

# MANIPULACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE LA LECHE BOVINA A TRAVÉS DE LA ALIMENTACIÓN

Autor/es: **M.Sc. Sergio Hazard T**  
Profesor Asistente Universidad de la Frontera.

## INTRODUCCIÓN.

A nivel mundial desde hace algunos años ha existido preocupación por el bienestar de la salud humana, esto provocado por la alta incidencia de enfermedades cardiovasculares, cáncer y obesidad. Esta situación en nuestro país ha superado el 90% en menos de 5 años, y como consecuencia, la tasa de muerte por enfermedades cardiovasculares nos ha situado en niveles cercanos a los de Estados Unidos, los cuales llegan a 223 personas por cada 100.000 encuestados.(Leighton, 2002). La tasa de muerte en Chile por este concepto se sitúa en 164 personas por cada 100.000 habitantes.

Esta situación fue atribuida, en un principio, a los malos hábitos alimenticios de las personas, específicamente al alto consumo de grasas, lo que provoca significativos incrementos de colesterol en la sangre, por lo que era recomendable evitar el consumo de este tipo de compuestos alimenticios y sus precursores. Sin embargo, estudios posteriores han demostrado que no todas las grasas son perjudiciales para la salud y ello dependerá del tipo de ácidos grasos que contengan los alimentos. Entre estos se encuentran los ácidos grasos monoinsaturados (Mono Unsaturated Fatty Acids, MUFA), que contribuyen significativamente a la disminución del colesterol perjudicial o “malo” (LDL) en la sangre, y esto implica una menor incidencia de las enfermedades mencionadas anteriormente. Es esta la razón de la creciente tendencia alimenticia a consumir alimentos bajos en grasas saturadas y ricos en ácidos grasos monoinsaturados, así como también poliinsaturados.

Una de las principales fuentes de ácidos grasos saturados es la leche y sus derivados, por lo que la industria lechera está tiendiendo a la elaboración y comercialización de productos bajos en calorías, a los que se les extrae parte o la totalidad de la grasa. Esta situación se traspasa al sector lechero productivo, debido a la gran demanda por este tipo de productos, lo cual ha provocado una disminución sostenida en el precio de la grasa láctea pagada al productor. Se prevé entonces que, en el futuro cercano, las bonificaciones por litro de leche llegarán a valores muy bajos para este constituyente. Esto hace necesario de alguna manera poder modificar la composición de la leche.

En general, se podría señalar que la percepción de los consumidores es que las grasas en general son no saludables, mientras que la proteína es saludable. Desde el punto de vista de la industria láctea la proteína es el componente más importante ya que ello influencia el rendimiento en queso.

El presente trabajo tiene como objetivo entregar una visión de la forma como sería posible modificar los componentes de la leche bovina de modo que sea más saludable, y de paso lograr una leche diferente que permita a los productores acceder a un mejor precio por su producto.

## MANIPULACIÓN DE LA GRASA DE LA LECHE

Las nuevas tendencias en alimentación humana dan preferencia a productos dietéticos y bajos en calorías. La leche y sus derivados son una de las principales fuentes de grasa saturada en la dieta humana, lo que obliga a las plantas procesadoras de leche a eliminar o disminuir este constituyente. Con este procedimiento, tienen la posibilidad de elaborar otros subproductos como crema y mantequilla, los cuales son cada vez menos demandados por la población más conciente de sus efectos en la salud.

Sin embargo, la leche es un alimento tradicionalmente reconocido como una excelente fuente de nutrientes y minerales, especialmente calcio, por lo que su consumo en Estados Unidos y Europa supera el 20% como promedio del consumo de proteína, y es promovido para la prevención de la osteoporosis. Por otro parte, la leche es la materia prima para la fabricación de una gran diversidad de productos destinados al consumo humano, tales como yogurt, quesos, mantequilla, chocolate, helados, y otros productos

Los lípidos o grasas son un conjunto heterogéneo de moléculas orgánicas formadas por ésteres de ácidos grasos de elevado peso molecular, que se caracterizan por ser insolubles en agua y solubles en solventes orgánicos apolares tales como cloroformo, éter y benceno. Poseen un número relativamente alto de átomos de carbono con abundancia de hidrógeno y pocos átomos de oxígeno. Algunos poseen fósforo, nitrógeno o azufre (Blanco et. al., 2000).

Estos compuestos tienen en común ser solubles en determinados solventes orgánicos e insolubles en agua, por lo que deben modificarse físicamente para poder ser absorbidos por la pared del intestino. Esta absorción es tanto más fácil cuanto menor es el punto de fusión y más aún si éste es inferior a la temperatura corporal (37°C) (Gallardo, 2000).

Los ácidos grasos se dividen en dos grandes grupos según la presencia o ausencia de dobles enlaces: los saturados, que carecen de dobles enlaces y los insaturados. Los ácidos grasos saturados abundan en los lípidos de origen animal terrestre y los insaturados en los lípidos de origen vegetal. Cuando la ingesta es desequilibrada, a favor de los ácidos grasos saturados, es mayor la incidencia de enfermedades circulatorias (Gallardo, 2000).

Los ácidos grasos saturados de cadena media (láurico, mirístico y palmítico) derivados fundamentalmente del reino animal, a excepción del pescado, presentes en el reino vegetal en los aceites de palma y coco, son capaces de elevar en forma significativa los niveles de colesterol LDL (colesterol malo). Otros ácidos grasos saturados como el esteárico no modifican los lípidos plasmáticos (Gallardo, 2000).

Los ácidos grasos insaturados se diferencian en monoinsaturados, los cuales contienen un solo doble enlace y los poliinsaturados que poseen varios dobles enlaces. También se debe tener en cuenta la conformación CIS o TRANS de dichos enlaces. En la naturaleza

se encuentran en conformación CIS, disminuyendo la síntesis endógena de colesterol, en cambio, tras ser sometidos a diferentes agentes físicos, como el calor o manipulaciones industriales, pueden pasar a forma TRANS que no disminuyen la síntesis de colesterol y pueden interferir con la actividad de los ácidos grasos esenciales normales y además se acumulan en la sangre (Siguel, 1996).

Entre los ácidos grasos monoinsaturados el principal representante es el ácido oleico (omega 9), el cual se encuentra principalmente en el aceite de oliva, maravilla, maíz, maní, canola, soya y algodón. Este tipo de ácidos grasos no modifican la concentración de colesterol total en la sangre, pero si reducen el colesterol LDL ("colesterol malo") aumentando el HDL ("colesterol bueno"). Además, el ácido oleico es capaz de aumentar la resistencia a la oxidación del LDL, lo cual hace que sea menos aterógeno (Gallardo, 2000).

El ácido graso oleico y el linoleico representan un 34% y 19% respectivamente del aceite comestible producido por el hombre. El consumo elevado de ácido oleico disminuye la secreción gástrica ácida, evita la aparición de la enfermedad ulceropéptica, acelera el proceso de recuperación en caso que se haya instalado la enfermedad y también previene la aparición de ciertas patologías como cáncer gástrico, hipertensión arterial, diabetes mellitus, y obesidad entre otras. Incluso, se ha determinado que su ingesta elevada tiene efectos antioxidantes y potencia el efecto de algunas vitaminas (Blanco et. al., 2000).

Los ácidos grasos poliinsaturados están representados por el ácido linoleico (omega 6) presente en el aceite de maravilla; y por los ácidos eicosapentanoico y docosahexaenoico (omega 3) que se encuentran en los peces de mar, aceites de soya y de canola. Son considerados esenciales, ya que son imprescindibles en la formación de membranas celulares, precursores de la formación de prostaglandinas, etc., (Blanco et. al., 2000).

Ambos tipos de ácidos grasos, saturados e insaturados, están incorporados en la dieta alimenticia normal, aportando un 40 a 45% de las calorías totales, en un consumo aproximado de 100 gramos diarios provenientes de las carnes, productos lácteos y grasa propiamente tal, como aceites, manteca y mantequilla, considerando que el consumo de ácidos grasos insaturados normalmente no sobrepasa el 3 a 4% del total ingerido en la dieta (Blanco et. al., 2000).

Su importancia biológica estriba en que es imposible vivir sin su aporte, constituyendo la reserva energética más importante del organismo. Además de su función energética, con un valor calórico elevado (9 cal/gr.), las grasas poseen también otras misiones esenciales como impedir las pérdidas de calor, proteger las vísceras, transportar vitaminas liposolubles, y aportar ácidos grasos esenciales (linoleico, linolénico y araquidónico), los cuales no pueden ser sintetizados por el organismo humano ni animal (Gallardo, 2000).

Entre sus propiedades están el dar a los preparados culinarios unas características organolépticas especiales, que aumentan su sabor. Cabe señalar que la población del mundo industrializado occidental, con alta capacidad adquisitiva, ingiere a menudo una cantidad excesiva de grasas, sobre todo de origen animal, lo que ocasiona el incremento en la incidencia de enfermedades cardiovasculares y obesidad (Gallardo, 2000).

El sistema digestivo de los rumiantes permite la manipulación dietética para contenido de grasa láctea. El rumen es esencialmente una gran fuente de fermentación, la cual provee un excelente ambiente para el crecimiento de microorganismos que utilizan el alimento

animal como sustrato. Las bacterias y protozoos ruminantes variarán en número y tipo dependiendo del tipo y monto de forrajes suministrados, lo cual influye en la fermentación y productos (Kennelly et al , 1999).

El contenido de grasa en la leche de vaca está sujeta a una amplia variación entre razas y en el mismo animal. También, dada esta última situación básicamente por el tipo de dieta, estado de la lactancia y medio ambiente (Larson, 1985).

Por otra parte, se debe recordar que la secreción láctea es un proceso continuo, en la cual actúan una serie de hormonas que desencadenan su síntesis. Es así como la presión intramamaria aumenta gradualmente, como resultado de la acumulación de leche a lo que se atribuye eventualmente la disminución de la tasa de producción láctea. Este hecho justifica el ordeño frecuente, en muchos casos de mas de dos ordeñas diarias, de modo de obtener mayores rendimientos (Maynard et. al., 1998).

Cuando se inicia la ordeña se puede remover inmediatamente una pequeña cantidad de leche, después de esto hay un periodo muy corto sin secreción al que le sigue una gran afluencia de leche hacia la cisterna de la ubre. Esto es provocado por la liberación de una hormona llamada oxitocina, proveniente del lóbulo posterior de la hipófisis producto del estímulo nervioso de la piel de la ubre. Esta hormona produce la contracción de las células mioepiteliales, células musculares especializadas que rodean los alvéolos, con lo cual la leche es forzada a salir a través de los conductos lácteos (Maynard et. al., 1998).

Existen tres fuentes de ácidos grasos y triglicéridos en la leche. La primera fuente es la glucosa a través de la glicólisis del ácido pirúvico, que es principalmente utilizada en no rumiantes. La segunda fuente son los triglicéridos consumidos en la dieta o formados por las bacterias ruminantes, los cuales son absorbidos intestinalmente como triglicéridos y son presentados en la sangre como lipoproteínas de baja densidad. Estos triglicéridos son aparentemente hidrolizados en la superficie de la pared celular epitelial con el objeto que lipasas lipoproteína, ácidos grasos, glicerol y algunos monoacilgliceroles sean introducidos en la célula secretora. Estos ácidos son generalmente de cadena larga de 16 carbonos (palmítico) y 18 carbonos (esteárico, oleíco y linoleico) (Larson, 1985)

La tercera fuente de ácidos grasos y de mayor importancia en rumiantes son los ácidos grasos sintetizados en la glándula mamaria a partir de acetato producto de la fermentación bacterial del rumen. La malonil CoA, con sucesivas adiciones de dos carbonos en la construcción de la cadena de carbonos es la principal vía de síntesis de ácidos grasos en la glándula mamaria de rumiantes (Larson, 1985).

Los ácidos grasos ingeridos en el alimento que tienden a ser insaturados son alterados considerablemente por los micro organismos ruminantes, que hidrogenan los dobles enlaces produciendo más ácidos grasos saturados. Se han hecho estudios que demuestran que la protección de ácidos grasos de cadena larga contra la digestión ruminal permite el paso de estos compuestos desde la sangre a la leche mediante los mecanismos mencionados anteriormente (Larson, 1985).

La principal vía para la síntesis de la grasa láctea es la a - glicerol fosfato, en la cual ácidos grasos libres son activados en la vía a - glicerol fosfato mediante la formación de ésteres con CoA para formar cadenas largas de acil - CoA. Luego esta cadena agrega un ácido graso al final con la formación de un triglicérido y CoA. La ubicación de los tres ácidos grasos sobre la molécula de glicerol para formar el triglicérido no ocurre al azar, sino más bien las posiciones están caracterizadas para cierto tipo de ácidos grasos

predominantes. Los ácidos grasos de cadena corta C4 y C8 están principalmente en la tercera posición del glicerol, y esta ubicación está dada por la síntesis de novo, en donde ellos son esterificados. Estudios sobre el particular han indicado que los ácidos grasos C18 tienden a tomar posiciones terminales en la cadena de glicerol (Larson, 1985).

Con esto se quiere demostrar que existen mecanismos, en el proceso de síntesis de la grasa láctea, que son capaces de diferenciar los diversos tipos de cadena de ácidos grasos en el proceso de esterificación, determinando la composición de la grasa de la leche (Larson, 1985).

La composición de ácidos grasos de la leche se presenta en el cuadro 1. Tal como se observa, la grasa láctea tiene una gran diversidad de lípidos. Sin embargo su aporte de grasas saturadas es de alrededor del 62%, lo que ha causado una gran contradicción, dado que a nivel internacional se promueve el consumo diario de dos a tres vasos por su aporte fundamentalmente de calcio, especialmente en niños y adultos con problemas de osteoporosis.

A pesar de ello, el contenido de ácido oleico no es despreciable (28%), y muchos estudios experimentales han sido desarrollados para evaluar la posibilidad de incrementar el contenido de MUFA en la leche a través de alimentación y selección genética en los animales

CUADRO 1. Composición de ácidos grasos de la grasa láctea.

Tipo de Acido graso	Porcentaje en la grasa total	Acido graso	Composición	Porcentaje de la grasa total
Saturado	62,3	Butírico	4:0	3,3
		Caproico	6:0	1,7
		Caprílico	8:0	1,2
		Cáprico	10:0	2,3
		Láurico	12:0	2,6
		Mirístico	14:0	10,2
		Palmítico	16:0	26,3
		Esteárico	18:0	12,0
Monoinsaturado	28,7	Oleico	18:1	25,1
Poliinsaturado	3,6	Linoleico	18:2	2,4

Fuente: LARSON (1985).

La grasa láctea es el componente más fácil de alterar mediante manipulación dietética, y tanto la cantidad como composición de la grasa de la leche pueden ser alteradas en forma relativamente independiente de los cambios de proteína o lactosa. Así, la concentración de grasa en la leche es influenciada por la relación forraje: concentrado de la dieta, tamaño de fibra, frecuencia de alimentación, manejo de alimentación, concentración de almidón en la dieta y consumo de grasa en la dieta (Chalupa et. al, 2002).

## **Relación forraje concentrado**

La relación forraje concentrado es uno de los factores mas importantes que puede alterar el contenido graso de la leche. Looper y Stokes (2004) señalan que la relación forraje concentrado requerida para mantener un porcentaje normal de grasa en la leche es de 40:60, sin embargo, esta relación debe ser solo de referencial ya que altos niveles de concentrado alteran el pH ruminal , incremento de los niveles de ácido propiónico y reducción de la digestión de la fibra. Robinson y MacQueen (1997) realizaron un experimento en los que suministraron diferentes relaciones de forraje:concentrado y cuyos resultados se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 2. Influencia de diferentes niveles de forraje concentrado en la producción de leche y composición de la misma

	Relación forraje:concentrado		
	77:23	55:45	42:58
<b>Producción (kg./día)</b>			
Leche	30,7	34,6	35,7
Grasa	1,23	1,35	1,23
Proteína	0,980	1,19	1,11
<b>Composición de la leche (%)</b>			
Grasa	4,02	3,93	3,52
Proteína	3,23	3,44	3,12

Fuente: Robinson y Mac Queen (1997)

Estos resultados están asociados a cambios en la fermentación ruminal ya que en la medida que se incorpora un mayor nivel de concentrado en la dieta, o lo que es lo mismo se disminuye el consumo de forraje el contenido de materia grasa de la leche disminuye. Cuando se suministran altos niveles de forraje en la dieta se estimula la producción de ácido acético lo que permite que se incremente el contenido graso de la leche. En cambio, altos suministros de concentrado en la dieta implican formación de ácido propiónico que se destina a la formación de grasa corporal.

En el caso de la proteína láctea la mayor producción en términos porcentuales y totales se logra con una relación forraje concentrado de 55:45.

## **Suministro de granos y procesamiento de los mismos**

Looper y Stokes (2004) señalan que en la alimentación de vacas lecheras no solamente deben incluir una relación forraje concentrado adecuada, sino que también debe considerarse los niveles de carbohidratos no estructurales . Niveles apropiados de éste último permiten mejorar los niveles de proteína y grasa de la leche, mientras que un exceso llevan a una depresión grasa de una unidad o más y a menudo incrementan el porcentaje de proteína en 0,2 a 0,3 unidades.

Los carbohidratos no estructurales incluyen: almidón, azúcares y pectinas. El porcentaje de carbohidratos no estructurales se calcula como: 100 – (% proteína cruda + % fibra detergente neutro + porcentaje de grasa + porcentaje de cenizas). Dependiendo de la digestibilidad de la fibra detergente neutro (FDN) presente, los carbohidratos no

estructurales deberían constituir entre el 34 a 40% de la materia seca total de la ración. En la mayoría de los casos niveles de 36 a 38% son considerados ideal. Dietas que contienen más de un 60% de forraje en la ración pueden ser deficientes en carbohidratos no estructurales.

Looper y Stokes (2004) indican que para evitar acidosis ruminal y que no se produzca una depresión en el contenido de grasa láctea se debe limitar el consumo de grano de acuerdo al nivel productivo y raza de las vacas lecheras. Estos autores entregan una guía de suministro que se presenta en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Guía de suministro de grano de acuerdo al nivel productivo y diferentes razas de vacas lecheras

Raza	Producción de leche	Guía de suministro de grano
Holstein Friesian y Pardo Suizo	Menos de 18 kg.	0,450 kg grano/ 1,8 kg. de leche
	Entre 18 y 32 kg.	0,450 kg grano/ 1,35 kg. de leche
	Mas de 32 kg.	0,450 kg grano/ 1,13 kg. de leche
Jersey, Ayrshire, Guernsey	Menos de 13,5 kg.	0,450 kg grano/ 1,35 kg. de leche
	Entre 13,5 y 27 kg.	0,450 kg grano/ 1,13 kg. de leche
	Mas de 27 kg.	0,450 kg grano/ 0,9 kg. de leche

Fuente: Mahanna 1995, citado por Looper y Stokes 2004.

El procesamiento de los granos también tiene un efecto en la producción y composición de la leche. El molido, el aplastado, hojuelas incrementan la digestibilidad del almidón y por lo tanto un aumento en la producción de leche y producción de proteína total. Sin embargo, el maíz en hojuelas incrementa el porcentaje de proteína de la leche y producción de proteína total y disminuye el porcentaje de grasa de la leche. Una situación similar ocurre con el sorgo. Estos resultados se deben a que el procesamiento aumenta la digestibilidad del almidón, acelera el reciclaje de la urea e incrementa el flujo de proteína microbiana hacia el intestino delgado.

Los granos tienen diferente tasa de digestión en el rumen de acuerdo al tipo de grano propiamente tal y al procesamiento al que sean sometidos. En el Cuadro 4 se presenta los resultados.

Cuadro 4. Tasa de digestión del almidón de acuerdo al tipo de grano y procesamiento al que son sometidos.

Tasa	Tipo de grano y método de procesamiento
Rápido	Trigo aplastado
	Cebada aplastada
	Maíz alta humedad entero
Intermedio	Hojuelas de maíz
	Hojuelas de sorgo
	Maíz seco aplastado
	Maíz grano entero
Lento	Grano sorgo aplastado

El uso de granos rápidamente fermentable a nivel ruminal y un sobre procesamiento de los granos puede producir una severa depresión grasa y reducir drásticamente la producción de leche. Por ello, es importante conocer muy bien las diferentes fuentes de proteína y carbohidratos y asegurarse de suministrar adecuados niveles de fibra en la dieta para obtener un adecuado patrón de fermentación y no afectar la producción de leche y su composición.

#### Niveles de fibra en la ración.

El nivel de fibra y la forma física de las partículas de la fibra afectan la rumia, producción de saliva (actúa como buffer), y la composición de la leche en términos de la grasa y proteína y proteína láctea. Es así como, forrajes finamente molidos afectan negativamente la rumia y la producción de saliva, lo que lleva a un patrón de fermentación ruminal que induce una mayor producción de ácido propiónico, lo que reduce el porcentaje de grasa de la leche. El forraje como tal, debe ser incluido en la ración en al menos el 40 al 50% de la materia seca total que consume, o en el 1,40% de su peso vivo. El tamaño del picado no debe ser menor a 1,5 pulgadas de modo de evitar los problemas anteriormente descritos.

Las vacas requieren un mínimo de 19- 21% de fibra detergente ácido (FDA) en la ración, expresado como materia seca. El consumo de fibra detergente neutro (FDN) debe ser sobre el 26% del total de la materia seca. Al expresarlo como fibra cruda el requerimiento es de 17%. Se debe suministrar el 75% del FDN como forraje ya que bajo este nivel se incrementa el riesgo de acidosis ruminal, fluctuación en el consumo de materia seca, laminitis, y rápida pérdida de condición corporal, especialmente al comienzo de la lactancia.

En el Cuadro 5 se presenta una relación de consumo de FDN proveniente del forraje y peso corporal y consumo total de FDN.

Cuadro 4. Relación de consumo de FDN proveniente del forraje y total

FDN del forraje (% del peso vivo)	Consumo total de FDN (% peso vivo)
0,75- 0,80	1,30 – 1,40
0,85	1,10-1,20
0,90-1,20	1,10-1,20

Fuente: Adaptado de Varga *et al.*, 1998

### Frecuencia de alimentación

Las vacas lecheras deben disponer en todo momento de alimento a su disposición ya que de las 24 horas del día, un tercio lo dedican a esta actividad. Al suministrar los componentes de la ración en forma separada se corre el riesgo que el animal sufra algún problema metabólico. Por ejemplo, al suministrar altas cantidades de concentrados en determinados momentos del día el animal puede sufrir una alteración metabólica que le provoque una acidosis ruminal lo que implicará que se afecten los niveles de grasa de la leche. Afortunadamente hoy en día, gracias a las raciones completas suministrada a través de carros mezcladores este problema se ha solucionado en un alto porcentaje.

### Consumo de grasa en la dieta.

La dieta de los rumiantes adultos está formada en su mayor parte por ácidos grasos insaturados que se encuentran en los galactolípidos del forraje y en los triglicéridos de los granos de cereales. Sin embargo, los lípidos del contenido ruminal son diferentes a los de los alimentos. La población microbiana del rumen hidroliza rápidamente los triglicéridos y galactolípidos liberando ácidos grasos libres (AGL), lo que permite que el glicerol y la galactosa se fermenten a ácidos grasos volátiles (AGV) (Maynard *et. al.*, 1998).

Debido a que el medio intraruminal tiene un alto poder reductor, los ácidos grasos insaturados son rápidamente hidrogenados cambiando a la forma saturada, predominantemente ácido esteárico. Las bacterias y protozoarios son también capaces de sintetizar ácidos grasos de cadenas impares a través de propionato y ácidos grasos de cadenas ramificadas derivados de los esqueletos de carbono de los aminoácidos valina, leucina e isoleucina (Maynard *et. al.*, 1998).

La absorción de ácidos grasos es menor para ácidos grasos saturados de cadenas largas que para los ácidos insaturados de cadenas cortas ( $18:0 < 16:0 < 18:1$ ). Sin embargo el ácido esteárico aparentemente es mejor utilizado por los rumiantes debido en parte a su elevado grado de dispersión una vez que llega al duodeno (Maynard *et. al.*, 1998).

La intensa actividad del sistema de biohidrogenación en el rumen sugiere que cualquier intento para incrementar el nivel de ácidos grasos insaturados en la grasa de la leche o tejido adiposo, mediante la alimentación de dietas con niveles elevados de estos daría pocos resultados. En términos cuantitativos esto es cierto, pero las investigaciones han demostrado un cambio significativo en el índice de yodo de la grasa de la leche cuando la grasa de la dieta se cambió de un grado alto a otro bajo de insaturación.(Maynard *et. al.*, 1998).

En los últimos años ha surgido el concepto de alimentar con lípidos protegidos, que consiste en encapsular pequeñas gotas de lípidos en una fina capa de proteína. El tratamiento con formaldehído evita que las gotas sean atacadas por microorganismos, pero son liberadas en condiciones de acidez y proteolíticas del abomaso. El lípido queda así disponible para su absorción igual que en no rumiantes, siendo la absorción de ellos muy eficiente. Así inmediatamente después de la alimentación con grasas insaturadas protegidas, se produce un rápido grado de insaturación de los lípidos séricos, tejido adiposo y grasa de la leche (Maynard et. al., 1998).

Se han estudiado varios suplementos lipídicos encapsulados en la alimentación de rumiantes, principalmente con vacas lecheras de alta producción. La mayor parte de los lípidos se han usado para incrementar el nivel de grasas poliinsaturadas en la leche. El objetivo de la encapsulación con sebo ha sido proveer mayor cantidad de energía en la dieta del animal. Por otro lado, la encapsulación de un ácido graso como el ciclopropano permite incrementar el punto de fusión de la grasa de la leche y posibilita la producción de mantequillas más duras y por tanto más resistentes al calor. Las alteraciones en la insaturación de la grasa de la leche dependen además de la especie involucrada, de los niveles de suplementación alimenticia y del grado del suplemento alimenticio protegido (Cañas, 1998).

Los efectos negativos del uso de una elevada cantidad de grasa en la dieta, se debe a la inhibición que se produce sobre algunos microorganismos del rumen por la presencia de ácidos grasos que se liberan en el ambiente ruminal, causando depresión de la digestión de la fibra y del contenido de materia grasa de la leche. En el caso de vacas lecheras de alto potencial de producción, se ha encontrado que los animales se mantienen en un balance energético negativo durante algún periodo al inicio de lactancia. El consumo de energía puede aumentarse al formular dietas que incorporen mayor porcentaje de granos o al incluir grasas inertes a nivel ruminal como sales de calcio de ácidos grasos de cadena larga en la dieta (Chalupa et. al., 1986 citado por Cañas, 1998).

La efectividad de este proceso parece ser variable. Los procesos de saponificación de los ácidos grasos no protegen a los ácidos grasos poliinsaturados contra la biohidrogenación microbial. Estudios realizados utilizando aceite de canola tratado con formalina tendió a reducir el rendimiento de leche (24.0 a 20.0 Kg/día) y grasa láctea (3.9 a 3.6%), pero incrementó significativamente la proporción de ácido esteárico, oleico, linoleico y linolénico, con un concomitante decrecimiento de ácidos grasos C6 a C16 (Infoharvest, 1998).

Kowalski et al (1999) en Polonia realizaron un experimento en el cual alimentaron 12 vacas con jabones cárnicos de ácidos grasos de semilla de raps y metionina protegida. Observaron que el consumo de materia seca no se afectó por efecto de tratamiento. El rendimiento de leche se incrementó significativamente en 2,1 kg/día al suplementar con los jabones cárnicos. La producción de leche corregida , la eficiencia de producción de leche, el rendimiento de grasa y proteína no presentaron diferencias significativas en ningún tratamiento. Sin embargo, al analizar la composición de ácidos grasos se obtuvo una disminución significativa de ácidos grasos saturados C10, C12, C14, C15 y C16. Sin embargo, se incrementó significativamente las concentraciones de los ácidos grasos 16:2 y 18:1, siendo la magnitud del incremento de éste último de 126.9 g/kg total de ácidos grasos, equivalente a un 12.69% de aumento.

Otros estudios a nivel internacional diseñados para modificar la composición de ácidos grasos de la leche mediante suplementación lipídica demuestran que al incrementar la

instauración de los aceites en la dieta disminuyó la proporción de ácidos grasos saturados y de cadena corta a través de la disminución de la síntesis de novo de dichos ácidos grasos. La mayoría de los aceites insaturados suministrados tuvieron un efecto positivo sobre la composición de la grasa láctea, desde el punto de vista de la salud humana (Hippen et. al., 1995).

Bajo estas condiciones se ha observado también que la concentración de palmitato y la relación palmitato: esterato (C16:0/C18:0) disminuyen, e incrementa la concentración de ácidos grasos monoinsaturados (ácido oleico). Sin embargo, se ha determinado que alimentos como el aceite de soya provoca una disminución de la producción total de grasa en la leche, aunque aumentan la concentración de ácidos grasos monoinsaturados (Hippen et. al., 1995).

## **MANIPULACIÓN DE LA PROTEÍNA DE LA LECHE.**

Existen algunos factores que afectan el contenido de proteína de la leche y muchos de ellos se encuentran entremezclados con el contenido graso de la leche y que fueron descritos anteriormente. Mejorar el contenido de proteína de la leche vía alimentación es mucho mas difícil que lo que se logra en materia grasa. Mas bien las variaciones se producen por otras causas, las cuales se describirán a continuación.

### **Raza de las vacas**

Dentro de las razas lecheras la Holstein Friesian tienen el mas bajo porcentaje de proteína, variando entre 3,15 y 3,25%. En contraste, la raza Jersey tiene entre un 3,8 - 3,90% o mas. La raza Ayrshire (3,25 a 3,35%) y la Guernsey (3,55 – 3,65%) son intermedias. Estos valores expresados en porcentajes muestran una cierta variación. Sin embargo, al expresarlo como producción total de proteína en la lactancia completa estos valores pueden ser mas parecidos. Si se compara una vaca Holstein Friesian que produce 11.000 kg, ésta producirá la misma cantidad de proteína que una vaca Ayrshire de 10.900 kg, o una Guernsey con 9.900 kg, o una vaca Jersey con 9.300 kg de leche. (Robinson y Mac Queen, 2004).

### **Mérito genético individual de las vacas**

Dentro de todas las razas, existe un rango de producción potencial de proteína de leche con vacas que en la mayoría de los casos tienen a acercarse al valor promedio del rebaño. Sin embargo, como en toda población existen individuos que están sobre o bajo este promedio. Por ejemplo, en un rebaño de vacas lecheras que están entre 6 a 12 semanas de lactancia y todas reciben la misma dieta el promedio puede ser de 2,85 de materia grasa, sin embargo, el rango puede variar entre 2,55% a 3,3%. Esto está indicando que los animales producirán mas o menos grasa de acuerdo a su potencial genético.

### **Número de partos de las vacas**

El porcentaje de proteína de la leche tiende a declinar desde la primera lactancia, para luego estabilizarse entre el cuarto y quinto parto. Sin embargo, esas diferencias son relativamente pequeñas después del segundo parto.

## **Estado de lactancia de la vaca**

El porcentaje de proteína de la leche varía dependiendo del estado de la lactancia en que se encuentre el animal. En vacas Holstein Friesian en su primera semana de lactancia pueden presentar una leche con un 4% de materia grasa, luego declinará a 2,7 a 3,0% entre la quinta y sexta semana. Posteriormente al final de la lactancia puede llegar a 3,6 a 3,8%. Según Hazard (1997), esto es un problema de dilución tanto de la proteína como de la grasa contenida en la leche

## **Estación del año**

Los mayores valores de contenido de proteína cruda de la leche se logran durante los meses durante el invierno. En los meses de verano su contenido disminuye. Esto es esencialmente válido en países que presentan temperaturas extremas. Esto se muestra claramente en California, según lo señala Robinson y Mac Queen (2004). Lo que no está claro es que si esta situación se debe solamente al efecto de latas temperaturas o al largo del día.

## **Utilización de proteínas protegidas**

Normalmente las proteínas son degradadas en el rumen y utilizadas por los microorganismos que allí se desarrollan. Este proceso de desaminación y luego elaboración de nuevas proteínas microbiales tiene un costo energético importante. Es así como, en vacas de alta producción, vale decir, sobre 25 litros/ día es necesario suministrar un tipo especial de proteína que no se degradada en el rumen, ya que la producción de proteína microbiana no es suficiente para satisfacer los requerimientos de vacas lecheras de alta producción . Estas son las proteínas llamadas “by pass”, las cuales son desdoblada en parte en el abomasum y posteriormente en el intestino delgado. La cantidad de proteína by pass que se le debe suministrar a la vaca va a depender de su nivel productivo y su valor corresponde aproximadamente a un 34 a 38 % de la proteína total que la vaca lechera debe consumir

Como se ha podido observar existen algunos mecanismos relacionados con la alimentación y nutrición animal que permiten hacer variar los contenidos de materia grasa, sin embargo, el contenido de proteína de la leche es muy difícil de manejar y mas bien es posible cambiarla a través de cruzamientos selectivos.

En esta presentación no se ha tocado el tema del contenido de lactosa de la leche ya que es un nutriente que no tiene un mayor valor comercial y además se mantiene bastante constante durante toda la lactancia. En el Cuadro 5 se presenta un resumen de las diferentes prácticas de manejo nutricional que es posible realizar en vacas lecheras y el efecto que tienen sobre la composición de la leche. Por supuesto, este cuadro permitirá a los productores lecheros comparar sus datos con los que les entregan las plantas lecheras y a su vez poder determinar la situación alimenticias en las que se encuentran sus vacas lecheras

Cuadro 5. Resumen de prácticas alimenticias de manejo y su impacto en el contenido de materia grasa y proteína de la leche.

Norma de manejo	% de materia grasa	% de proteína
Incremento del consumo de materia seca	Aumenta	Aumenta
Incremento de la frecuencia de alimentación	Aumenta	Aumenta ligeramente
Sub alimentación energética	Disminuye	Disminuye
Altos niveles de carbohidratos no estructurales (>45%)	Disminuye	Aumenta
Niveles normales de carbohidratos no estructurales (35 – 40%)	Aumenta	No cambia
Exceso de fibra en la dieta	Aumenta ligeramente	Disminuye
Nivel bajo de fibra (<26% FDN)	Disminuye	Aumenta
Tamaño partícula pequeño	Disminuye	Aumenta
Alto nivel de proteína.	No afecta	Incrementa si la dieta es deficiente en proteína
Bajo nivel de proteína	No afecta	Disminuye si la dieta es deficiente en proteína
Suministro de proteína no degradable a nivel ruminal (34-38%)	No afecta	Incrementa si la dieta es deficiente en proteína

## CONCLUSIONES.

Es posible modificar el contenido de materia grasa de la leche a través del manejo de la cantidad de fibra que se les suministra a las vacas lecheras,

Los granos procesados al ser suministrados a vacas lecheras permiten variar la composición de la grasa láctea de la leche.

El contenido de proteína de la leche es un factor difícil de manejar a través de la alimentación que reciben las vacas lecheras. Su variación es por un efecto tangencial al variar el contenido de la dieta.

El contenido de lactosa de la leche prácticamente no es manejable y se mantiene relativamente constante prácticamente a través de toda la lactancia.

Fuente .

<http://www.engormix.com/MA-ganaderia-leche/articulos/manipulacion-composicion-leche-bovina-t6793/p0.htm>