. O.; WENSING, J. G. *Anatomía Veterinaria*. 2 ed. México: McGraw-Hill, 1999. 952 p.

FORBES, J. M.; FRANCE, J. Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism. Cambridge: University Press, 1993. 515 p.

GLEN SONGER, J. Clostridial enterotoxemia. *In: Current Veterinary Therapy 4-Food Animal Practice*. Philadelphia: W. B. Saunders Company, 1999. p. 389-390.

GOULD, DANIEL H. Polioencephalomalacia. *In: Journal of Animal Science*. N° 1 (1998); p. 309-314.

HARPER, Harold A. *Manual de química fisiológica*. 5 ed. México: Manual Moderno, 1976. 653 p.

HENRY, M. M.; MOORE, J. N. Equine endotoxemia. *In: Smith Bradford P. Animal Internal Medicine*. St Louis: Mosby, 1990; p. 668-674.

HOOVER, William H.; MILLER, Tammy K. Rumen digestive physiology and microbial ecology. *In: The Veterinary Clinics of North America- Food Animal Practice*. Vol. 7, N° 2 (1991); p. 311-325.

ENSEN, Rue; DONALD R., Mackey Disease of feedlot cattle. 2 ed. Philadelphia: LEA and Febiger, 1974. p. 377.

MCCULLOUGH, Marshall E. Alimentación Práctica de la vaca lechera. 1 ed. Barcelona: Aedos, 1971. 208 p.

-----, Feeding dairy cows - the how and why of feed programing. En: Hoard´s Dairyman. (1986); p. 3-74.

OWENS, F. N. et al. Acidosis in cattle: A review. In: Journal of Animal Science. N° 1 (1998); p. 275-286.

SEREN, E. Enfermedades de los estómagos de los bóvidos: Patología y Tratamiento. Zaragoza: Acribia, 1975. Vol. 2; 473 p.

SMITH, ROBERT A. Impact of disease on feedlot performance: A review. In: Journal of Animal Science. N° 1 (1998); p. 272-274 .

SOMMER, H. Medicina preventiva en vacas lecheras. En: Noticias Medico Veterinarias. N° ½, (1975); p. 42-63 .

VAN SOEST, PETER J. Nutritional ecology of the ruminant. 2 ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. p. 476.



¿ Que Produce el Rumen ?

INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO



COMPARACIÓN DEL EFECTO DEL GENOTIPO DE KAPPA CASEÍNA SOBRE LA COMPOSICIÓN DE LA PROTEÍNA LÁCTEA EN DIVERSAS RAZAS LECHERAS

Zoot. Jorge H. Quijano B
Profesor Universidad Nacional
Zoot. José Julián Echeverry Z
COLANTA
E-mail: jjecheve@unalmed.edu.co

RESUMEN

El presente trabajo fue realizado en seis hatos localizados en cuatro municipios del Departamento de Antioquia. Muestras de leche de 62 vacas correspondientes a las razas Holstein, Jersey, Ayrshire y Normando, fueron analizadas para porcentaje de proteína total y porcentaje de fracciones proteicas. Las vacas tenían genotipo conocido para el gen de la K-caseína. Se estableció una asociación entre el genotipo (AA, AB y BB) y el porcentaje de proteína total y fracciones proteicas. No se encontró diferencia significativa entre los genotipos y el porcentaje de proteína. Se halló diferencia significativa entre los genotipos y el porcentaje de proteínas del suero.



SUMMARY

This research was done on six herds located in four municipalities of the Antioquia department in Colombia. Milk samples from 62 cows of Holstein, Jersey, Ayrshire and Normando breeds were taken and analyzed for total protein content and protean fractions percentages. Cows had their known genotype for K-casein gene. An association was established between genotypes (AA, AB, BB) and total protein content, as well as protein fractions percentages. No significant difference between genotypes and total protein content was found, but there was an important one between genotype and whey protein percentages.

INTRODUCCIÓN



El rendimiento de la leche en la industria tiene una estrecha relación con su calidad composicional principalmente con su contenido de proteína y grasa. También es de conocimiento la importancia y los aumentos en rendimiento quesero con el uso de leches con concentraciones altas de caseína.

Los avances en la ingeniería genética han llevado a detectar los alelos del genoma bovino responsables de la producción de la K-caseína, una de las proteínas de mayor importancia en la coagulación de la leche y por lo tanto del rendimiento quesero. Que

en consecuencia, estos logros deben ser aprovechados en las investigaciones orientadas al mejoramiento genético de la calidad de la leche.

Las caseínas, proteínas mayores de la leche de vaca son la base de la transformación quesera. Tres de ellas, las caseínas Alpha S1, Beta(β) y la Kappa (κ) están presentes en todas las razas, existiendo un polimorfismo genético que quiere decir que se encuentran en diferentes formas y que varían de un animal a otro y de una raza a otra (Revista Normando, 1997).

Varios estudios han coincidido en mostrar que el gen de la K-caseína está relacionado con un aumento de la proteína total, los contenidos de caseína y K-caseína; pero también está asociado a una disminución de los contenidos de proteína en el suero. Estos resultados se presentan en la Tabla 1.



Tabla 1. Contenidos proteicos de diferentes genotipos para K-caseína

GENOTIPOS	PROTEÍNA TOTAL	CASEÍNA	PROTEÍNA DEL SUERO
AA	3.37	2.65	0.71
AB	3.37	2.67	0.70
BB	3.44	2.75	0.69

Tomado de Ng kway y Hang (1986)

Jakob (1994), presentó el efecto de los alelos en el contenido de proteína láctea en diferentes razas (Tabla 2).

Tabla 2. Efecto de los alelos de K-caseína sobre los contenidos de la proteína láctea

RAZA	PROTEÍNA TOTAL(%)			CASEÍNA (%)			PROTEÍNA SUERO (%)		
	AA	AB	BB	AA	AB	BB	AA	AB	BB
AYRSHIRE	3.31	+0.05	+0.07						
HOLSTEIN	3.37	0.00	+0.07	2.65	+0.02	+0.10	0.71	-0.02	-0.02
JERSEY	4.01	-0.06	+0.14						
NORMANDO	3.51		+0.03	2.70		+0.05			

Tomado de Jakob (1994)

Todas las razas incrementaron el contenido de proteína cuando presentaron el genotipo BB, sin existir diferencias estadísticas entre ellas. El porcentaje de caseína se incrementó en presencia del alelo B y la proteína del suero se disminuyó. Bobe ,G. et al (1999), trabajando con 233 vacas Holstein y usando 592 muestras individuales, encontró que no había diferencia significativa en concentración total de proteína entre los diferentes genotipos para la K-caseína. Sin embargo, la sustitución del alelo A incrementa la proporción de K-caseína de la leche. En la Tabla 3 se presentan los resultados.

Tabla 3. Medias fenotípicas para concentración y composición de proteína láctea en vacas Holstein con diferentes genotipos para K-caseína

	AA (n=409)	AB (n=163)	BB (n=20)
CARACTERÍSTICA	Media ± D.E		
PROTEÍNA TOTAL ¹	32.2 ± 3.1	32.4 ± 3.5	31.6 ± 2.6
k-caseína ²	16.6 ± 2.1	17.9 ± 2.2	19.6 ± 2.0

Tomado de Bobe, 1999, adaptado por Quijano y Echeverry, 2000.

¹ Expresada en gr./litro de leche.

² Expresada como porcentaje de peso de la proteína individual a la proteína total.



MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo fue realizado en seis hatos localizados en los municipios de Caldas, Don Matías, Belmira y Entrerriós. La muestra la constituyeron 62 vacas de las razas Holstein, Jersey, Ayrshire y Normando que tenían genotipos conocidos para K-caseína.

Se analizó el porcentaje de proteína con el Milkoscan.

Para la determinación de las fracciones proteicas se utilizó la técnica de corrido electroforético con gel poliacrilamida al 12% y utilizando el SDS-page (del Centro de Investigaciones Médicas de la Universidad Pontificia Bolivariana), presentado en el gráfico.

La información se analizó siguiendo el método de Mínimos Cuadrados descrito

por harvey (1985).

El modelo propuesto fue el siguiente:

$$Y_{ijkl} = \mu + G_i + R_j + H_k + P_l + e_{ijkl}, \text{ donde:}$$

Y_{ijkl} = Porcentaje de caseína en leche.

μ = Media de los todos los efectos.

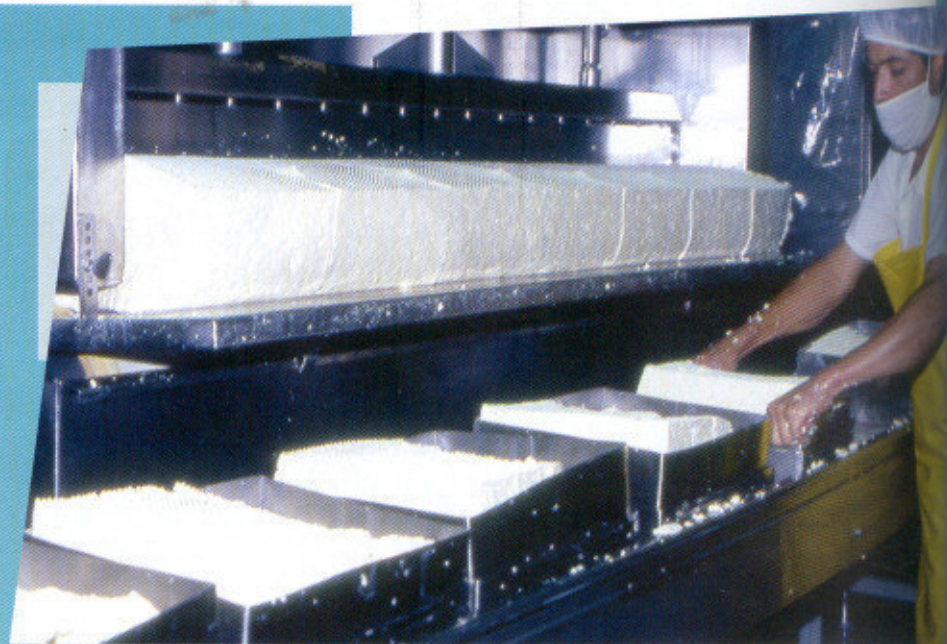
G_i = Efecto del genotipo de la vaca i , variando de 1 a 3, siendo 1:AA, 2:AB y 3: BB.

R_j : Efecto de la raza j , variando j de 1 a 4, siendo 1: Holstein , 2: Ayrshire, 3: Normando y 4: Jersey.

H_k = Efecto del hato k , variando k de 1 a 6.

P_l = Efecto de la proteína total.

e_{ijkl} = Error experimental.



FACTORES QUE AFECTAN LA CONCENTRACIÓN DE KAPPA-CASEÍNA

Se realizaron cinco modelos para el estudio de variables como: proteína total, porcentaje de kappa-caseína y Beta-globulina. Los resultados se presentan en las siguientes tablas.

En la tabla 4 se muestran los factores que afectan la concentración de kappa-caseína en la leche.

Tabla 4. Factores genético - ambientales que afectan la variación de la kappa-caseína de la leche

FUENTES DE VARIACIÓN	I	II	III	IV	V
GENOTIPO	X	X		X	X
RAZA	X		X		X
PROTEÍNA TOTAL	X **				
HATO				X	
ESTIMADORES					
Media	2.56	2.56	2.56	2.56	2.56
Desviación Est.	0.34	0.44	0.43	0.43	0.43
R ² (%)	38.00	1.00	1.10	4.30	2.00
C.V.%	13.5	17	17	17	17

** P<0.01

Estos resultados indican que el porcentaje de kappa-caseína no está influenciado por la raza, el hato o el genotipo, ya que ninguno de estos mostró efecto estadísticamente significativo. Los coeficientes de determinación fueron demasiado bajos (a excepción del primer modelo), indicando que los efectos analizados contribuyen en bajo porcentaje a la variación de la Kappa-caseína y existen otros factores que no fueron incluidos en el modelo.

En la Tabla 5 se presentan las medias de kappa caseína de acuerdo con el genotipo de las vacas.

Tabla 5. Media de mínimos cuadrados error estándar para los genotipos estudiados

GENOTIPOS	OBSERVACIONES	MEDIA	ERROR ESTÁNDAR
AA	38	2.59	0.071
AB	67	2.55	0.053
BB	78	2.57	0.049



Estos resultados muestran la poca diferencia entre el contenido de K-caseína de los tres genotipos estudiados. Esto concuerda con McLean et al (1984), Aleanderi et al (1990), Haenlein et al (1987), Gonyon et al (1987), Bovenhuis et al (1992) y Kim (1994) y difiere de los resultados presentados por Ng-Kway-Hang et al (1986), quien reportó efecto del genotipo sobre el contenido de Kappa-caseína y grasa. Los promedios de las razas según el contenido de k-caseína se presentan en la Tabla 6.

Tabla 6. Media de mínimos cuadrados error estándar para los contenidos de la K-caseína de las diferentes razas estudiadas

RAZAS	OBSERVACIONES	MEDIAS	ERROR ESTÁNDAR
AYRSHIRE	36	2.56	0.072
HOLSTEIN	69	2.61	0.052
NORMANDO	28	2.61	0.082
JERSEY	50	2.50	0.061

Estos resultados son distintos de los de E. Jakob y Z. Puhan (1994), que encontraron diferencia significativa entre las razas Normando y Holstein. Es de resaltar que al contrario del trabajo de E. Jacob y Z. Puhan, en el presente los animales no estaban clasificados al interior de las razas por los genotipos (AA, AB, BB) y esto posiblemente influyó para no encontrar diferencias significativas entre razas.

El hato no tuvo efecto significativo sobre la concentración de Kappa-caseína, no se encontró literatura para discutirlo.



FACTORES QUE AFECTAN EL PORCENTAJE DE PROTEÍNA TOTAL

El efecto de hato resultó altamente significativo ($P < 0.01$) sobre el porcentaje de proteína. En la Tabla 7 se presentan los resultados.

Tabla 7. Efecto del hato sobre el porcentaje de proteína láctea total

HATO	OBSERVACIONES	MEDIA DE MÍNIMOS CUADRADOS	ERROR ESTÁNDAR	CONSTANTE ESTIMADA
Ronisal	19	3.10	0.134	+0.332
Escocia	17	2.47	0.137	-0.304
Pantano	50	2.63	0.086	-0.143
El Puesto	6	2.59	0.238	-0.178
Nirvana	42	2.89	0.108	+0.118
Frontera	49	2.95	0.085	+0.174

La significancia del hato concuerda con Acevedo (1997) y Echeverry (2000), los cuales reportan que el hato afecta significativamente el porcentaje de proteína láctea.

El genotipo de la vaca no tuvo efecto significativo sobre el porcentaje de proteína total.



FACTORES QUE AFECTAN LA CONCENTRACIÓN DE B-LACTOGLOBULINA

El genotipo tuvo efecto significativo ($P < 0.07$) sobre la concentración de β -lactoglobulina.

En la Tabla 8 se presenta las medias para los diferentes genotipos analizados.

Tabla 8. Media de mínimos cuadrados \pm error estándar y constantes estimadas para el genotipo en relación con la concentración de β -lactoglobulina

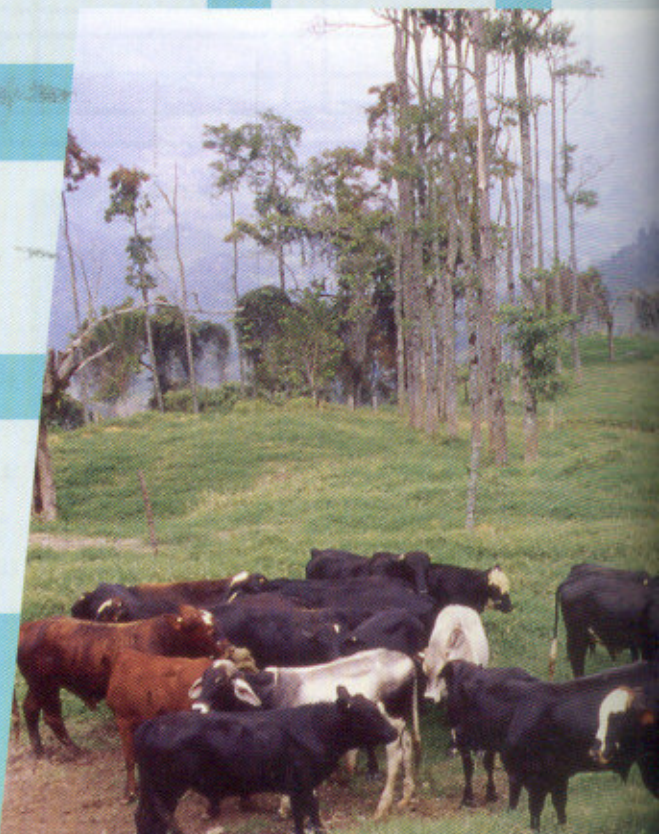
GENOTIPO	OBSERVACIONES	MEDIA DE MÍNIMOS CUADRADOS	ERROR ESTÁNDAR	CONSTANTE ESTIMADA
AA	38	2.37	0.064	+0.102
AB	67	2.23	0.046	-0.028
BB	78	2.19	0.044	+0.074



Los resultados concuerdan con Ng-Kway-Hang et al (1998), quienes encontraron que existía efecto significativo entre las diferentes variantes genotípicas en relación con la proteína sérica.

CONCLUSIONES

1. El hato, el genotipo (AA, AB, BB) y la raza (Holstein, Jersey , Normando y Ayrshire) no tuvieron efecto significativo sobre el porcentaje de κ -caseína de la leche, explicando solamente el 4% de la variación de la característica.
2. El genotipo para κ -caseína afectó significativamente la concentración de β -lactoglobulina ($P < 0.07$), siendo el genotipo AA el que presentó mayor valor (2.37%) y el BB el de menor valor (2.19 %).
3. El genotipo no tuvo efecto significativo sobre el porcentaje de proteína total.
4. El efecto de hato y genotipo para κ -caseína explican en un 9% el porcentaje de proteína total.
5. Los resultados del presente trabajo no fueron concordantes en su totalidad con la revisión de literatura, posiblemente por el bajo número de animales evaluados y el promedio de muestras por animal. Es recomendable realizar un nuevo análisis bajo las mismas condiciones metodológicas pero incrementando el tamaño muestral.



BIBLIOGRAFIA

JAKOB, E.; PUHAN, Z. Implications of genetic polymorphism of milk proteins on production and processing of milk. In: Bulletin FIL. No.304 (1995); p. 2-25.

JAKOB, E. Genetic polimorphism of milk protein. In: Bulletin FIL. No.298 (1994); p.17-27.

NG, KWAY, HANG. Genetic polimorphism of milk proteins: relationships with production traits, milk composition and technological properties. In: Journal of Animal Science. No.78 suppl. P. 131-147.

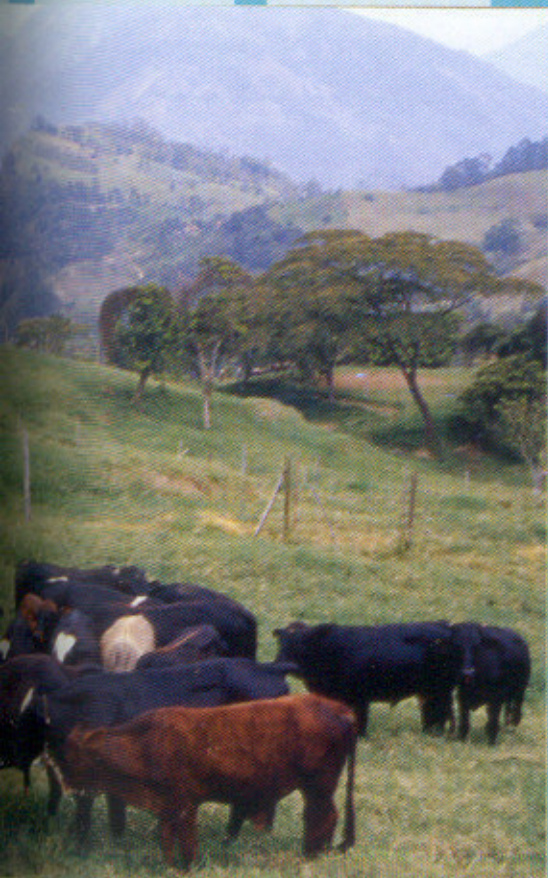
DUPUY, C. Cualidades tecnológicas de la leche. En: Revista Normando. (Abr.-Jun. 1997).

ECHEVERRY, J.J. Estimación de parámetros genéticos para el porcentaje de proteína en leche. Medellín, 2000. 74 h. Trabajo de grado (Zootecnista). Universidad Nacional de Colombia.

ACEVEDO, L. Factores que afectan el porcentaje de proteína láctea. En: Despertar Lechero. No.14 (1997); p. 79-86.

TRUJILLO, E. Caseína en el mejoramiento animal. En: SEMINARIO INTERNACIONAL SOBRE CALIDAD DE LECHE COMPETITIVIDAD Y PROTEÍNA. (2 : 1999 : Medellín). Memorias del II Seminario Internacional sobre Calidad de Leche Competitividad y Proteína. Medellín: COLANTA, 1999. 294 p.

CASEÍNA, QUESERÍA y denominación de origen controlado. En: Revista Normando Colombiano. No.29 (Abr.-Jun. 1998); p. 8-12.





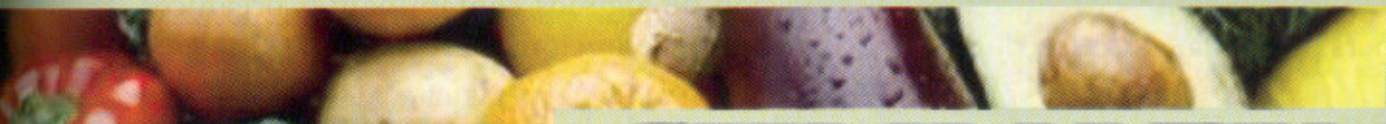
Medio Ambiente

PRODUCCIÓN LECHERA ECONÓMICA Y SOSTENIBLE

Álvaro Marín Q. MVZ, MSc

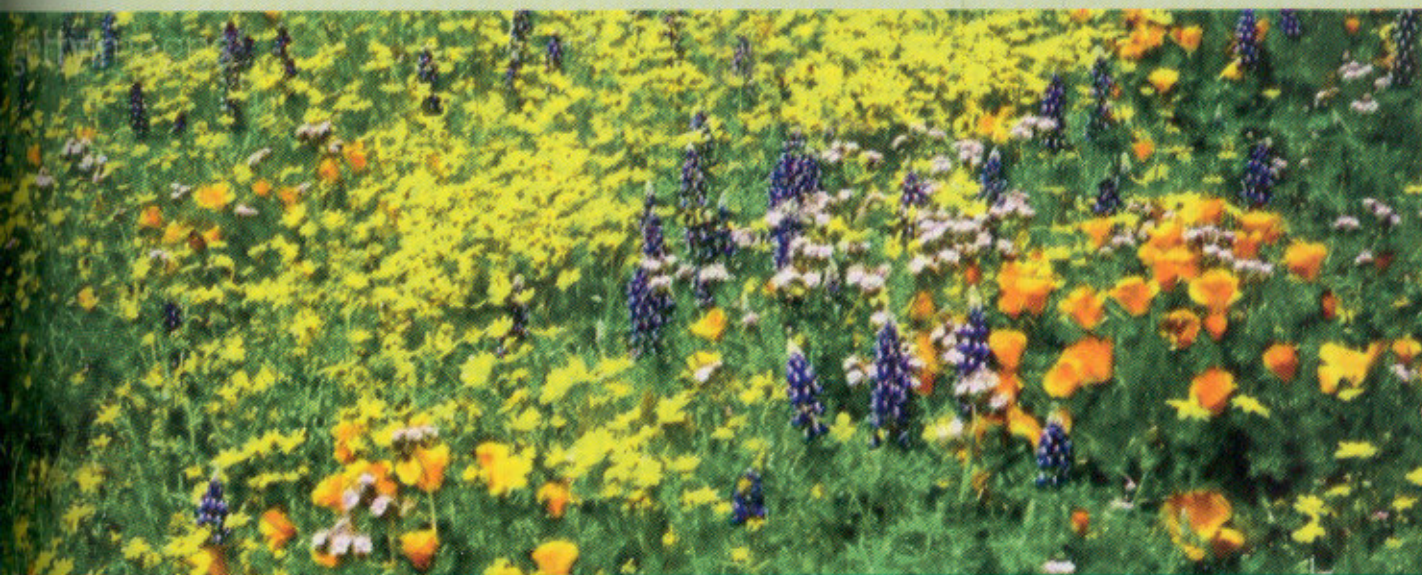
RESUMEN

La gente está clamando por alimentos más sanos, seguros, frescos, orgánicos y a costos racionales. Igualmente los productores se han dado cuenta de que la única opción viable y rentable es el cambio a sistemas de producción sostenibles, orgánicos, lo cual ha llevado al desarrollo de nuevos enfoques en la nutrición y manejo de enfermedades agudas y crónicas.



SUMMARY

People is asking for healthier, safe, freshly, organic and at a relativity low cost foods and feeds. At the same time producers look at a low cost, suitable, sustainable, and organic production system thought the development of a new scope in nutrition and treatment of acute and chronic animal diseases.



Med

10

INTRODUCCIÓN

En 1992 se realizó en Río de Janeiro (Brasil), la Primera Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible, la cual se ha definido como: “El manejo racional de los recursos naturales renovables que nos permita su conservación, evite o minimice el deterioro ambiental, busque satisfacer las necesidades presentes, pero sin comprometer las necesidades de las generaciones futuras” (Marín, A. 2000).

Este concepto de sostenibilidad implica a su vez mejorar la calidad de vida de toda la población mundial. En la Cumbre de Río de Janeiro se adoptó el Convenio de Biodiversidad conocido también como Protocolo de Cartagena; y el Convenio de Estocolmo sobre la reducción y eliminación de algunos contaminantes orgánicos persistentes mediante el llamado “Principio de Precaución” (Miralles, J. 2002).

Estos dos Convenios más las recomendaciones de la II Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible de Johannesburgo (Sudáfrica) realizado entre el 26 de agosto y el 4 de septiembre del año 2002, han marcado las pautas para la actual tendencia mundial al cambio hacia una producción agropecuaria orgánica y sostenible.



PROBLEMAS Y SOLUCIONES

En el año 1971 el profesor Andre Voison había expresado que “el organismo animal y humano es la fotografía bioquímica (holograma) del medio en que vive y del suelo que ha producido sus alimentos” (Voison, A. 1971).

Ya hace más de dos mil años Heráclito de Efeso había expresado que “La salud del hombre es el reflejo de la salud de la tierra”. Desde mediados de los años cincuenta del siglo XX y con el origen de la Revolución Verde, se han incrementado los riesgos potenciales relacionados con aditivos, abonos químicos, antibióticos, plaguicidas, herbicidas, etc, en la producción agropecuaria (Marín, A. 1999), pero también desequilibrios que han llevado a la aparición de carencias o toxicidades, fenómeno estudiado tanto en plantas como en animales.

Estudios realizados en la Unión Europea han revelado que entre el 40 y el 50% de muestras de alimentos analizados están contaminados con plaguicidas y un 5% tienen cantidades superiores a los límites máximos permitidos (Nuñez, M. y Navarro, C. 2002b). Los únicos alimentos libres de plaguicidas son aquellos que se venden con el sello de agricultura ecológica. Dos estudios más realizados en el año 2001 en Estados Unidos y en el Reino Unido han demostrado que los alimentos biológicos son más ricos en nutrientes y tienen mejor sabor y conservación.

En la actualidad se considera que existen cinco problemas fundamentales en las relaciones suelo-planta-animal-hombre:

(1) Disponibilidad de agua. Los sistemas agropecuarios utilizan el 70% de los recursos de agua fresca disponibles.



(2) El abuso de los fertilizantes químicos en la producción agrícola y el exceso de residuos contaminantes de las sales mineralizadas de baja calidad comercializadas en América Latina. Por ejemplo, entre el 50 y 80% del fósforo de las sales mineralizadas se elimina al ambiente; solo del 3 al 5% del manganeso, el 15% del hierro, el 20% del zinc y el 40% del cobre inorgánico se absorbe a la circulación (Jonson, A.B. y Socha, M. 1999)

(3) La contaminación ambiental relacionada con los subproductos de cosecha, heces de producción pecuaria intensiva, subproductos del sacrificio de animales, subproductos del proceso industrial y semi-industrial de alimentos para consumo animal y humano y las aguas residuales resultantes de todos los procesos anteriores.

(4) El abuso de aditivos y fármacos de origen químico.

(5) El último y más grave, desde el punto de vista de los sistemas de Producción Pecuaria Limpia, es el abuso de antibióticos. De 25.000 a 30.000 toneladas de antibióticos producidos anualmente en Estados Unidos, el 40% se usan como "Preventivos" o como "Promotores de Crecimiento" en la producción animal y un porcentaje muy pequeño comparativamente para el tratamiento de enfermedades, por lo general resistentes a los mismos; de un 20 al 30% se usan en la producción agrícola, un porcentaje alrededor del 5% en productos caseros de limpieza y el resto en salud humana. Por lo menos el

70% de las infecciones bacterianas en humanos y animales son resistentes a antibióticos (Radetsky, P. 1998).

Teniendo en cuenta esta situación, la Unión Europea adoptó el Principio de Precaución ya mencionado y en 1999 retiró del mercado de promotores de crecimiento ocho antibióticos (bacitracina de zinc, eritromicina, lincomicina, penicilina, spiramicina, tetraciclina, tylosina y virginiamicina). Estados Unidos y otros países iniciaron procesos en el mismo sentido (Gilbert, R. 1999).

Sin embargo en países como el nuestro es muy difícil cambiar legislativamente esta situación porque los gobiernos no tienen o no quieren tener la suficiente capacidad decisoria para iniciar los cambios y porque la presión económica de las multinacionales sobre los



gobiernos en esta era de globalización, no lo permite, como se vio claramente en la Cumbre de Johannesburgo (Pombo, D.2003). En este sentido es más importante la presión de consumidores y productores que hacen que se adopten cambios antes de que surjan las leyes que los sustenten.

Así como han ido surgiendo los problemas, también han ido buscándose las soluciones y en la actualidad podemos hablar de **SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA**, que incluyen por lo menos cuatro posibilidades, cada una con diferentes opciones de trabajo. Las tres primeras se relacionan directamente con sistemas de producción y la cuarta con las nuevas perspectivas en salud y sanidad animal. Enunciaremos rápidamente las tres primeras y nos enfocaremos con más detalle en la cuarta.

LA PRIMERA SOLUCIÓN consiste en el uso eficiente del agua.

LA SEGUNDA SOLUCIÓN consiste en el desarrollo de sistemas sostenibles de producción agroganadera que buscan eliminar el impacto de la ganadería en el ambiente, como los propuestos por CIPAV en el país y en otros países de América Latina y por instituciones como Corpoica y la Universidad Nacional de Colombia y que incluyen: (1) Sistemas de silvopastoreo; (2) Pastoreo en franjas; (3) Renovación de praderas; (4) Árboles dispersos en potreros para sombrío y forraje; (5) Bancos de forrajes, en especial

proteínas, (6) Uso de cercas vivas en vez de posteaduras; (7) Manejo de la sucesión vegetal o desmatona selectiva; (8) Uso de barreras rompevientos; (9) Restauración de áreas degradadas; (10) Recuperación de áreas erosionadas; (11) Reconversión de potreros a bosques maderables con plantas nativas; (12) Protección y enriquecimiento de nacimientos y fuentes de aguas; (13) La recuperación y cruce con razas criollas más adaptadas y resistentes, entre otros (Murgueitio, E. y Galindo, W.F., 2003).

LA TERCERA SOLUCIÓN se basa en el desarrollo de técnicas que minimicen la eliminación de desechos al ambiente y que consiste básicamente en el cambio a una agricultura orgánica y la introducción progresiva del concepto de nutrición biológica (Marín, A. 2000). La agricultura orgánica, más específicamente la llamada biodinámica, antroposófica u homeopática busca mantener la calidad del suelo actual y futura, aumentar la resistencia de cultivos y animales frente a plagas y enfermedades de modo que no sea necesario el uso de plantas transgénicas con los riesgos que conllevan, ni sustancias químicas de síntesis, y producir alimentos de calidad nutritiva superior y con mayores rendimientos como lo demostró un estudio suizo de 20 años realizado por el IRAB desde 1978 (Arman, K. 1998). Estudios más recientes como los publicados por G.P. Robertson y Colaboradores (Science 289, 1922, 2000), J.P. Reingold y colaboradores (Nature 410, 926, 2001) y P. Mader (Science, 296, 1694, 2002),

entre otros, confirman lo propuesto. Para ello la *agricultura orgánica* propone: (1) El reemplazo de los fertilizantes químicos por abonos orgánicos; (2) El control biológico y/o homeopático de plagas y enfermedades; (3) Uso de sales minerales quelatadas; (4) Uso alternativo de los desechos ambientales; (5) El reciclaje y transformación de subproductos de origen animal; (6) La utilización en alimentación animal de subproductos de la industria de alimentos para humanos; (7) El tratamiento y reciclaje de aguas residuales mediante lagunas de oxidación y biodigestores, principalmente; (8) Uso de energías renovables (Marín, A. 2000).



La *nutrición biológica* a su vez consiste en aprovechar ciertos componentes de los alimentos que tienen un efecto benéfico sobre la salud (Nutricinas), o que se pueden agregar a los alimentos por sus efectos benéficos en producción y salud (Nutricéuticos). Existen como mínimo 20 áreas específicas de investigación en este campo, entre otras, aditivos para control microbiano, inmunomoduladores, enzimas, antioxidantes, búfers para leche, bloqueadores de toxinas, aditivos herbarios y homeopáticos (Marín, A. 2000).

LA CUARTA SOLUCIÓN consiste en la sustitución de los actuales fármacos de síntesis, cuyos efectos secundarios superan con creces sus beneficios (Nuñez, M. y Navarro, C. 2002a), por medicinas menos agresivas como la acupuntura y la homeopatía.

PRODUCCIÓN LIMPIA Y TERAPIAS ALTERNATIVAS

En los últimos 10 años ha habido una presión creciente de los consumidores sobre los productores para la búsqueda de alimentos más nutritivos, sanos, seguros, frescos, orgánicos, de buen sabor, color, textura y a precios razonables (Khan, 1998; Thomas, P.C. 1998).

Al mismo tiempo los productores se están dando cuenta que la única opción viable y rentable es el cambio a sistemas de producción sostenibles y orgánicos ya que nutrición y salud representan actualmente más del 80% de los costos de producción. En este orden de ideas y complementando las soluciones propuestas en párrafos anteriores se han desarrollado nuevos enfoques en el manejo de enfermedades agudas y crónicas de los animales (Marín, A. 2002). Estos enfoques tienen que ver con el uso de las llamadas inadecuadamente Medicinas Alternativas, principalmente la *Homeoterapia u Homeopatía* o curación por sustancias iguales y/o semejantes en su efecto a las que producen la enfermedad, en contraposición con la *Alopatía* o curación por sustancias diferentes a las que producen la enfermedad.

En la **ALOPATÍA** que es la medicina con enfoque académico, ortodoxo, se piensa que la enfermedad es producida por un agente que hay que atacar,

combatir, destruir por métodos medicamentosos (Remedios, medicamentos), o quirúrgicos. En la **HOMEOPATÍA**, por el contrario se parte del concepto de que la enfermedad se relaciona con una alteración en el ambiente ecológico externo y/o interno del individuo al que se ha llamado “terreno” y que en vez de combatir al agente patógeno, más bien debemos modificar el terreno para que dicho agente no se reproduzca.

Dos ejemplos ayudarán a entender mejor estos conceptos:

- Supongamos que en una ciudad como Bogotá, donde entran en paro los trabajadores de las empresas de aseo; las basuras se acumulan y empiezan a proliferar zancudos, cucarachas, ratas y otras plagas. En el concepto alopático, los servicios de salud envían inmediatamente brigadas de trabajadores a aplicar insecticidas, plaguicidas, raticidas, etc, es decir, a combatir las plagas que han surgido. Según la concepción ecológica de la homeopatía, la opción más radical, eficaz y económica, es dedicar los recursos disponibles a la recolección de las basuras que fueron las que crearon la modificación del “terreno” que facilitó su proliferación.

- Supongamos ahora que tenemos una explotación lechera y un grupo de vacas de alta producción presenta un cuadro

agudo de diarrea que afecta a su vez la producción de leche. Se toman unas muestras de materia fecal, se llevan a un laboratorio de diagnóstico, se realizan una serie de exámenes, entre ellos la determinación del pH y un cultivo bacteriológico. Al día siguiente nos dicen que el pH está en 7.2 y que se aisló una bacteria sensible a uno o más antibióticos.

En la concepción alopática aplicamos un antibiótico comercial para "combatir" la bacteria supuestamente causante del problema y adoptamos otras medidas como hidratación, cambios nutricionales, etc.

Según la concepción homeopática de terreno, las bacterias por lo general crecen a pH alcalino (Superior a 7.0), mientras que los virus a pH ácido (Menor a 7.0), no necesitamos usar antibióticos, sino una sustancia de bajo costo (Por ejemplo vinagre al 5%) que baje el pH, modifique el "terreno" y cree condiciones adversas para la multiplicación de la bacteria, sin efectos secundarios y sin residuos que puedan eliminarse en la leche. Con el germen aislado podemos preparar una autovacuna (Nosode en homeopatía) que aplicada a los animales susceptibles mejorará sus defensas y creará mecanismos de resistencia a ataques posteriores (May, T. y Reinhart, E. 1998).

Esta concepción también es válida en políticas donde es más económico y rentable producir cambios estructurales y sociales (de terreno) que combatir

enemigos. Por algo hace ya más de 150 años Rudolf Virchow dijo "Hacer política no es sino hacer medicina (homeopática) a gran escala".

A pesar de lo valiosa que pueda ser la medicina convencional, tiene sus riesgos y limitaciones. Muchas enfermedades predominantes y de importancia económica relacionadas con el sistema inmune como leucosis bovina, los Hemoparásitos, las garrapatas, el nucho o tórsalo, las mastitis entre otras, no pueden ser manejadas adecuadamente con la medicina ortodoxa. Igual ocurre con muchas enfermedades virales, procesos bacterianos resistentes a antibióticos, procesos crónicos o trastornos nutricionales subclínicos que afectan la producción económica.



los enmascaran y profundizan originando cuadros crónicos resistentes a toda terapia. Por el contrario la homeopatía es una terapia medicamentosa que ofrece una filosofía distinta enfocada al equilibrio total del individuo y al estímulo de las defensas propias del cuerpo; sus remedios se han mantenido vigentes por cientos de años, todos los días incorpora nuevas sustancias a su arsenal terapéutico sin que las antiguas pierdan vigencia y científicamente y prácticamente se ha comprobado su efectividad, está libre de residuos, se puede usar tanto en forma preventiva como curativa; y lo más importante está enmarcada dentro de un proceso integral de desarrollo sostenible y limpio.

BIBLIOGRAFÍA

ARMAN, K. La granja y el huerto biodinámicos. Consejos prácticos. 2. ed. Madrid: Editorial Rudolf Steiner. 1998, 158p.

GILBERT, R. Panel discusión: antimicrobial ban may be a double- edged sword. In: Feed Tech. Hong Kong. Vol. 3, No. 1(Jan. 1999), p. 10- 12.

JOHNSON,A.B. y SOCHA, M. Cómo juzgar la biodisponibilidad de las trazas minerales. En: Alim.Bal.Animales. Hong Kong. Vol.6, No.4 (Abril 1999), p. 18-23.

KHAN, N. Japan shows the way to feed- food Caín. In: Feed Tech. Hong Kong.. Vol.2, No.4 (March 1998), p. 38-39.

MARIN, A. Primer Seminario Internacional de mercados y certificación en agricultura orgánica. Memorias. Cali, Julio 28- 30 de 1999. Disponible en CD.

_____. Producción animal y terapias alternativas. En: Enciclopedia Agropecuaria de Agricultura Ecológica. 1 ed. Bogotá: Terranova. Tomo 7, p. 269-314, 2000.

_____. Curso- Taller Ganadería Sostenible. Limón (Costa Rica), Nov. 26- 28, 2002. Universidad EARTH. Disponible en CD.

MAY, T. y REINHART, E. Estudio acerca de la profilaxis de la colienterotoxemia posdestete en lechones. *Biomedicina Veterinaria*. Madrid. Vol.5, No.3 (Marzo 1998), p. 83-90.

MIRALLES, J. Johannesburgo 2002, el camino de la sostenibilidad. En: *Revista Integral*. Barcelona. No. 272 (Agosto 2002), p. 32-34.

MURGUEITIO, E. y GALINDO, W.F. Estrategias para un manejo ambiental de la ganadería. Informe 5^a. Misión Fundación CIPAV- MAG/PROFOR. Nicaragua, Mayo 4 de 2003. E-mail: enriquem@cipav.org.co

NUÑEZ, M. y NAVARRO, C. Medicamentos y salud. En: *Revista Integral*. Barcelona. No. 272 (Agosto 2002), p. 48-53.

_____. Ventajas de los alimentos biológicos. En: *Revista Cuerpo Mente*. Barcelona. No. 127 (Nov. 2002), p. 16-17.

POMBO, D. Los retos de Johannesburgo. En: *Revista Semillas*. Bogotá. No. 19 (Marzo 2003), p. 6-8.

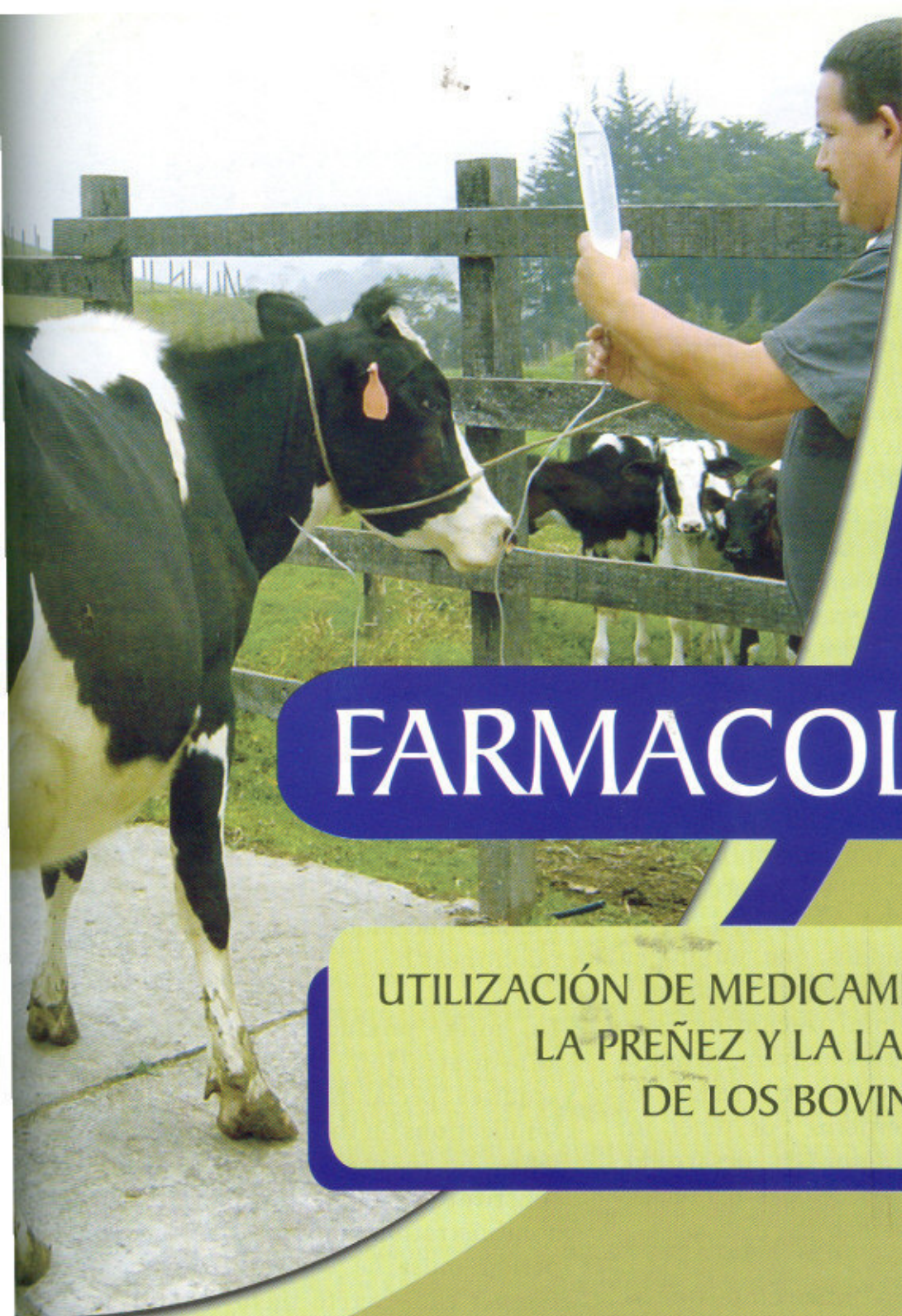
RADETSKY, P. Los últimos días de la medicina milagrosa. En: *Discover en español*. Miami. Vol. 2, No. 12 (Dic. 1998), P. 42-52.

THOMAS, P.C. Consumer reaction impacts the feed industry. In: *Feed Tech*. Hong Kong. Vol.2, No.4 (April 1998), p. 35-36.

VOISON, A. Suelo, hierba, cáncer. 1 ed..Madrid: Tecnos, 1971. 421 p.



Producción Lechera Económica y Sostenible



FARMACOLOGÍA

UTILIZACIÓN DE MEDICAMENTOS DURANTE
LA PREÑEZ Y LA LACTANCIA
DE LOS BOVINOS

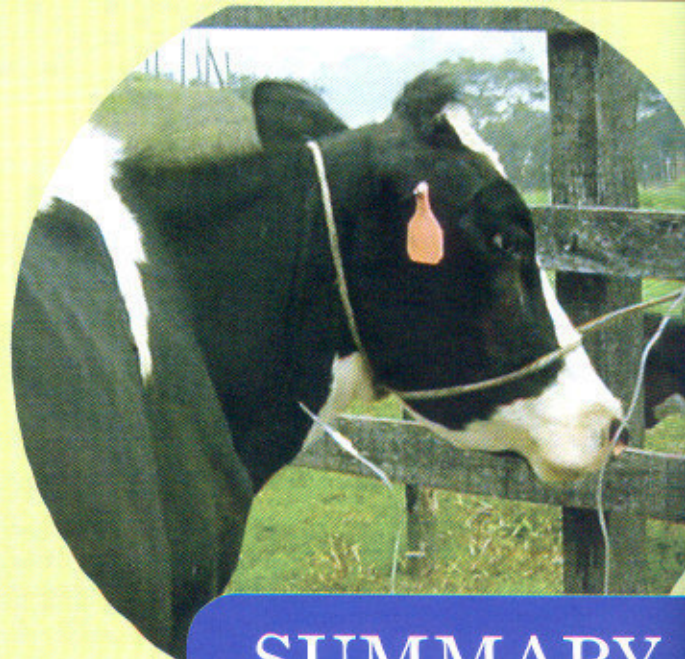
JUAN G. RESTREPO S.
Médico Veterinario
Especialista en Farmacología
Profesor Universidad de Antioquia
Correo electrónico: jugoresa@quimbaya.udea.edu.co

RESUMEN

La administración de medicamentos a los bovinos requiere de una buena capacitación profesional por parte del Médico Veterinario y de la precaución por parte del ganadero o cualquier persona que los tenga bajo su cuidado como los mayordomos. Además se debe tener en cuenta que estos animales o su producción (leche y derivados, carne y sus derivados), pasarán al consumo humano para asegurarse que no representen ningún riesgo para la salud pública.

En los bovinos productores de leche, adquiere especial importancia la administración de medicamentos durante la preñez, por las implicaciones que pueden tener estos fármacos en la vaca preñada, en el feto o en la formación de residuos que impliquen problemas de salud pública. También es importante la administración de estas sustancias durante la lactancia, ya que la madre los puede excretar en la leche y los neonatos o los terneros por tener un sistema metabolizador en desarrollo, pueden sufrir intoxicaciones o muchas reacciones adversas.

Por lo anterior, es importante que se conozcan las implicaciones que tiene la administración de los medicamentos durante la preñez o durante la lactancia de los bovinos.



SUMMARY

Drug administration in bovines requires good professional training for the Veterinary Doctor and the farmer or farmkeepers precaution. Another matter to take in account is the fact that these animals or their products (milk and its derivatives, and meat and meat derivatives) will be consumed by humans and should not become a risk to public health.

In milk producing bovines, drug administration during pregnancy acquires special importance due to drug implications on the pregnant cow or the fetos, or in waste product that will constitute a public health risk. Drug administration during the lactation period must be considered since the mother can excrete them in milk and newborns or calves, having a metabolic system in development, may suffer intoxications or adverse reactions to drugs.

Due to this, it's important to know the implications of drug administration during bovine pregnancy or lactation.

I. UTILIZACIÓN DE MEDICAMENTOS DURANTE LA PREÑEZ DE LOS BOVINOS

La utilización de los fármacos durante la preñez de las vacas ha de tener en cuenta dos aspectos: a) el riesgo que entrañan para el feto los medicamentos administrados a la madre y b) las modificaciones producidas en la preñez que puedan alterar la respuesta de la madre a los fármacos.

A. RIESGO PARA EL FETO

Los riesgos que suponen para el feto los fármacos administrados a la madre bovina son de tres tipos: a) efectos teratogénos, que se producen principalmente en el primer trimestre de la preñez; b) efectos sobre el desarrollo, que pueden producirse durante todo el embarazo, y c) efectos secundarios sobre el feto y el neonato, que se producen en el tercer trimestre, en particular cerca al parto.

1. EFECTOS TERATOGENICOS

Inicialmente, por teratología (de teratos = monstruo) se entendía el estudio de “las morfologías congénitas observables a simple vista en el momento del nacimiento, inducidas por agentes exógenos durante la organogénesis”. La Organización Mundial de la Salud amplió luego esta definición a “los efectos adversos morfológicos, bioquímicos o de la conducta inducidos durante la vida fetal y detectados en el momento del parto o más tardíamente”. Se considera fetotóxico al agente que produce un daño fetal de cualquier tipo y teratogéno al que provoca efectos teratogénos, es decir, alteraciones del desarrollo estructurales o funcionales de origen presumiblemente prenatal. Mientras la mortalidad y la morbilidad perinatales de cualquier causa van disminuyendo, las debidas a malformaciones se mantienen, por lo que su importancia va en aumento.

El 20% de las malformaciones congénitas se atribuyen a factores genéticos, el 2 a 3% a infecciones; el 1 a 2% a factores maternos; el 2 a 3% a factores ambientales (incluyendo los fármacos); el 3 a 5% a aberraciones cromosómicas y el 65 a 70% a factores desconocidos. Es probable que la mayor parte de los efectos teratogénos sean de causa multifactorial, es decir, la suma de una predisposición genética, con frecuencia poligénica y de la influencia de factores ambientales entre los que se encuentran los fármacos.



1.1. Mecanismos de la acción teratogena

Hay pocos fármacos teratogénos para los que se ha demostrado una relación causa-efecto concluyente. En unos casos, la base genética de los bovinos puede ser responsable de la enfermedad para la que se administra el fármaco y de la susceptibilidad a sus efectos teratogénos; en otros, la propia enfermedad que requiere la administración del fármaco puede tener efectos teratogénos por alterar el estado de nutrición y los hábitos maternos, el crecimiento del útero o la placenta, o la circulación placentaria. En otros casos, es difícil separar la influencia del posible fármaco teratogeno de la de otros fármacos o factores ambientales presentes en el embarazo.

En la Tabla No. 1 se indican los fármacos para los que se ha descrito un riesgo embriotóxico, en unos pocos casos, hay una relación causa-efecto demostrada y un alto potencial teratogeno (antagonistas del ácido fólico como las hormonas sexuales y los retinoides); en algunos casos hay una relación causa-efecto, pero el potencial teratogeno es muy bajo (agentes alquilantes y warfarina); en otros es difícil demostrar una relación causa-efecto y el beneficio del tratamiento supera el riesgo (anticonvulsivantes); por último, en otros se ha sospechado un riesgo teratogeno que posteriormente no se demostró (benzodiazepinas y corticoides). Para la mayor parte de los fármacos habitualmente utilizados no hay estudios fiables sobre su potencial teratogeno en los bovinos.

Tabla 1. Fármacos embriotóxicos en el primer trimestre de la preñez de los bovinos

FÁRMACO	MOTIVO
Andrógenos	Virilización del feto hembra
Gestágenos	Virilización del feto hembra y feminización del feto macho
Dietilestilbestrol	Virilización del feto hembra y alteración de la espermogénesis en machos
Aminoglucósidos	Sordera y otras malformaciones
Tetraciclinas	Hendiduras en el paladar
Anfetaminas	Malformaciones cardíacas
Benzodiazepinas	Hendiduras faciales
Corticoides	Hendiduras en el paladar

Los mecanismos por los que los fármacos producen efectos teratógenos en los bovinos pueden ser, de origen genético, por alteración de aporte materno de factores esenciales para el desarrollo del embrión o por la acción de fármacos o sus metabolitos sobre los tejidos embrionarios:

Mutaciones. Las mutaciones en las células somáticas del feto, originan malformaciones en el individuo pero no en su descendencia; las mutaciones en las células germinales pueden pasar inadvertidas en el individuo pero se transmiten a sus descendientes.

Alteraciones cromosómicas. Los efectos de la separación de los cromosomas y las interferencias en las mitosis afectan la dotación cromosómica; la alteración de la replicación y de la transcripción de los ácidos nucleicos, como la que producen algunos citotóxicos, altera la síntesis de proteínas.

Carencia de precursores o sustratos. La disminución de la absorción materna de nutrientes esenciales para el crecimiento y desarrollo del feto o la disminución de su paso a través de la placenta también causan malformaciones.

Alteración de las membranas. Cambios en la composición o las características de las membranas modifican su permeabilidad y originan alteraciones osmóticas que producen además, alteraciones

morfológicas e isquemia en los tejidos fetales.

Inhibición enzimática. La mayor parte de los procesos celulares requieren una actividad enzimática que se paraliza si la síntesis de enzimas es insuficiente o éstas se hallan inhibidas.

1.2. Consecuencias de la acción teratógena
Los efectos teratógenos que los fármacos pueden producir en los bovinos son:

Infertilidad. La mutagénesis en las células germinales produce infertilidad y los efectos teratógenos graves en las fases precoces del desarrollo provocan la muerte del embrión, quedando enmascarados como infertilidad.

Muerte. Los abortos y la muerte prenatal, son producidos por la acción de fármacos sobre el feto, pero también por factores maternos. Los anticoagulantes orales, que pasan la placenta, producen hemorragias y muerte fetal, pero la heparina, que no atraviesa la placenta, también aumenta la mortalidad prenatal.

Alteración del crecimiento fetal. Puede deberse a efectos directos sobre el feto o a efectos sobre la circulación placentaria.

Malformaciones. Pueden ser morfológicas o bioquímicas.

Efectos diferidos. Incluyen alteraciones genéticas, efectos sobre la conducta y sobre la conducta reproductiva.

1.3. Factores que influyen en la acción teratógena

En los bovinos, la frecuencia de malformaciones congénitas y sus manifestaciones dependen de los siguientes factores:

a) Naturaleza del agente. En general, no hay relación entre la estructura química del fármaco o actividad farmacológica y la aparición de efectos teratógenos, con la excepción de los antineoplásicos (que afectan selectivamente a las células en rápido crecimiento) y las hormonas sexuales (que afectan a la diferenciación sexual del feto). Por ello, es difícil prever si un nuevo fármaco será o no teratógeno. De hecho, fármacos con estructura química o efectos farmacológicos similares tienen diferente potencial teratógeno, como sucede con las sulfonilureas, de las cuales la carbutamida es la única con efectos teratógenos en animales.

b) Intensidad del estímulo. Los efectos teratógenos dependen de la intensidad y la duración del estímulo. La curva dosis-efectos teratógenos, es similar a las de los efectos terapéuticos, tóxicos o letales. La concentración del fármaco que se alcanza en los tejidos fetales depende de factores relacionados con la madre, la placenta y el feto. El paso del fármaco de la madre al feto a través de la placenta depende de las características fisicoquímicas del fármaco, el flujo sanguíneo placentario, el grosor y la superficie de las membranas que separan la circulación materna y fetal.

El pH sanguíneo y fetal es aproximadamente 0,1 más ácido que el materno, por lo que en el feto se concentran los fármacos básicos. El flujo placentario no es alto por lo que tarda cierto tiempo en establecerse el equilibrio materno-fetal; se afecta por factores que alteran la presión arterial de la madre o la circulación placentaria. El grosor de las membranas que separan ambas circulaciones disminuye al avanzar la preñez, facilitando el paso de los fármacos. Aunque hay notables diferencias en la proporción y la rapidez con que un fármaco pasa de la madre al feto, la mayor parte de los administrados crónicamente llegan en una cierta proporción al feto, por lo que ningún fármaco puede considerarse inocuo. La placenta tiene actividad metabólica que puede proteger al feto degradando los fármacos a productos inactivos o puede producir metabolitos tóxicos, teratógenos, mutágenos o carcinógenos.

Finalmente, la concentración que alcanza el fármaco en los tejidos fetales depende de las características farmacocinéticas del feto. La inmadurez renal y hepática del feto es compensada por la placenta, que deja pasar los fármacos en ambas direcciones, sirviendo de órgano de excreción y evitando la acumulación de fármacos en el feto; sin embargo, pueden acomodarse los metabolitos polares formados en el feto. A los metabolitos tóxicos, como los epóxidos, se atribuye la teratogénesis de la carbamazepina.

La formación de metabolitos tóxicos podría ser mayor en fármacos que tienen una cinética dosis-dependiente. La administración de fármacos inductores también facilitaría la formación de metabolitos tóxicos.

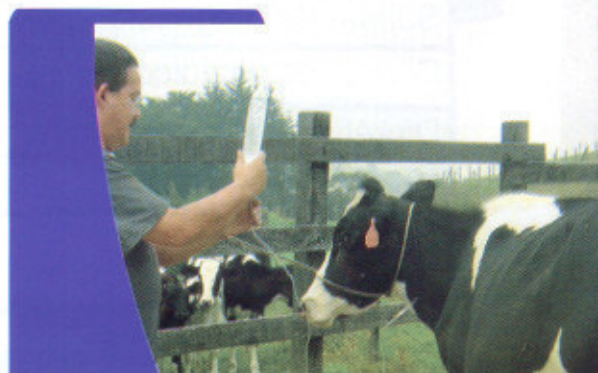
Por otra parte, la menor unión a las proteínas plasmáticas fetales y el mayor acceso a determinados tejidos como el Sistema Nervioso Central (SNC) determinan que puedan alcanzarse concentraciones más altas que en la madre.

c) Fase del desarrollo. Las consecuencias de los efectos teratogénos de los fármacos dependen de la fase de desarrollo en la que actúen sobre el feto. La acción teratogénica de los fármacos es, en general, inespecífica y afecta a los órganos que se encuentran en desarrollo en el momento en que actúen. Algunos fármacos afectan específicamente a determinados órganos y tejidos (las tetraciclinas a los oídos, las quinolonas a las articulaciones).

d) Susceptibilidad genética. Hay diferencias cualitativas y cuantitativas en la susceptibilidad de diferentes especies a la acción teratogénica de los fármacos. Por ejemplo, la talidomida es teratogénica en el conejo pero no en la rata. Estas diferencias dificultan la extrapolación de datos y obligan a realizar los estudios de teratogenicidad, al menos, en dos especies animales. Si un fármaco no ha producido toxicidad en la rata ni el conejo es poco probable que la produzca toxicidad en otras especies como los bovinos o el hombre.

Las diferencias de susceptibilidad a los efectos teratogénos de los fármacos en las especies e individuos de una especie, dependen de factores farmacocinéticos que producen diferencias de concentraciones del agente teratogénico en los tejidos fetales, pero también de diferencias en la susceptibilidad genética, habitualmente poligénica. Es posible que el agente teratogénico no se forme o no alcance concentraciones suficientes en la madre, que no pase en cantidad suficiente a través de la placenta, que sea degradado por el feto, que su acción sea insuficiente o sea reparada por el embrión o que no se den los factores permisivos, genéticos ambientales necesarios para que se manifieste su acción.

e) Características fisiológicas y patológicas de la madre. Entre las fisiológicas, destacan la edad (hembras demasiado jóvenes o de edad avanzada) y el estado nutricional, que condiciona el aporte de elementos orgánicos e inorgánicos del embrión. Las deficiencias generales reducen el crecimiento y aumenta la frecuencia de prematuridad y muerte fetal. Los procesos patológicos que influyen en la teratogenicidad de los fármacos pueden ser sistémicos (hipertensión y toxemia) o afectar al útero o la placenta.



2. EFECTOS SECUNDARIOS EN EL FETO Y EN EL NEONATO

Los fármacos, además de producir malformaciones congénitas, pueden provocar reacciones adversas similares a las de los bovinos adultos, que se manifestarán antes del parto o después de éste. Por otra parte, los efectos de los fármacos sobre la madre pueden repercutir sobre el feto. En la Tabla No. 2 se resumen los fármacos que pueden producir efectos secundarios en el feto o el neonato y que, por lo tanto, deben evitarse o utilizarse con precaución cuando se administran en el tercer trimestre del embarazo y, especialmente, antes del parto.

Tabla 2. Fármacos que producen efectos secundarios en el feto o el neonato en el primer trimestre de la preñez de los bovinos

Deben evitarse :

FÁRMACO	MOTIVO
AINES	Alteraciones de la coagulación, inhibición del parto
Sulfonilureas	Hipoglicemia prolongada
Aminoglucósidos	Ototoxicidad
Tetraciclinas	Hipoplasia dentaria y alteraciones óseas

Deben utilizarse con precaución :

Anestésicos generales	Depresión fetal
Anestésicos locales	Bradicardia fetal, hipotensión materna
Opiáceos	Depresión fetal
Sulfato de magnesio	Debilidad neuromuscular, somnolencia
Diuréticos tiazídicos	Alteraciones electrolíticas, trombocitopenia
Diuréticos de asa	Alteraciones electrolíticas y metabólicas
Corticoides (AIEs)	Insuficiencia suprarrenal e hipotalámica

B. INFLUENCIA DE LA PREÑEZ SOBRE LA ACCIÓN DE LOS FÁRMACOS

Durante la preñez de los bovinos se producen cambios fisiológicos que pueden alterar la respuesta de los fármacos; sin embargo, su influencia sobre las características farmacocinéticas o farmacodinámicas de los fármacos no es bien conocida, ya que se excluye a las embarazadas de los ensayos clínicos para evitar riesgo al feto. Se ha observado una disminución de los niveles séricos de numerosos fármacos Tabla No. 3, especialmente en el tercer trimestre debido a que: a) es frecuente que a la embarazada no se le administre correctamente la medicación, por temor a causarle malformaciones congénitas, y b) la excreción renal y hepática suele estar aumentada, lo que puede disminuir los niveles en sangre de algunos medicamentos.

Tabla 3. Influencia de la preñez bovina sobre las características farmacocinéticas de algunos fármacos

FÁRMACO	Concentración sanguínea	Volumen de distribución	Excreción	Semivida
Ampicilina	Disminuye	Nada	Aumenta	Nada
Cefuroxima	Disminuye	Nada	Aumenta	Disminuye
Cefalotina	Nada	Aumenta	Nada	Aumenta
Amikacina	Disminuye	Nada	Nada	Disminuye
Gentamicina	Disminuye	Aumenta	Nada	Nada
Furosemida	Disminuye	Aumenta	Aumenta	Nada
Betametasona	Nada	Aumenta	Aumenta	Nada



1. CAMBIOS FARMACOCINÉTICOS

En los bovinos se producen de forma gradual, se acentúan en el tercer trimestre del embarazo y vuelven a los valores basales unas semanas después del parto.

Utilización de Medicamentos durante la Preñez y la Lactancia de los Bovinos

1.1. Absorción

Durante el embarazo se observa una disminución del 40% en la secreción ácida y un aumento en la secreción de moco (que elevan el pH gástrico), un alargamiento del 30 al 50% en el vaciado gástrico y en el tránsito intestinal (atribuido al aumento de progesterona) y un aumento del flujo sanguíneo intestinal por el aumento del gasto cardíaco (aunque puede estar disminuido por estasis venoso). Sin embargo, no se han descrito alteraciones clínicamente relevantes de la absorción de los fármacos por vía oral.

La acción de los fármacos inhalatorios como los anestésicos, está aumentada por el incremento del volumen corriente, del volumen mínimo y del flujo sanguíneo pulmonar en un 30%. La absorción intramuscular está aumentada por vasodilatación y aumento del gasto cardíaco, pero en el tercer trimestre del embarazo puede esta reducida en los miembros posteriores por éstasis.

1.2. Distribución

En el último trimestre de la preñez de los bovinos aumenta la volemia en un 50%, el gasto cardíaco en un 30% y el flujo sanguíneo renal, pulmonar y uterino pero no el hepático. El agua total aumenta unos 8 litros, de los que el 60% corresponde al feto, la placenta y el útero; el 40% restante corresponde a tejidos maternos.

La unión a las proteínas plasmáticas disminuye debido a la reducción progresiva de la albúmina en 10 g/l, a la disminución de la Alfa₁-glicoproteína y al aumento de inhibidores endógenos como los ácidos grasos. Todos los factores tienden a reducir los niveles séricos totales, pero la concentración de fármaco libre puede ser similar, por lo que es conveniente monitorearla.

1.3. Excreción

El flujo sanguíneo renal y la filtración glomerular aumentan en 50% al final del primer trimestre pero pueden normalizarse en el tercero; el aumento de la filtración glomerular se acompaña de un incremento de la excreción de los fármacos que se eliminan por el riñón como penicilinas, cefalosporinas y aminoglucósidos. Los estrógenos pueden producir colestasis que, unida a cierta retención urinaria, reduce la eliminación biliar de los antibióticos betalactámicos.

1.4 Metabolismo

Aumenta progresivamente el metabolismo de los fármacos que dependen de la capacidad metabólica hepática, lo que se ha atribuido a la acción inductora de la progesterona (máxima al final del tercer trimestre); por el contrario, no varía el flujo sanguíneo hepático.

En general, tanto el incumplimiento como el aumento de volumen de distribución y de excreción tienden a reducir los niveles séricos, lo que puede ser causa de ineficacia de muchos medicamentos y requieren mayores dosis (antibióticos por ejemplo); el aumento de volumen de distribución de otros medicamentos requiere una mayor dosis de choque, mientras el aumento de la excreción precisa una mayor dosis de mantenimiento.

En las infecciones urinarias no se requiere un aumento de las dosis, es importante tener en cuenta que estos cambios, máximos al final del embarazo, revierten con rapidez después del parto y que, si se ha aumentado la dosis al final del embarazo, ésta debe reducirse tras el parto para evitar su toxicidad.

2. CAMBIOS FARMACODINÁMICOS

Durante el embarazo hay mayor sensibilidad a la acción hepatotóxica de las tetraciclinas y la eritromicina.

C. CRITERIOS PARA LA UTILIZACIÓN DE LOS FÁRMACOS DURANTE LA PREÑEZ

1. VALORACIÓN DEL RIESGO

En los casos de consulta sobre los riesgos potenciales de un tratamiento a un bovino preñado, deben valorarse: El diagnóstico, la necesidad de tratamiento y el riesgo del tratamiento farmacológico en relación con los efectos teratógenos y otras reacciones adversas.



Atendiendo a los efectos teratogénos descritos en animales de experimentación y a los efectos fetotóxicos descritos en otros animales, los fármacos pueden clasificarse en cinco clases:

Clase A. Estudios controlados que no han demostrado riesgo en el primer ni en el tercer trimestre. Por consiguiente, deben utilizarse cuando sean necesarios.

Clase B. Estudios en animales indican que no hay riesgo, pero no se dispone de estudios controlados; o bien los estudios en animales indican riesgo pero estudios controlados indican que no hay riesgo en el primero ni en el tercer trimestre. Por lo tanto, se utilizan cuando sean necesarios.

Clase C. Estudios en animales indican riesgo, o no hay estudios controlados en otros animales. Sólo deben utilizarse si

el beneficio supera el riesgo.

Clase D. Hay un riesgo para el feto, pero el beneficio de su utilización en la hembra preñada compensa el riesgo (enfermedades graves en las que no hay otro tratamiento eficaz). Sólo deben utilizarse si el beneficio supera el riesgo.

Clase X. Estudios en animales, demuestran un riesgo inaceptable para el feto o bien el riesgo para el feto es mayor que el beneficio de su utilización en la preñada o hay otros tratamientos igualmente eficaces y más seguros. No deben utilizarse en hembras preñadas ni en las que puedan estarlo.

Infortunadamente, para la mayor parte de los fármacos no hay datos suficientes para valorar su potencial teratogénico. De 580 fármacos de uso habitual, sólo el 6%, en su mayor parte vitaminas, se consideran A, el 22% B, el 46% C, el 22% D y el 4% X.

2. VIGILANCIA E IDENTIFICACIÓN DE LOS EFECTOS TERATÓGENOS

La identificación y el control de los efectos teratogénos de los fármacos requieren la recogida de los datos necesarios para establecer una relación casual: a) antecedentes de malformaciones en la raza, tipo de explotación; b) los medicamentos administrados durante la preñez, prescritos o no, y el momento en que se administraron, y c) las incidencias de las preñeces anteriores (abortos, partos prematuros, muerte perinatal, malformaciones). Deben calcularse con mayor precisión la fecha de monta o inseminación para estimar si los fármacos se administraron en el período de organogénesis. Si el fármaco es teratogénico, debe examinarse al neonato y notificar con detalle cualquier malformación.

3. PAUTAS GENERALES DE UTILIZACIÓN DE LOS FÁRMACOS DURANTE LA PREÑEZ

Hay dos aspectos básicos a tener en cuenta: a) el mayor riesgo de embriotoxicidad se produce antes de que el encargado advierta que la hembra esta preñada, por lo que son importantes las medidas educativas y preventivas, y b) el miedo infundado o "supersticioso" a la acción teratogena de los fármacos, no debe impedir el tratamiento adecuado de la hembra preñada, por lo que debe valorarse individualmente el beneficio del tratamiento frente a sus riesgos. Las normas básicas para la utilización de los fármacos durante la preñez de las hembras bovinas son:

- A) Considerar la posibilidad de preñez en toda hembra en edad fértil a la que se administra un tratamiento.
- B) Prescribir medicamentos sólo si son necesarios.
- C) Luchar contra la prescripción NO realizada por Médicos Veterinarios y contra los malos hábitos de administración de medicamentos.
- D) No considerar inocuo ningún fármaco.
- E) Valorar el binomio beneficio-riesgo.
- F) Elegir los fármacos mejor conocidos y más seguros.
- G) Evitar fármacos recién comercializados.
- H) Utilizar las mejores dosis eficaces o las dosis terapéuticas.
- I) Tener en cuenta los cambios farmacocinéticos que se producen durante el embarazo y su desaparición después del parto.
- J) Tener en cuenta que las condiciones farmacocinéticas y farmacodinámicas del feto no tienen que ser iguales a las de la madre.

En la Tabla 4 se indican los fármacos de elección, los que se deben utilizar con precaución y los que hay que evitar durante la preñez de las vacas.

Tabla 4. Elección de fármacos durante la preñez en los bovinos

Puede usarse	Debe evitarse	Debe valorarse
Vitaminas	Barbitúricos	Corticoides (AIEs)
Paracetamol	Diuréticos	Antihistamínicos
Ibuprofeno	Amoniglucósidos	Lidocaína
Diclofenaco	Tetraciclinas	Lincosanidos
Sales de Al - Mg	Quinolonas	Cefuroxima
Betalactámicos	Sulfamidas	Anfotericina B
Eritromicina	Cloranfenicol	Ketoconazol
Ampicilina	Florfenicol	Miconazol
Amoxicilina	Metronidazol	
Cefalexina	Griseofulvina	
Ceftriaxona	Mebendazol	



Utilización de Medicamentos durante la Preñez y la Lactancia de los Bovinos

II. UTILIZACIÓN DE FARMACOS DURANTE LA LACTANCIA DE LOS BOVINOS

A. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA TOXICIDAD DE LOS FÁRMACOS ADMINISTRADOS DURANTE LA LACTANCIA DE LAS VACAS

Un alto porcentaje de las vacas dan de mamar a sus terneros en los primeros días o meses de vida, esta lactancia natural aporta un beneficio efectivo, nutritivo e inmunitario. La mayor parte de los fármacos administrados a la madre pueden pasar, en mayor o menor proporción, a la leche y, a través de ella, al lactante. Los riesgos para el ternero pueden ser:

- efectos tóxicos de tipo dosis-dependiente.
- efectos idiosincrásicos no relacionados con la dosis.
- efectos desconocidos derivados del contacto prolongado con fármacos de uso no habitual en el neonato.

1. EFECTOS TÓXICOS DOSIS-DEPENDIENTES

Los efectos tóxicos de tipo dosis-dependiente dependen de la concentración del fármaco que se alcance en los tejidos del lactante y de la toxicidad del fármaco. La concentración que alcanzan los medicamentos en el neonato a través de la lactancia depende de cuatro factores:

- La concentración que se alcance en la madre.
- El paso a la leche.
- El acceso al lactante.
- La capacidad del ternero de eliminar el fármaco.
- La toxicidad del fármaco.

a) *Concentración materna.*

La concentración en la vaca depende del conjunto de factores explicados anteriormente, el paso del fármaco al neonato puede reducirse si la lactancia se produce inmediatamente antes de administrar el fármaco. Recuérdese que hay fármacos cuyos niveles disminuyen durante la preñez, por lo que es posible que se haya aumentado la dosis; si estas dosis no se reducen durante el parto pueden haber concentraciones maternas excesivas.

b) Paso de la leche

El paso del fármaco a la leche se produce principalmente por difusión pasiva, siendo ésta mayor cuanto mayor sea su liposolubilidad y menor su grado de ionización y unión a proteínas plasmáticas. Como la leche es ligeramente más ácida que el plasma, los fármacos ácidos tendrán concentraciones menores, los neutros similares y los básicos más altas en la leche que en el plasma. La concentración en la leche depende también de la unión del fármaco a las proteínas y los lípidos de la leche, la concentración total de proteínas y la concentración de albúmina es más baja, por lo que los fármacos que se unen de forma importante a esta proteína alcanzarán concentraciones más bajas en la leche que en el plasma. Por el contrario, la concentración de proteínas específicas de la leche (caseína, lactoalbúmina y lactoglobulina) es particularmente alta en el calostro de los primeros días, disminuyendo rápidamente, por lo que los fármacos que se unen a estas proteínas alcanzarán concentraciones más altas en ese período.

Los lípidos de la leche son mínimos en el calostro y aumentan durante el primer mes, acompañándose de un aumento de la concentración en la leche de fármacos liposolubles. Algunos fármacos, pasan a la leche mediante transporte activo alcanzando concentraciones más altas de las que cabría esperar de su liposolubilidad, unión a proteínas o grado de ionización.

c) Acceso al lactante.

La cantidad de fármaco que accede al neonato depende del volumen de leche que se segrega y que se ingiere y de la biodisponibilidad del fármaco por vía oral en el lactante. La secreción de leche es inhibida por factores que reducen la secreción de la prolactina (dienoestrol, estradiol, estilbestrol, estrógenos, gestágenos y tiazidas) y de oxitocina (falta de vigor en la succión). Por el contrario, las fenotiazinas y las anfetaminas pueden aumentar la secreción de la leche. La ingesta habitual de leche puede estar reducida por fármacos que producen debilidad o sopor en el lactante.

D) Capacidad del ternero de eliminar el fármaco.

La mayoría de los fármacos alcanzan concentraciones en la leche notablemente inferiores a las plasmáticas y el porcentaje de la dosis materna que recibe el neonato suele ser inferior al 2%. No obstante, la inmadurez del recién nacido en sus primeras semanas de vida determina que la excreción renal o metabólica de los fármacos esté muy reducida, por lo que puede producirse una acumulación mayor en una la madre y alcanzar niveles tóxicos. La acumulación es mayor en los neonatos prematuros o con enfermedad renal o cardíaca; la deshidratación produce altas concentraciones séricas de los medicamentos hidrosolubles y la acidosis facilita el acceso al SNC (Sistema Nervioso Central) de los barbitúricos. Por el contrario, el riesgo

de acumulación es tanto menor cuanto mayor es la edad del lactante.

e) Toxicidad del fármaco.

Por último, hay que tener en cuenta la toxicidad del fármaco, ya que cuando su índice terapéutico es pequeño, como sucede en los citostáticos, bastan concentraciones relativamente bajas para provocar toxicidad.

2. EFECTOS IDIOSINCRÁTICOS Y DESCONOCIDOS

Los fármacos que llegan a los terneros a través de la leche pueden provocar reacciones de tipo idiosincrático (propias de cada individuo) que no requieren altas concentraciones, por ejemplo, reacciones de hipersensibilidad a las penicilinas. Los estudios sobre toxicidad de los fármacos que llegan al lactante a través de la leche son muy escasos y falta información sobre la gran mayoría de los fármacos.

Debe tenerse una esencial precaución en la utilización prolongada de hormonas, antiinflamatorios esteroideos (AIEs) o fármacos inductores del metabolismo que se sospeche que afecten el crecimiento o el desarrollo psicomotor del ternero.

B. UTILIZACIÓN DE LOS FÁRMACOS DURANTE LA LACTANCIA DE LOS TERNEROS

1. CRITERIOS GENERALES

Una regla extrema sería que a las vacas no se les administre medicamentos durante la lactancia, sin embargo, a las hembras que necesitan tratamiento no se les debe impedir la lactancia natural si el riesgo para el ternero es poco; por ello debe evaluarse en cada caso el beneficio del tratamiento para la madre, el riesgo del tratamiento y el beneficio de la lactancia para el ternero.

Deben evitarse los fármacos innecesarios, con riesgo conocido o los fármacos sobre los que no hay información, hay que evitar también la medicación no prescrita por Médicos Veterinarios. Cuando la medicación de la madre es necesaria pueden plantearse tres situaciones:

a) Pacientes tratadas crónicamente con una medicación eficaz, que van a iniciar la lactancia. Debe plantearse si hay otra medicación de igual eficacia pero con menor riesgo para el ternero y, si no es así, valorar si el riesgo es menor que el beneficio de la lactancia.

(B) Pacientes en las que se va a iniciar un tratamiento durante la lactancia. A igual de eficacia debe elegirse el tratamiento más seguro para el ternero.

Si no lo hay y es un tratamiento de corta duración, debe plantearse la interrupción de la lactancia durante este período y si es de larga duración, interrumpir la lactancia.

c) Aparición de un cuadro de toxicidad en el lactante atribuible a la medicación administrada a la madre. Debe plantearse si hay otra medicación igualmente eficaz con menor riesgo para el ternero y si no lo hay, interrumpir la lactancia.

2. VALORACIÓN DEL RIESGO

Pueden considerarse seguros y por tanto compatibles con la lactancia, los fármacos que se administran a la madre por vía tópica u oral y no se absorben, los fármacos que no pasan a la leche o pasan en cantidades mínimas (cefalosporinas), los que no se absorben por vía oral en el lactante (aminoglucósidos) y los que son ampliamente utilizados durante la lactancia, no han originado reacciones adversas, a pesar de alcanzar concentraciones detectables en el ternero (ácido fólico, antihistamínicos en tratamientos cortos, penicilinas, vitaminas A o D a dosis bajas o vitamina C).

Deben utilizarse con *precaución*, es decir, valorando si las ventajas de la lactancia compensan los riesgos para el ternero, los fármacos para los que no hay suficiente información (más de 50% de los fármacos) o los que alcanzan altas concentraciones aunque no se hayan descrito efectos adversos.

Finalmente, están *contraindicados* - es decir, deben suspenderse la medicación o la lactancia - los fármacos para los que se han descrito efectos secundarios en el lactante, aquellos cuyo uso en el neonato está contraindicado o que no se utilizan habitualmente en el lactante, los que pueden provocar anemia hemolítica cuando hay déficit de Glucosa-6-Fosfato Deshidrogenasa y los que inhiben la secreción de leche. En la **Tabla No. 5** se indican los fármacos que han producido efectos en el ternero durante la lactancia o los que tienen un riesgo potencial alto y en la **Tabla No. 6** se resumen los fármacos que se pueden utilizar sin riesgo durante la lactancia, aquellos en los que deben valorarse si el beneficio de la lactancia compensa el riesgo y los que hay que evitar.

Tabla 5. Fármacos que deben evitarse durante la lactancia de los terneros

Ampicilina - Laxantes – Metronidazol	Diarrea
Atropina	Riesgos de intoxicación
Cloranfenicol	Riesgo de hepatotoxicidad
Tetraciclinas – Hormonas	Alteraciones del crecimiento óseo
AIES	Alteraciones musculares y óseas
Vitamina D	Riesgo de hipercalcemia

Tabla 6. Utilización de fármacos durante la lactancia de los terneros

Puede usarse	Debe evitarse	Debe valorarse
Vitaminas	Atropina	Furosemida
Lidocaína	Barbitúricos	Ranitidina
Prednisolona	Cloranfenicol	Tiazidas
Penicilinas	Tetraciclinas	Aminoglucósidos
Sales de Al - Mg	Quinolonas	Quinolonas
Cefalosporinas	Sulfamidas	Metronidazol
Eritromicina	Fenilbutazona	
Trimetoprim	Florfenicol	
Ibuprofeno	Griseofulvina	
Diclofenaco	Mebendazol	
Sulfato ferroso		

ADAMS, H. Richard. Veterinary pharmacology and therapeutics. 8. ed. New York: Iowa State University, 2001.

BOOTH, N. y McDONALD, L. Farmacología y Terapéutica Veterinaria. Zaragoza: Acribia. 1987. 2 v.

BOTANA, L., LANDONI, F. y MARTIN-JIMENEZ. Farmacología y Terapéutica Veterinaria. Madrid: MacGraw-Hill Interamericana. 2003, 734 p.

CCIS. Computerised Clinical Information Systems. MICROMEDEX, INC. Drugdex. Grug information. 2003.

FUENTES, V. Farmacología y Terapéuticas Veterinarias. 2 ed. México: Interamericana, 1992. 669 p.

HARDMAN, JG. et al. The Pharmacological basis of therapeutics. 10 ed. New York: MacGraw-Hill, Interamericana. 2003, 1905 p.

KATZUNG, BERTRAM G. Farmacología básica y clínica: 8. ed. México: Manual Moderno, 2002. 1346 p.

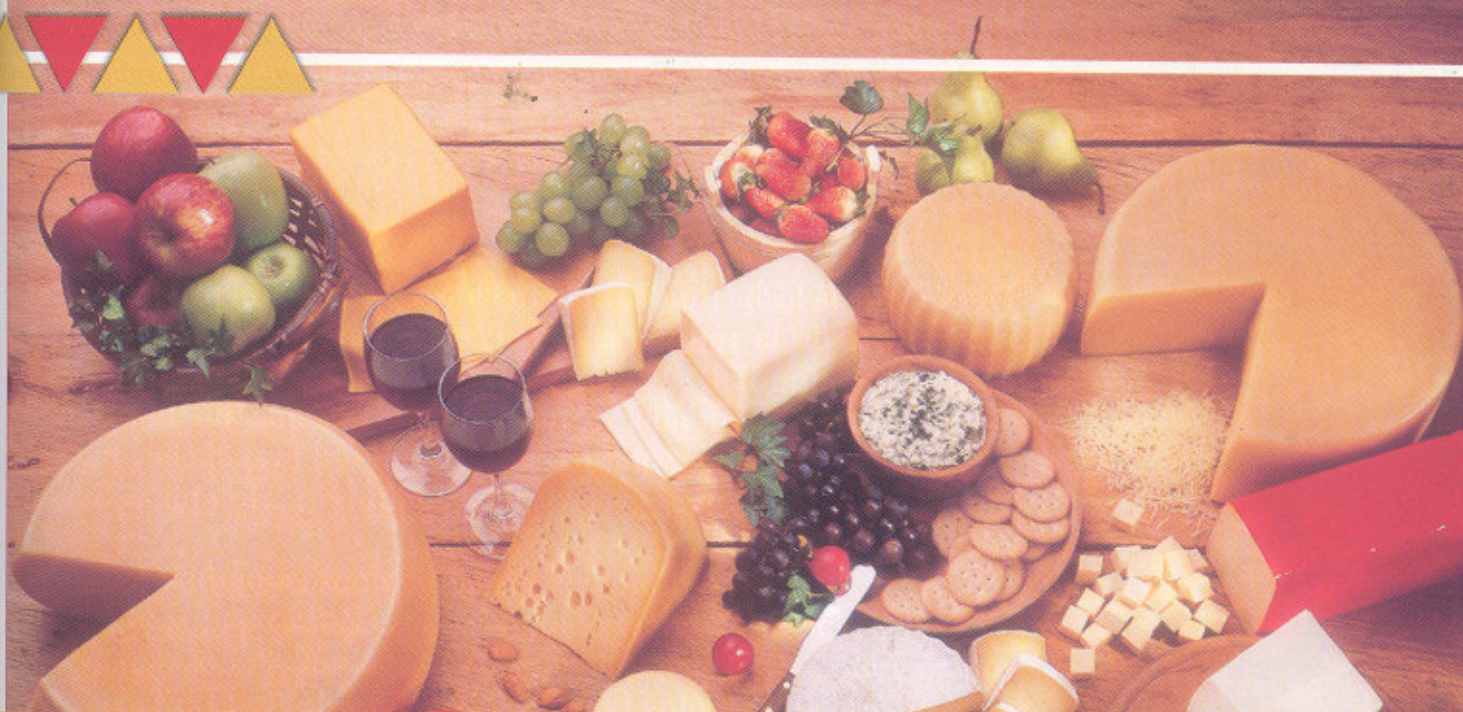
MINISTERIO DE SALUD. Normas farmacológicas. Bogotá: INVIMA, 2002.

SUMANO, H. Farmacología clínica en bovinos. México: Trillas, 1996.

SUMANO, H. y OCAMPO, L. Farmacología Veterinaria. México: McGraw-Hill, 1988. 633 p.

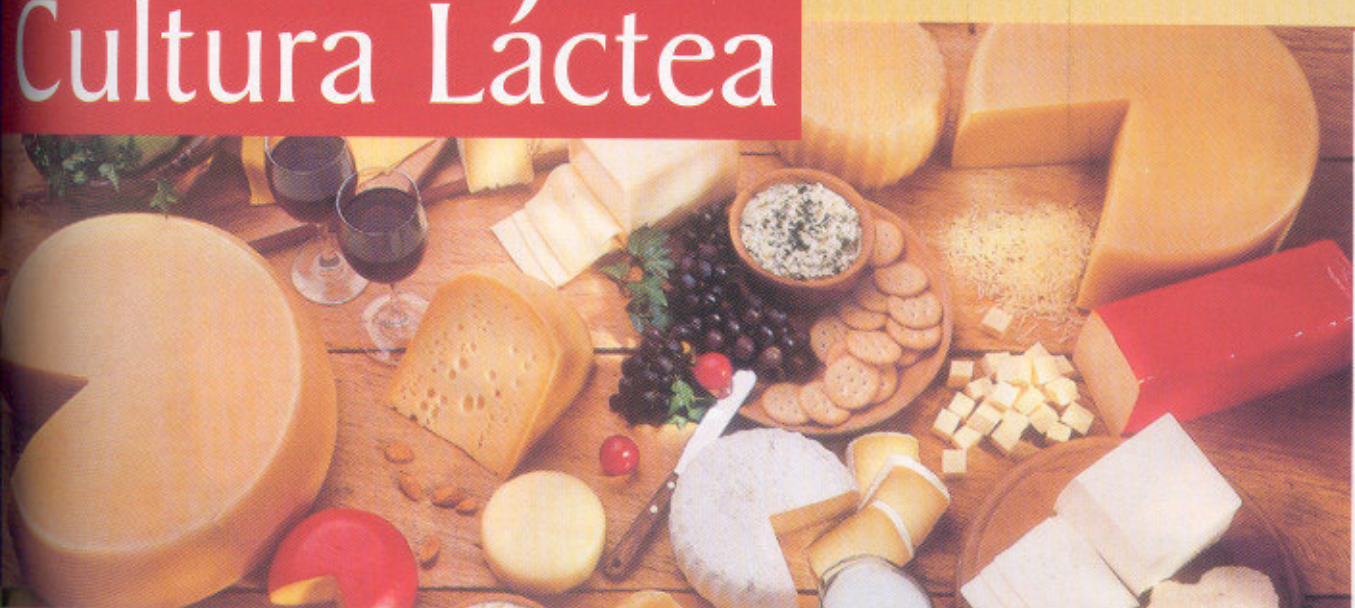
TAPIA, R. Riesgos por el uso de agroquímicos y medicamentos en la producción de alimentos. En: Anales de la Universidad de Chile. No. 11 (Dic. 2000) ; p. 215-225.

VELASCO, A. et al. Farmacología de Velásquez. 16 ed. New York: Interamericana. 1992. 1242 p.



La industria
del queso en
COLOMBIA

Cultura Láctea



Q.F. JAIME ARANGO A.

RESUMEN

Después de la leche fluida, higienizada, es el queso el producto más importante de la industria láctea, en cuanto al consumo y a la producción mundial.

No hay lugar en donde se produzca leche, que no tenga una variedad interesante de quesos. Es así como en Francia hay más de 350 clases de quesos y con ellos compiten: Holanda, Suiza, Alemania, España, etc.

En este trabajo presentaremos los autóctonos colombianos, entre los cuales tenemos solamente uno: el queso Paipa o paipano, que es considerado entre la variedad de quesos maduros. Los demás son quesos frescos y de ellos tenemos los ácidos de pasta hilada y los campesinos.

SUMMARY

After fluid, hygienic milk, cheese is the most important product in the milk industry in terms of consume and worldwide production.

There's no place where milk is produced that does not have an interesting variety of cheeses. So to say, in France there are more than 350 classes of cheeses and Holland, Switzerland, Germany, Spain and other countries compete with them.

In this work we're presenting autoctonous colombian cheeses, among which the Paipa cheese or paipano is the only one considered a matured cheese. The rest are fresh cheeses and among them are the ranch-type (campesino) and acid string cheeses.



HISTORIA

Nadie puede precisar cuándo fue que el hombre inició la elaboración del queso. Algunos estiman que poco después de la domesticación de la vaca, las ovejas y las cabras, alrededor del año 3500 antes de Cristo.

La tecnología de la elaboración del queso ha ido a la par con las civilizaciones, en algunas de las cuales se encuentran leyendas en donde se hace alusión a la fabricación del queso mismo.

En la mitología griega se encuentran indicios de su fabricación en las narraciones escritas en torno al mítico pastor Aristeo, hijo de la Ninfa Cirene y del dios Apolo, a quien el Centauro Cirón le reveló los secretos de la fabricación del queso.

Desde el momento en que el hombre empezó a domesticar los animales, mejoró su nivel de vida, sacó leche de las ovejas y cabras y un día, puede que por casualidad, la leche sobrante dejada al aire libre se cuajó, debido a los gérmenes, que para esa época eran desconocidos.

Al producirse el desuero y al evacuarlo, se obtuvo el queso.

Las cabras y las ovejas formaban el rebaño de Ulises, como lo expresa Homero; pastaban en los potreros y con ellos, los pastores, pasaban sus jornadas, ocupados en el ordeño y la elaboración del queso.

Las vacas no eran explotadas en la producción de la leche, ya que su rendimiento era bajo y solamente alcanzaba para la alimentación de la cría.

El ganado bovino era aprovechado para el trabajo en el campo, para el transporte, como proveedores de carne y cueros para la industria y el vestido.

La migración de la población pastoril, contribuyó a la expansión del queso, a todas las partes del mundo.

Las tribus nómadas utilizaban zurrones, hechos con las pieles de los animales y para transportar los sobrantes de la leche, los cuales se fermentaban por la acción de las bacterias, provocando su coagulación. Estas cuajadas ácidas permanecían compactadas durante algún tiempo para luego romperse por el movimiento de los animales durante sus desplazamientos, ocasionando la liberación del suero y el endurecimiento de la cuajada.

"Esta xilografía de la "Cónica Suiza", del historiador Johannes Stumpf, data del año 1548 y documenta cómo se elaboraba el queso en el siglo XVI".



(Fotografía tomada de Revista de Geografía Universal. El queso en la Historia. 1980. Pág. 10).

El suero era separado de la masa y se consumía como bebida refrescante para el hombre y como alimento para los animales, mientras que la cuajada, preservada por la coagulación ácida y la adición de sal, era consumida como queso en la alimentación del pueblo.

Las condiciones de vida de estos pueblos obligaban a los ganados a cambiar de lugar, con la correspondiente variación de alimentos, climas, costumbres y como resultado de ello, los cambios en la composición de la leche, en especial en el contenido de grasa, con lo cual se obtienen variaciones en las características organolépticas de los quesos: consistencia, aroma y gusto.

Del largo camino en la historia del queso y en la industria de la quesería, en el correr de los siglos, considerando la denominada antigüedad, pasando por la edad media y hasta nuestros días, habría muchas cosas interesantes que contar, pero nos ceñiremos a algunos episodios de importancia.

En la edad media, en los Alpes, se ejercían actividades queseras por parte de algunas congregaciones religiosas, quienes tenían en la leche, el vino y los quesos una gran fuente de ingresos.

Al transferir los religiosos las queseras a los llanos, con pastos cultivados y con riegos, se incrementó la producción de la leche y con ella hubo un gran desarrollo de su consumo y de la producción de quesos.

En el siglo XIII, la industria quesera adquirió gran importancia en Italia, Inglaterra y Francia, en donde el queso más famoso era el Brie.

Entre los quesos italianos se destacaban: el Gorgonzola, el

"Esta xilografía de la "Cónica Suiza", del historiador Johannes Stumpf, data del año 1548 y documenta cómo se elaboraba el queso en el siglo XVI"



Parmesano y el Marzolino, éste era fabricado con una mezcla de leche de cabra y de vaca.

En Suiza se fabricaba y se comercializaba el Gruyere.

En Inglaterra se inicia la producción del queso Cheddar, que se fabricaba con una mezcla de leche de vaca y oveja, descremado.

En Dinamarca el queso de mayor producción era el Tybo.

En Holanda se fabricaba el Edam, el cual también era elaborado en Suiza y Noruega.

En Suiza se inicia la producción del Emmental, el cual se comercializaba en Italia.

En el año 1500, la leche bovina había desplazado casi por completo a la leche ovina y caprina, debido al incremento de producción del ganado bovino.

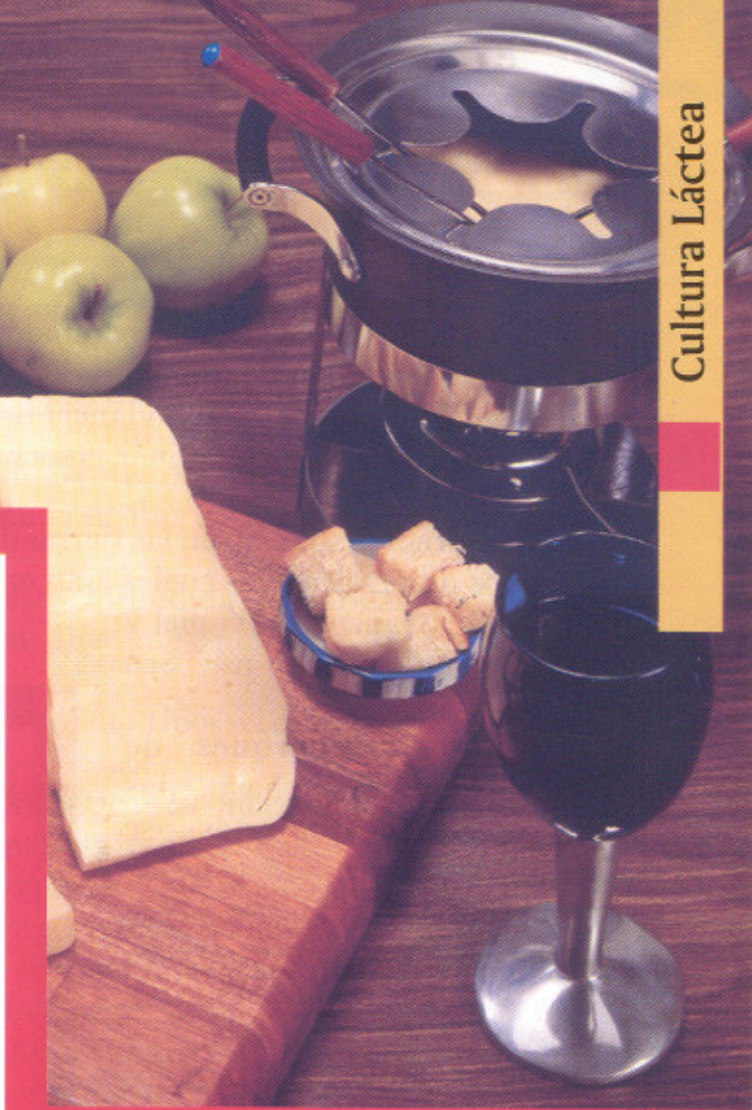
En esta época se registran algunos adelantos en los métodos de fabricación, siendo los más importantes el uso de la cocción de la leche, que daba mayor higiene al queso y por lo tanto mayor duración. Sustitución de los elementos prensos por madera, varió el sistema de salazón y se adoptó el uso del azafrán como colorante.

En el siglo XVIII, se inicia en Suiza la estabulación de los ganados, llevándoles el alimento a los rebaños en lugar de seguir tras ellos, en el campo.

El más grande de los adelantos en la industria quesera, tiene lugar en el siglo XIX, cuando se desarrolla la ciencia quesera y se estandarizan los procesos.

En ese siglo Jhon Tyndall, físico Irlandés, descubre las esporas resistentes al calor y de ello nacen los primeros cuajos industriales.

El más antiguo de todos los cuajos, mencionado por Homero en la Ilíada, se encuentra en el jugo de la higuera



La Industria del queso en Colombia.

EL QUESO EN COLOMBIA

Al llegar los conquistadores al nuevo mundo, se sorprendieron al encontrar que los aborígenes no disponían de animales domésticos, diferentes al perro, lo cual se explicaba por el hecho de la abundancia de producción silvestre, por lo cual no requería a los indígenas almacenar cosechas o criar animales en previsión del futuro.

Los Incas Andinos disponían en las tierras de Bolivia, Ecuador, Chile y Argentina de camélidos domésticos, los cuales eran criados y levantados para el trabajo del campo, para el transporte, la piel y la carne, su leche no era mencionada.

Los primeros embarques de animales domésticos hacia las tierras recién descubiertas, se realizaron en el segundo viaje de Cristóbal Colón en el año de 1493, en el cual trajeron: cerdos, ovejas, caballos, bovinos y otras especies menores.

Los animales importados por los conquistadores, se dispersaron por todas las regiones en donde atracaban los barcos españoles. Debido al clima, a la feracidad de sus tierras, los animales se reprodujeron asombrosamente.

En Colombia, pronto se inició la manufactura de los quesos, cuyas técnicas fueron traídas por los españoles y transmitidas a los indígenas a medida que iban siendo conquistadas las diferentes regiones de la costa y del interior del país.

El tipo de queso fabricado fue el queso fresco, que es aquel que una vez elaborado queda disponible para su consumo; es un queso de



La Industria del queso en Colombia.

vida útil muy corta, presentándose variaciones entre las diferentes regiones, debidas principalmente a las condiciones climáticas, a la ración alimenticia, calidad de pastos, razas, conocimiento y calidad del ordeño. En la costa Atlántica se desarrolla el queso costeño, llamado también queso picado y queso de banco, el cual tiene un alto contenido de sal, que se le adiciona para preservarlo y darle una mayor vida útil, por las condiciones climáticas tan adversas de la región.

En las áreas rurales de clima frío se desarrolló el queso campesino, que es un queso fresco, muy húmedo y suave, de corta vida útil, obtenido por coagulación enzimática, empleando para ello cuajos de diferentes procedencias.

La manera de trabajar la cuajada fue variando de una región a otra, dando quesos diferentes, que se conocen así:

El queso campesino, cuya producción está difundida por todas las regiones campesinas de Colombia y se conoce con diferentes nombres, según donde se produzcan.

En Antioquia hay dos tipos: el quesito antioqueño y el queso blanco.

En la costa Atlántica se conocen cuatro tipos: queso de banco o queso picado, el queso amasado o queso blanco, el atoyabuey, que es un queso fermentado y que se prepara en totumos, el queso repollo, que es de pasta hilada, producido en el sur del departamento de Bolívar, en Magangué.

En la Altiplanicie cundiboyacense se producen: queso doble crema, es ácido de pasta hilada.

La cuajada, es un queso campesino, sin amasar y sin prensar, de muy corta vida útil y generalmente se consume con miel o panela picada o raspada.

El queso pera, se produce en varias regiones, especialmente en Belén (Boyacá).

El quesadillo, es una variedad compuesta por un trozo de bocadillo recubierto con queso pera.

En el Tolima grande, el quesillo que es un queso ácido, de pasta hilada, en el cual se utiliza como medio coagulante el suero de quesería, ácido.

El queso de mano, producido en los Llanos Orientales, Santanderes y oriente de Boyacá, es ácido de pasta hilada.

El queso de bola, es producido en el Viejo Caldas y el Valle del Cauca, es el queso campesino amasado y en forma de bola, generalmente se expende envuelto en hojas de plátano quebrantadas y amarradas con guasca del tronco de la misma planta.





El queso nariñense, se produce en Nariño, es un tipo de queso campesino, amasado y molido, de muy corta vida útil.

El queso paipa o paipano, es un queso semimadurado, elaborado con tecnología campesina, de una vida útil prolongada.

Más adelante expondremos las tecnologías autóctonas colombianas de cuatro variedades de estos quesos.

MATERIAS PRIMAS EMPLEADAS PARA LA FABRICACIÓN DE QUESOS

LA LECHE

Es producida por las hembras de diferentes especies de mamíferos, de todas ellas se puede obtener queso. Se prefiere la de la vaca porque es la más abundante en la naturaleza; en segundo término la leche de ovejas, cabras y búfalas.

La leche es un producto extremadamente variable en su composición, no solamente de una especie a otra sino también entre las razas de la misma especie y más aún, entre los individuos de una misma raza. La naturaleza de la leche, explica la gran variedad de quesos que existen, ya que pequeñas diferencias en la composición, tienen repercusiones en las propiedades del queso.

La leche es un líquido complejo, en la que sus diferentes componentes se encuentran en diversos estados, así: La grasa y las vitaminas liposolubles A, D, E y K, se encuentran formando una emulsión, la caseína y algunas sales de la leche en forma de dispersión.

Las albúminas, las globulinas, la lactosa, algunas sales minerales y las vitaminas hidrosolubles se encuentran en solución.

COMPOSICIÓN DE LA LECHE DE ALGUNOS MAMÍFEROS, EN 100g DE LECHE

Composición	Vaca	Cabra	Oveja	Búfala
Extracto seco	12.5 g	13.6 g	19.1 g	17.8 g
Grasa	3.5 g	4.3 g	7.5 g	7.5 g
Lactosa	4.7 g	4.5 g	4.5 g	4.7 g
Sales minerales	0.8 g	0.8 g	1.1 g	0.8 g
Materia nitrogenada.	3.5 g	4.0 g	6.0 g	4.8 g
Caseína	2.7 g	3.0 g	4.6 g	3.8 g

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE CADA UNO DE LOS COMPUESTOS DE LA LECHE DE VACA

Componentes	Composición Porcentual	Constituyentes
Grasa	3.46g	Mono, di y triglicéridos.
Fosfolípidos	0.04g	Lecitina, cefalina, esfingomiolina.
Proteínas	3.50g	Caseínas: Alfa, Beta, gamma y kappa, lactoalbúminas, lactoglobúlinas, inmunoglobulinas, seroalbúminas, proteosas, peptonas y sustancias nitrogenadas no protéicas.
Lactosa	4.7g	Disacáridos: Glucosa y galactosa.
Sales y minerales	0.8g	Calcio, magnesio, sodio, fosfatos, hierro, manganeso, cobre, cobalto etc.

La Industria del queso en Colombia.

La composición de la leche determina su calidad nutricional y su valor como materia prima para la transformación en productos lácteos.

Contribuyentes menores

Pigmentos: Carotenos, xantofila, riboflavina.

Enzimas: Lipasa, proteasa, reductasa, lactoperoxidasa, catalasa, Oxidasa.

Vitaminas: Liposolubles, hidrosolubles:

Liposolubles: A, D, E, K.

Hidrosolubles: B1, B2, B6, B12, C, Nicotinamida, Biotina, Ácido Fólico, Ácido Pantoténico.

Gases: Oxígeno, nitrógeno, gas carbónico.

Material celular: Células epiteliales, leucocitos.

Microorganismos: Bacterias: flora normal de la ubre.

Gérmenes contaminantes: Flora patógena, hongos, levaduras.

Material extraño: Desinfectantes, semillas, paja, hojas, tierra e insectos.

INSUMOS UTILIZADOS EN LA ELABORACIÓN DE QUESOS

CLORURO DE CALCIO

Calidad alimenticia, fórmula química $CaCl_2$.

Cuando se utiliza la leche cruda en la fabricación del queso, no es necesario utilizar el cloruro de calcio, porque la leche cruda tiene una buena capacidad de coagulación.

Esta cualidad la han perdido las leches que han sufrido un proceso térmico de pasteurización o ultra pasteurización, o un proceso más casero como la ebullición. Igualmente son de mala coagulación las leches obtenidas al final del período de la lactancia, las leches adicionadas de agua, las leches con adición de bicarbonato, las procedentes de ganado mastítico y las ricas en albúmina y globulinas, como las calostrales.

La capacidad de la leche para formar un coágulo firme, es importante para el desuerado y para la fabricación de un buen queso.



Un bajo contenido de iones de calcio en la leche, produce una mala capacidad de coagulación, la cual se recupera por la adición del cloruro de calcio en concentración máxima de 20 gramos por 100 litros de leche, disolviéndolo en 10 veces su volumen de agua tibia y agregándolo a la leche, 20 o 30 minutos antes de agregar el cuajo.

Los iones de calcio funcionan como puentes entre las micelas de fosfocaseinato, constituyendo un factor importante para el tamaño

de las partículas de la cuajada, para normalizar el tiempo de la coagulación, para la firmeza del coágulo, para el desuero de la cuajada y para la regulación de este desuero. Una dosis excesiva de cloruro de calcio, produce un coágulo muy duro y unos quesos muy secos.

NITRATO DE POTASIO

Llamado sal nitro.

Fórmula química: KNO_3

Se utiliza en la fabricación de quesos madurados, para evitar la hinchazón tardía de los mismos.

En quesos no madurados se puede presentar una hinchazón denominada precoz, en las primeras 48 horas, debido a la presencia de bacterias coliformes, que transforman la lactosa y los citratos, con producción de ácido láctico, ácido fórmico, ácido acético, dióxido de carbono e hidrógeno.

El hidrógeno es muy poco soluble en agua, ocasiona muchos y pequeños ojos en el queso.

Cuando se forma hidrógeno por acción de los coliformes, éste puede reaccionar con el oxígeno del nitrato, con formación de agua y por ello se evita la hinchazón.

Es importante señalar que el nitrato no inhibe el crecimiento de los coliformes ni el desarrollo del mal sabor.

Podemos mejorar las condiciones de la cuajada, provocando una acidificación rápida y eficiente, para que las bacterias lácticas transformen la lactosa durante el primer día y para que los coliformes no puedan formar gas a partir de la lactosa, lo cual se inhibe por la producción del ácido.

La hinchazón producida en los dos primeros días, es conocida con el nombre de temprana, para diferenciarla de aquella que se presenta en los quesos de maduración, hacia la segunda semana, que es producida por las bacterias ácido butíricas (*Clostridium perfringens*), los cuales provienen de la tierra y los ensilajes mal elaborados.

El daño que ocasionan al queso se debe a la formación de ojos muy grandes y sabor impuro, fétido, amargo y dulce.

El nitrato no inhibe el desarrollo de las bacterias ácido butíricas sino que al reducir los nitratos a nitritos (NO₂) éstos son tóxicos para las bacterias, igualmente son tóxicos para el hombre, por la formación de nitrosamina, por ello se debe ser muy prudentes en su uso. La dosis máxima es de 20 gramos para 100 litros de leche.

Una sobredosificación de nitrato, además de peligrosa, puede producir en el queso un color rojo.

Su adición a la cuajada debe hacerse antes de agregar el cuajo, junto con el cloruro de calcio, en una misma solución o por separado.

COLORANTES

El color amarillo de los quesos, se debe a la presencia de los carotenoides existentes en la grasa de la leche y a las lactoflavinas (riboflavina) procedente de los pastos verdes, que se encuentra en solución en la fase acuosa de la leche, su contenido varía durante el año según la época y la calidad de los pastos y forrajes.

Para tener una coloración uniforme y la intensidad requerida, es necesario agregar un colorante vegetal, en solución, antes de agregar el cuajo.

En la industria del queso solamente se permiten los colorantes vegetales entre los que se cuentan: El achiote, el azafrán, el pimentón y la clorofila.

La adición siempre debe hacerse en forma de solución, en agua hervida y fría, la cual facilita su estandarización en el producto.

La dosificación para su uso, la fija el técnico de acuerdo con la coloración deseada en el producto final.

DECOLORANTES

En algunos casos es necesario una decoloración para imitar otros quesos así: El queso mozzarella, fabricado con leche de vaca, se le adiciona un decolorante para asimilarlo al mozzarella elaborado con leche de cabra u oyeja.

Para lograr la decoloración deseada se adicionan el caroteno y la clorofila. Estos dos colorantes aplicados en una proporción adecuada, hacen que el queso adquiera un color blanco.

La dosis de la clorofila es de 8 a 10 gramos por cada 100 litros de leche, una sobredosis puede producir un color plomizo o verde.

Los colores rojos, negros, azules y otros, que a veces se presentan en el mercado, son debidos a parafinas coloreadas, a empaques plásticos o tierras especiales, que son empleadas para preservar la corteza de los quesos.



CLORURO DE SODIO

Llamado también sal de cocina.

Fórmula química: NaCl

La sal se utiliza para mejorar el sabor de los quesos y además ayuda a preservarlos.

La cantidad depende del tipo de queso y según la tecnología empleada para su fabricación.

Los quesos de zonas cálidas, por lo general son más salados. La dosis varía del 1 al 3%.

MÉTODO DE SALADO

Son varios los métodos para la aplicación de la sal, así:

1. Aplicación de la sal en el suero de la cuajada. No hay una regla fija que nos indique cuánta es la cantidad de sal y en qué momento se debe agregar.

Antes de agregar la sal al suero, se debe eliminar un 30% a un 50 % del volumen que contenga la tina, después de haber agitado la masa durante 15 minutos y de un reposo de 5 minutos. Para ello, en una fracción del suero que se elimina, se disuelve la sal y esta salmuera concentrada se adiciona sobre la cuajada, se revuelve durante unos 10 minutos y se deja reposar durante 5 minutos. Se evacúa el suero y la masa se lleva a los moldes para luego prensarlos.

2. Salado sobre la masa escurrida: para ello se elimina el suero desprendido, se escurre la masa, se accionan los mezcladores y la sal se adiciona al voleo sobre la cuajada que se encuentra en agitación y luego de 15 a 20 minutos de revolver la masa, se elimina un suero lechoso, graso y salino que se desprende en esta parte del proceso.



La Industria del queso en Colombia.

3. Salado en salmuera: una vez hecha la cuajada y eliminado el suero dulce, la masa se lleva a los moldes y se prensa. Se retiran los quesos de los moldes y se llevan a la salmuera.

La salmuera está compuesta por un solvente, que es agua limpia, a temperatura ambiente, con 18 a 25% de sal, además se acostumbra adicionarle sustancias antimicóticas y enfriarla de 4 a 8°C y mantenerla a esta temperatura.

Después de cada uso se debe ajustar la concentración de la sal, reprocesarla térmicamente y filtrarla, cuando las condiciones lo requieran.

El tiempo del salado en la salmuera va de algunas horas a varios días, según el

peso de los quesos.

Este tipo de salado se recomienda para los quesos de maduración y los de pasta dura, tanto maduros como frescos, es el caso del queso picado costeño.

4. Aplicación de la sal en seco; para ello se aplica en forma manual, estregando la sal sobre las distintas caras del queso y en forma repetitiva.

Una segunda alternativa del salado en seco, se aplica al queso colombiano semimaduro, el queso paipa o paipano, en el cual a medida que se echan las capas de cuajada en el molde, se intercalan porciones de sal en polvo, para aplicar luego el sistema característico de prensado.

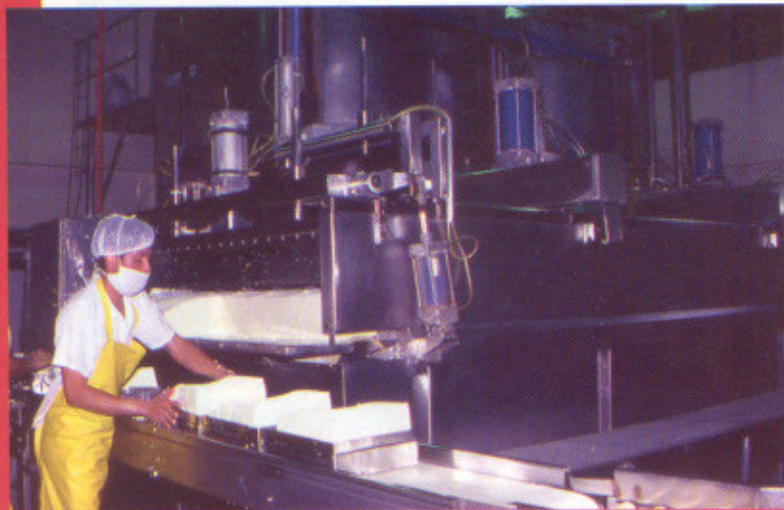
CULTIVOS LÁCTICOS

La mayoría de los quesos de maduración, se obtienen por la acción de cultivos lácticos, ya prefabricados y especializados, los cuales se adicionan en la leche, en el tanque de proceso, antes de agregar el cuajo, a unos 30 a 32°C de temperatura.

La transformación de la lactosa, en ácido láctico, por la acción de las bacterias (cultivos), tiene gran influencia en la elaboración de los quesos maduros.

La acidificación influye en la coagulación, el desuerado, la conservación, la consistencia, el sabor, el aroma y la maduración de los quesos.

En los quesos de pasta hilada: El mozzarella, el pera, el doble crema, el queso de mano, el quesillo, etc. La capacidad del hilado está en función de la acidez y ésta es conveniente que sea producida por un cultivo lácteo adicionado y no por la flora natural de la leche cruda.



La Industria del queso en Colombia.

La rápida acidificación de la cuajada evita la proliferación de las bacterias patógenas y putrefactivas.

Cuando se trabaja con cultivos lácticos, reactivados en la empresa, a partir de cepas liofilizadas, se emplean en la proporción de 0.1 a 2%, y si se trabaja por inoculación directa, con el producto en polvo liofilizado, ésto se hace por unidades, las cuales son recomendadas por las casas fabricantes de dichos productos.

La acidificación láctica se realiza principalmente en la masa líquida y luego continúa en el queso hormado durante la maduración.

Los gérmenes de los cultivos de quesería no sólo se caracterizan por la producción de ácido, sino que éstos también participan en la degradación de las proteínas, que influyen en las características específicas del producto elaborado.

La composición de los cultivos lácticos varían según las distintas clases de queso. Ver cuadro.

Clases de Quesos	Especies o Cepas	Acidificación	Dosis
Pasta Blanda y Firme.	<i>Streptococcus lactis</i> , <i>streptococcus cremoris</i> .	Activo	2%
Pasta Firme y Dura.	<i>Streptococcus lactis</i> , <i>streptococcus casei</i> <i>Leuconostoc citrovorum</i> .	Pasivo	4%
Pasta Firme y Dura.	<i>Streptococcus thermophilus</i>	Solo hasta pH 5.0	0.1%
Pasta Dura.	<i>Lactobacillus bulgaricus</i> , <i>lactobacillus helveticus</i> .	Intensa a temperaturas mayores de 50°C.	0.04 %

Para quesos de pasta dura y firme se emplean bacterias que desarrollan lentamente la acidez. En cambio para quesos de pasta blanda se utilizan cultivos de acidificación rápida.

Para la acidificación de algunos tipos de quesos, se adicionan cultivos especiales para darles sus características típicas, ejemplo: quesos con hongos.

ENZIMAS COAGULANTES

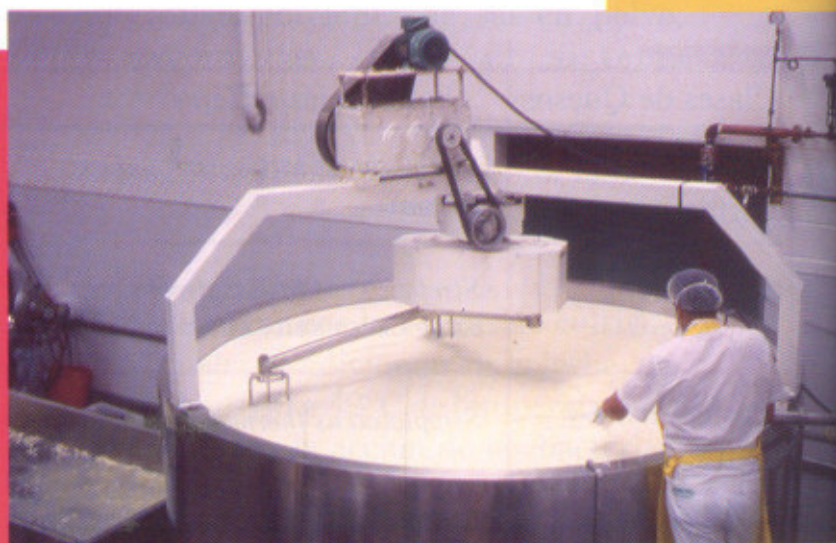
El método más frecuente para la coagulación de los quesos es el enzimático y el agente coagulante utilizado es el cuajo animal, que contiene la enzima quimosina, fermento lab o renina. Aunque existen muchas enzimas capaces de coagular la leche, no todas son aptas para este proceso, por su actividad proteolítica no específica, ya que si es demasiado elevada, puede afectar la consistencia, reblandeciendo el queso y produciendo sabores amargos.

Debido a la escasez de cuajares de terneros, se ha investigado en la búsqueda de cuajos sustitutos. Lo primero, se ensayó con pepsinas, luego con enzimas vegetales y por último con enzimas microbianas principalmente las fúngicas.

De estas investigaciones se han obtenido enzimas muy especiales, que poseen ventajas tecnológicas muy interesantes que reemplazan los cuajos de procedencia animal.

Los sustitutos que han sido estudiados son:

- Pepsina de cerdo
- Proteasa mucor miehei
- Proteasa mucor pusillus
- Proteasa endothia parasítica
- Quimosina genética



CUAJOS GÁSTRICOS

La quimosina, cuyo pH óptimo de actividad proteolítica es próxima a 4.0, predomina en el estómago de los terneros recién nacidos y permanece en abundancia y en la forma más pura los primeros 15 días de vida del ternero, cuya alimentación es únicamente la leche de la madre; a partir del momento de iniciar el consumo de otros alimentos, la quimosina se va sustituyendo por pepsina hasta llegar a la mayor concentración de ésta, en la edad adulta de la res.

En los animales monogástricos, como el cerdo, predomina la pepsina y la quimosina se encuentra en mínima proporción.

La quimosina se obtiene por extracción ácida del estómago abomaso de los rumiantes, en forma inactiva como proquimosina, la cual se transforma en enzima activa, por un proceso catalítico acelerado por los iones H^+ la activación es instantánea a un pH de 2.0.

La actividad coagulante de la quimosina se suspende cuando el pH supera el valor de 7.5, en forma irreversible; su estabilidad depende del pH, siendo la zona de mayor estabilidad entre pH 5.3 y 6.3.

OBTENCIÓN DEL CUAJO ANIMAL

Se realiza por extracción de los cuajares de los terneros de no más de 15 días de nacidos.

Los cuajares o abomasos, se retiran del animal, se limpian de venas y sebos, se parten en tiras, se salan y se ponen a secar en locales secos, aireados y a temperaturas no mayores de 35°C.

Las tiras de los cuajares secos o congelados se llevan a una salmuera al 10% de sal, más un 5% de ácido bórico, glicerina o ácido benzoico.

Cuando el medio extractivo carece de acidez, la extracción puede durar de seis a ocho días, transcurrido este tiempo, se debe bajar el pH a 4.0.

Si la extracción se hace en medio ácido, pH 4.0 y a 20°C, demora tan sólo tres días.

El líquido se purifica parcialmente por filtración, luego se precipita la enzima con solución de cloruro de sodio o de potasio, se filtra y la pasta húmeda resultante se seca a temperatura inferior a 50°C.

Se calcula que son necesarios 1.5 a 2 cuajares de ternero, cada uno de 60g, para obtener un litro del extracto comercial, con una fuerza de cuajada de 1:10.000.

El extracto de quimosina contiene de 10% a 20% de pepsina.

CUAJO EN POLVO

El cuajo en polvo comercial se obtiene de una mezcla de extracto de cuajo salado y un vehículo en polvo inerte como: lactosa, almidones, harinas, etc.

La liofilización puede ser la manera más técnica para el secamiento de los extractos, pero sería a unos costos muy elevados.

Desde hace varios años se extrae la pepsina del pollo, que es utilizada en quesería en varios países, debe controlarse su uso por su alto poder proteolítico.

En la práctica se recomienda utilizarla, haciendo una mezcla con quimosina de ternero, 70% de éste y 30% de pollo.

PEPSINAS BOVINAS

La pepsina de los bovinos puede representar hasta un 15% de la actividad coagulante total. Las pepsinas se diferencian de las quimosinas por su contenido de fósforo, no existiendo este elemento en las quimosinas.

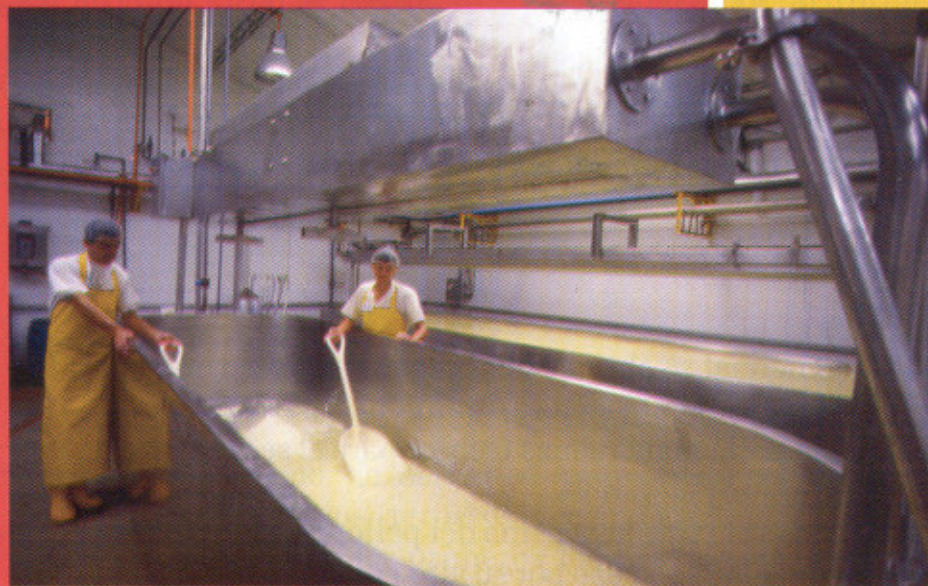
Las pepsinas son proteasas muy ácidas, su pH óptimo para su actividad es de 2.0 y se inhibe a pH de 6.6, por eso no es aceptable para coagular las leches frescas. El límite máximo para utilizarlas es a pH 6.3, si lo permite el tipo de queso.

Para utilizar las pepsinas de cerdos o bovinos adultos, se debe hacer una mezcla con quimosina al 50/50.

ENZIMAS COAGULANTES DE ORIGEN VEGETAL

El jugo de varias especies vegetales pueden dar origen a la coagulación de la leche, pero estas enzimas tienen una actividad proteolítica muy amplia respecto a su actividad coagulante.

La ficina extraída del brevo, la bromelina de la piña y la papaína de la papaya, pueden romper los enlaces peptídicos, similar a como lo hace la pepsina. Igualmente lo hacen los jugos de cardos, de calabazas y las inflorescencias de la alcachofa.



La Industria del queso en Colombia.

ENZIMAS MICROBIANAS

De los medios de cultivo de algunos microorganismos, se pueden obtener enzimas coagulantes, siendo las más importantes las fúngicas. Se utilizan principalmente tres especies de mohos:

1. *Endothia Parasítica*, que es un moho parásito del castaño, de donde se ha extraído una preparación comercial en polvo.

2. *Mucor Pusillus*, moho banal mesófilo del suelo, del cual se ha extraído una preparación que ha sido comercializada.

3. *Mucor Miehei*, moho banal termófilo del suelo, se explotan varias cepas, de donde se extraen diferentes preparaciones comerciales. Estas preparaciones tienen un gran poder proteolítico, por ello se debe tener mucho cuidado en su uso.



PRODUCCIÓN DE QUIMOSINA BOVINA SINTÉTICA POR PROCEDIMIENTO GENÉTICO

En 1980, la tecnología del ADN recombinante, estaba en niveles muy adelantados y era fácil aislar fracciones de la cadena ADN, que contenía la información de la enzima quimosina, para ser transferida a un microorganismo que se adecuara para la producción de la enzima requerida.

En lugar de extraer la quimosina del estómago del ternero, se contempló la posibilidad de producirla mediante un proceso basado en la fermentación y tecnología de recuperación, para obtener un cuajo de composición constante y a un costo menor.

Para esto era necesario seleccionar un organismo receptor apropiado, que junto con el casete de expresión activo en el organismo seleccionado obtuviera el desarrollo de un elemento capaz de producir quimosina.

Para este proyecto se escogió el *Kluyveromyces Lactis*, como organismo receptor. Es una levadura que ha sido utilizada para la producción de la enzima lactasa, empleada en la industria láctea para la hidrólisis de la lactosa de la leche. La levadura escogida es capaz de producir una quimosina totalmente activa.

El casete seleccionado en el abomaso del ternero, productor de la quimosina, es incorporado en un plásmida del organismo receptor.

El protocolo existente para la producción de la lactasa, fue utilizado como punto de partida para el desarrollo de este nuevo proceso.

En éste se deben considerar los siguientes puntos:

El método de fermentación.

El proceso de fermentación.

La exterminación del organismo de producción.

Se encontró que era fácil matar las células de la levadura mediante la adición de ácido benzoico a un pH bajo. El pH durante la exterminación de las

células de la levadura facilita la conversión automática de la proquimosina en quimosina activa.

Las células se pueden eliminar mediante la ultrafiltración, para obtener el material básico, después se lleva a cabo la filtración estéril a fin de depurar cualquier microorganismo contaminante que haya entrado durante la producción.

La actividad enzimática de la quimosina genética, ha sido comparada con la quimosina del ternero, con los siguientes resultados:

-La actividad enzimática de ambos cuajos, tuvo los mismos resultados.

-La quimosina genética es idéntica desde el punto de vista químico y funcional a la de ternero, con igual peso molecular, idénticas propiedades y el mismo comportamiento sobre la leche.-Se utiliza en las mismas dosis y en igualdad de condiciones de temperatura, de PH y de concentraciones de iones de calcio.

-Durante la maduración, la degradación de la caseína y el desarrollo de aromas, son idénticos.

La quimosina genética, coagula al igual que la de ternero, la leche, por hidrólisis de los enlaces fenilalanina 105 - metionina 106 de la kappa caseína.

La quimosina genética es conocida comercialmente con el nombre de maxiren.

BIBLIOGRAFÍA

ALAIS, CHARLES. Ciencia de la leche. Barcelona: Reverté, 1985. 594 p.

INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS ICTA. Inventario y desarrollo de la tecnología de productos lácteos campesinos de Colombia 1985 - 1986:

INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS - ICTA. Guía para producción de quesos Colombianos.

KOSIKOWSKI, FRANK. Chesse and fermented milk foods. 2 ed. New York: Edwards Brothers and Arbor Michigan, 1980. 711 p.

MEJER, MARCO R. et al. Manuales para educación agropecuaria, elaboración de productos lácteos. México: Trillas, 1987. 102 p.

MOLINA, GLORIA M. , VILLA, HUMBERTO M. Comparación de tres métodos para la elaboración de quesillo. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, 1987. Tesis. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Zootecnia.

TEUBNER, CHRISTIAN et al. El gran libro del queso. Madrid: Everest, 1993. 255 p.

VEISSEYRE, ROGER. Lactología técnica: Composición, recogida, tratamiento y transformación de la leche. 2 ed. Zaragoza, Acribia, 1988. 629 p.

