

## *Estrategias Nutricionales para Manipular la Grasa de la Leche*

*Pedro Melendez, MV, MS, PhD*

*College of Veterinary Medicine*

*Universidad de Missouri, EEUU*

La leche de vaca es un fluido integral considerado como un alimento clave para la nutrición humana. Esto se debe a que la leche contiene un 12,5% de sólidos totales, de los cuales aproximadamente 3,5% es grasa, 3,2% es proteína, 4,7% es azúcar (lactosa) y el resto son minerales, vitaminas y compuestos menores. Así, en 1 litro de leche, 125 gramos son sólidos y los restantes 875 gramos son agua. Estos sólidos, especialmente la grasa, se encuentran en formas de glóbulos distribuidos homogéneamente en el agua de la leche. Esto es lo que se conoce como una “emulsión” y es lo que le da el color blanco a la leche, ya que los glóbulos de grasa refractan la luz solar (desvían los rayos solares) e inducen la formación de todos los colores del espectro luminoso, lo que da como resultado el color blanco, que es un fenómeno meramente visual. No obstante, los sólidos lácteos, especialmente la grasa y la proteína, no son constantes y ellos pueden variar para bien o para mal ya sea por la genética, la nutrición y el ambiente.

La grasa y la proteína son nutrientes fundamentales ya que aportan la energía y las bases estructurales para el crecimiento de los huesos, músculos y el resto del cuerpo, especialmente para los individuos en crecimiento, que son los niños. No obstante, no debemos olvidar que la leche también es importante por su contenido en minerales y vitaminas, especialmente por su contenido en calcio y fósforo y también por su contenido de lactosa, el azúcar de la leche, la cual también aporta energía.

La grasa de la leche es una mezcla de compuestos llamados ácidos grasos, los cuales son estructuras químicas en base a átomos de carbono. El número de carbonos que presenta un ácido graso hace que se denominen ácidos grasos de cadena corta (4 a 8 carbonos), ácidos grasos de cadena media (10 a 14 carbonos) y ácidos grasos de cadena larga (16 a 18 carbonos). Los ácidos grasos de cadena corta y media son ensamblados dentro de la misma

glándula mamaria a partir del butirato y acetato que son compuestos de 4 y 2 carbonos respectivamente, producidos en el rumen y llevados por la sangre hacia la glándula mamaria. En cambio los ácidos grasos de cadena larga son llevados directamente por la sangre a la glándula mamaria, desde el hígado, el tejido adiposo o el intestino de la vaca cuando son absorbidos después de la digestión de los alimentos.

Por otro lado, los ácidos grasos pueden estar completamente saturados de átomos de hidrógeno (no dobles enlaces) o ser parcialmente saturados, por ende cuentan con dobles enlaces (mono o poli-insaturados). Esto le da las características físicas a los productos lácteos en base a grasa, tales como la mantequilla, y la crema. Mientras más saturada la grasa con átomos de hidrógeno, más sólida es la grasa (grasa de la carne), mientras menos saturada está la grasa con átomos de hidrógeno (más dobles enlaces), más líquida será la grasa (aceite vegetal que se usa en la cocina).

La grasa es el sólido más variable dentro de la leche y se ve afectada tanto por factores ambientales como fisiológicos, pero también la genética. La nutrición es el factor no genético más importante que afecta la producción de grasa láctea y representa una herramienta práctica para alterar la producción y la composición de los ácidos grasos de la leche.

La manipulación en el contenido de grasa de la leche ha sido un tópico de moda durante los últimos años. Las recomendaciones nutricionales para los estadounidenses publicada en 1980 por el Departamento de Salud y el Departamento de Agricultura de los EEUU enfatizaron en reducir el contenido total de grasa, grasas saturadas y colesterol. Recomendaciones similares se realizaron en reportes posteriores incluyendo el último reporte del año 2000. También hubo recomendaciones similares en Europa por el Departamento de Salud del Reino Unido. La presión por reducir el contenido total de grasa de los productos lácteos, como así también reducir el contenido de saturación de las grasas continua en la actualidad. Así, el consumo percapita de productos lácteos para el 2001 en EEUU fue de < de 30 litros de leche entera comparado a los 95 litros de leche entera que se consumía en 1970 y un incremento en el consumo de leche con menos grasa, con un incremento de 23 a 57 litros por persona entre 1970 y el 2001. Por lo tanto, el manejo nutricional para

controlar el perfil de ácidos grasos de la leche ha recibido considerable atención en los últimos 25 años. Así, el objetivo clave ha sido incrementar el nivel de ácidos insaturados en desmedro de los ácidos grasos saturados, los cuales tienen un efecto más perjudicial en la salud de los humanos. De hecho, algunos reportes definen a la leche “ideal” como aquella que contiene no más de un 8% de ácidos grasos saturados, < 10% de ácidos grasos insaturados y el resto (82%) como ácidos grasos monosaturados (un solo doble enlace). Además, las últimas investigaciones en nutrición, han demostrado el efecto benéfico sobre la salud humana de los ácidos grasos insaturados tipo “trans” (el doble enlace es recto y no doblado) que se producen en el rumen de la vaca y que se acumulan en la carne y en la leche.

Del punto de vista nutricional, el consumo excesivo de granos puede deprimir el contenido de grasa de la leche y alterar su calidad afectando la composición de sus ácidos grasos. Los granos típicamente reducen la proporción de ácidos grasos de entre 6 y 16 carbonos e incrementa la proporción de ácidos grasos insaturados (con doble enlaces) de 18 carbonos. El mecanismo por el cual ocurre este fenómeno es que los granos incrementan la producción de ácidos grasos trans-10, cis-12 (doble enlace en el carbono 10 y 12), debido al estado de acidosis que se puede producir en el rumen bajo condiciones de un inadecuado manejo nutricional. Este fenómeno no ocurre cuando los ácidos grasos producidos en el rumen son del tipo cis-9, trans-11 (doble enlaces en el carbono 9 y 11) debido a que la dieta contiene una mayor proporción de fibra efectiva, con menos almidón (granos) y por ende existe un menor grado de acidosis ruminal. Además, estos últimos, son ácidos grasos de mucha importancia para la salud humana, ya que se ha visto que productos lácteos ricos en estos ácidos grasos insaturados, conocidos como ácidos grasos cis-9, trans-11 CLA (ácido linoleico conjugado con 2 dobles enlaces en el carbono 9 y 11) tienen efectos anti-cancerígenos en el ser humano y otros efectos benéficos para la salud humana.

En conclusión, estratégicamente el contenido y el tipo de grasa de la leche se puede manipular a través de la suplementación de insumos ricos en ácido linoleico (18 carbonos, 2 dobles enlaces) y promover la formación ya sea de ácidos grasos cis-9, trans -11, cuando queremos mejorar el contenido de

grasa de la leche o trans-10, cis-12 cuando queremos disminuir el contenido de grasa en la leche.

Una serie de insumos ricos en grasas tienen la capacidad de deprimir el contenido de materia grasa de la leche. Dentro de estos encontramos al cebo animal, aceites de descarte de restaurantes de comida rápida, aceite de poroto soya hidrogenada, semillas de oleaginosas extruidas y aceites de pescado. La depresión de materia grasa de la leche ocurre cuando hay una síntesis reducida de ácidos grasos de cadena corta e intermedia a nivel de la glándula mamaria debido a la formación de ácidos grasos tipo trans-10 C18:1 y trans-10, cis-12 18:2, a partir de las bacterias del rumen y en un ambiente ruminal más acidificado (dietas ricas en granos y almidón y poca fibra efectiva). Aquellas vacas que consumen dietas que contienen ensilaje de maíz como fuente única de fibra efectiva parecen ser mucho más susceptibles a la depresión de materia grasa láctea cuando se suplementan insumos ricos en ácidos grasos insaturados. La substitución parcial de ensilaje de maíz por heno de alfalfa u otro tipo de heno puede contrarrestar este efecto negativo al ayudar a mantener un rumen menos ácido. Al mantener el pH ruminal sobre 6.0 durante la mayoría del día ayudará a minimizar por parte de las bacterias del rumen la formación de ácidos grasos de tipo “trans-10”.

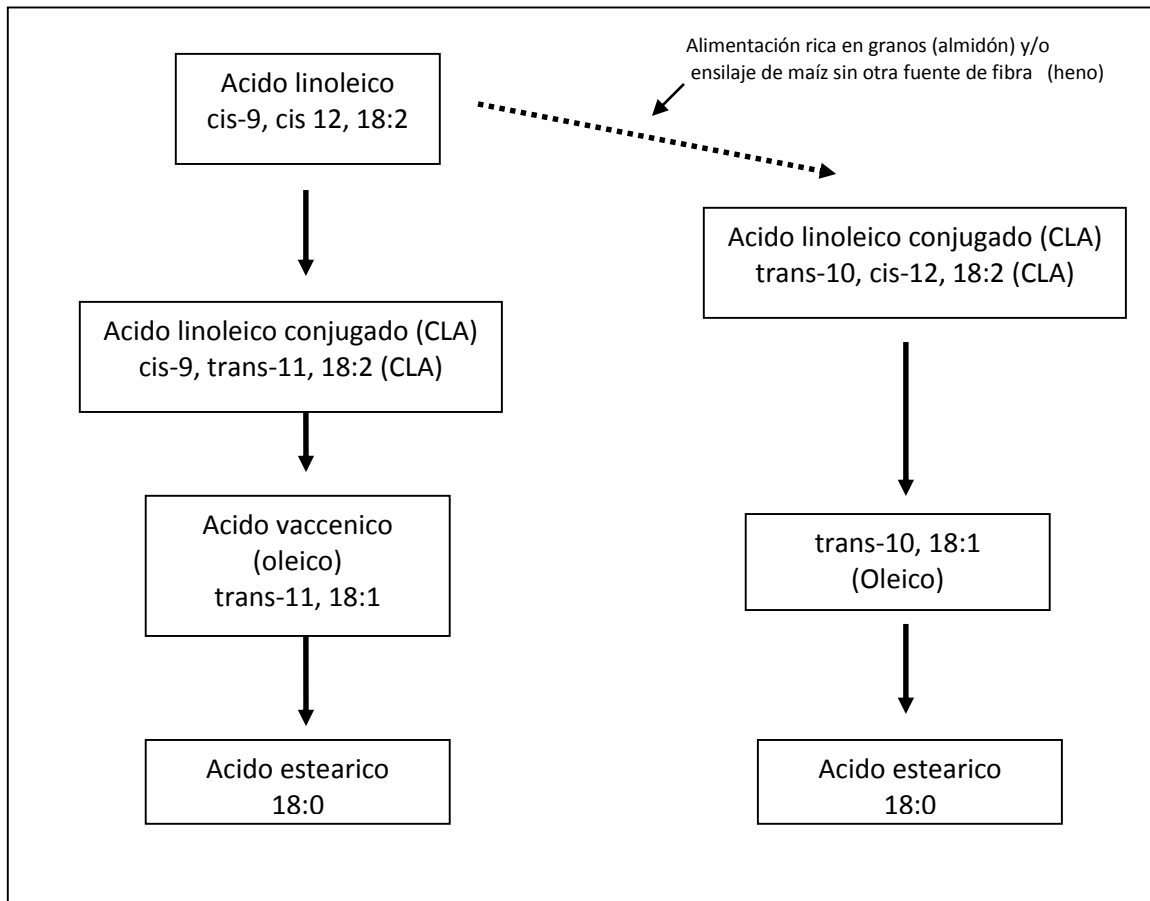


Figura 1. Vías metabólicas de la biohidrogenación del ácido linoleico en el rumen bajo condiciones normales (lado izquierdo del diagrama) o bajo condiciones nutricionales de Depresión de la Materia Grasa de la Leche (Lado derecho del diagrama). Los eventos que inducen cuadros de acidosis ruminal son los gatilladores de la reducción de la grasa en la leche, sobre todo cuando se alimentan insumos ricos en ácido linoelico (semillas de oleaginosas) y aceites de pescado.

Tabla 1. Composición nutricional de la leche de vaca

		Leche entera
Agua (%)		88,32
Proteína (%)		3,22
Grasa (%)		3,40
Minerales (%)		0,69
Lactosa (%)		4,52
<hr/> <p>Ácidos Grasos, % del total de la grasa, según tipo de enlace</p>		
Saturados (no doble enlaces)		64,9
Mono insaturados (un doble enlace)		28,3
Poli-insaturados (más de un doble enlace)		6,8
<hr/> <p>Ácidos Grasos, % del total de la grasa, según número de carbonos</p>		
<hr/> <p>Cadena corta</p>		
	C4:0	11
	C6:0	5
	C8:0	1
<hr/> <p>Cadena media</p>		
	C10:0	3
	C12:0	3
	C14:0	10
<hr/> <p>Cadena larga</p>		
	C16:0	23
	C18:0	10
	C18:1	29
	C18:2	2
	C18:3	<1
<hr/>		
Colesterol, mg/100g		10

Tabla 2. Componentes bioactivos de la leche que afectan la salud humana

<b>Componentes de la proteína de la leche</b>	<b>Componentes de las grasas de la leche</b>	<b>Otros</b>
<b>Cáncer</b>		
Proteínas del suero	Acido linoleico conjugado	Calcio
Caseína	Acido vaccenico	Lactosa
Lactoferrina	Esfingolípidos	Vitaminas A y D
$\alpha$ -lactoalbumina	Acido butírico	Oligosacaridos
Péptidos	Acido metiltetradecanoico	13- Nucleótidos
	Lípidos del éter	Probióticos
<b>Salud cardiovascular</b>		
Proteínas del suero	Acido linoleico conjugado	Calcio
Caseína	Acido estearico	Vitamina D
	Ácidos grasos omega - 3	
<b>Hipertensión</b>		
Proteínas del suero		Calcio
		Potasio
<b>Respuesta inmune</b>		
Proteínas del suero	Acido linoleico conjugado	Probióticos
Proteínas de membranas de los glóbulos de grasa		
<b>Salud ósea</b>		
Péptidos	Acido linoleico conjugado	Calcio
		Fósforo
		Vitamina K

### *Alimentación con Granos*

El uso de granos de cereales (maíz, trigo, avena, cebada, triticale, etc.) se han utilizado por décadas en las dietas de vacas lecheras de todo el mundo debido a la relación costo-beneficio de la energía que se necesita para mantener los altos niveles de producción de leche que requieren las razas lecheras, sobre todo la raza Holstein. Sin embargo, la alimentación de elevadas cantidades de granos de cereales además de estimular la producción de leche conlleva también a una depresión en el porcentaje de materia grasa y alteración en la composición de los ácidos grasos de la leche. Los cereales típicamente disminuyen la proporción de ácidos grasos de entre 6 y 16 carbonos e incrementan la proporción de ácidos grasos insaturados de 18 carbonos. Muchas teorías se han establecido para explicar este efecto, pero la causa exacta no está clara aun. Dentro de estas, 2 teorías son las que han recibido mayor atención. La primera de ellas es una producción deficiente de ácido acético y butírico a nivel del rumen que permiten una adecuada síntesis de grasa en la leche y la segunda es la estimulación de una mayor producción de ácido propionico por parte de los cereales que estimulan una mayor producción de insulina la cual dirige los metabolitos lejos de la glándula mamaria con la consiguiente menor producción de grasa. Muchos estudios durante la última década han demostrado que estas teorías son inviables.

Una de las últimas especulaciones asociadas a la depresión de materia grasa en la leche bovina fue reenfocarse en la antigua teoría de los ácidos grasos *trans* como agente causal de tal efecto detrimental. Estos nuevos estudios se llevaron a cabo en la década de los 90 por Erdman y Teter, de la Universidad de Maryland. Los estudios mostraron una relación inversa entre el contenido



de ácidos grasos *trans* y el porcentaje de materia grasa en la leche. No obstante, otros reportes demostraron que el incremento de los ácidos grasos *trans* no afectaron el contenido total de materia grasa en la leche. Esto demostró que no todos los ácidos grasos *trans* se asociaron negativamente con una depresión en la materia grasa láctea. Posteriormente se demostró que la depresión de la materia grasa de la leche se asoció íntimamente solo con la producción de isómeros de ácidos grasos *trans*-10 en el rumen.

Los granos de cereales mostraron incrementar la producción de ácidos grasos *trans*-10 a nivel ruminal. Dentro de estos, un estudio clásico de la Universidad de Cornell en EEUU llevado a cabo por Dale Bauman y colegas demostró una depresión severa de la materia grasa de la leche cuando las vacas fueron suplementadas con ácido linoleico conjugado (CLA) *trans*-10, *cis*-12) pero no cuando fueron suplementadas con CLA *cis*-9, *trans*-11. Así se descubrió, que los ácidos grasos linoleicos conjugados o CLA (18 carbonos, 2 dobles enlaces) del tipo *trans*-10, *cis*-12 producidos en el rumen son el principal factor que explican la depresión de materia grasa en la leche y los granos de cereales en exceso son un factor de riesgo claramente identificado en inducir la producción de estos ácidos grasos detrimentales en el rumen.

#### *Alimentación con Grasas de Suplemento*

La alimentación con grasas de suplemento se ha estudiado extensivamente durante los últimos 25 años. El énfasis dado en un inicio fue proporcionar más energía en la dieta para intentar incrementar los niveles en producción de leche. Dentro de estas estrategias, estuvo el desarrollo de productos en base a grasas inertes en el rumen, denominadas grasas bypass o de sobrepaso que minimizan los problemas digestivos a nivel ruminal cuando se ofrecen aceites insaturados, típicos de semillas de oleaginosas tales como las semillas de raps,

soya, maravilla, algodón, etc. Esto conllevó a la creación de productos comerciales ricos en grasas bypass, en base a sales de calcio de ácidos grasos y productos ricos en grasas saturadas. Por otro lado, en otros estudios además se descubrió que los aceites vegetales ricos en grasas insaturadas y que no son bypass (se digieren en el rumen) tienen una capacidad limitada en alterar la composición de los ácidos grasos de la leche, ya que estos aceites son transformados por los microorganismos a nivel del rumen a un tipo de grasa estándar (con más hidrogeno y por ende más saturada) que produce el mismo tipo de grasa a nivel de la glándula mamaria y por ende una grasa sin modificación a nivel de la leche. Para complicar más aun este escenario, si se ofrecen estas grasas vegetales que se transforman en rumen, con una gran cantidad de granos de cereales, las grasas se pueden modificar y desviar a la producción de los famosos CLA *trans*-10, *cis*-12, con la consiguiente depresión en el contenido de materia grasa de la leche. Por lo tanto, si se quiere alterar la composición de los ácidos grasos de la leche, sin alterar el porcentaje de materia grasa de la leche, vía alimentación de grasas, éstas deben ser del tipo bypass o de sobrepaso y no en base a aceites vegetales que se modifican en el rumen.

En el caso de las sales de calcio de ácidos grasos, se ha demostrado que al acoplar una molécula de calcio a los ácidos grasos insaturados (más de un doble enlace) se induce una resistencia a la biohidrogenación y por ende la grasa no se modifica a nivel ruminal. Otra forma de proteger la grasa dietaria contra la biohidrogenación de las bacterias del rumen es acoplar un grupo químico denominado “amida”, pero el método es menos efectivo cuando la grasa es muy rica en ácidos grasos muy insaturados (aceites de linaza, de pescado, etc).

En conclusión:

- Una serie de insumos ricos en grasas tienen la capacidad de deprimir el contenido de materia grasa de la leche. Dentro de estos encontramos al cebo animal, aceites de descarte de restaurantes, aceite de poroto soya hidrogenada, semillas de oleaginosas extruidas y aceites de pescado
- La depresión de materia grasa de la leche se ha relacionado a una síntesis reducida de ácidos grasos de cadena corta e intermedia a nivel de la glándula mamaria debido a la formación de ácidos grasos tipo “trans” (especialmente trans-10 C18:1 y trans-10, cis-12 18:2) a partir de las bacterias del rumen y en un ambiente ruminal más acidificado (dietas ricas en granos y almidón) cuando se suplementan insumos ricos en ácido oleico (C18:1) y linoleico (C18:2), típico de semillas de oleaginosas y cebo animal.
- Vacas que consumen dietas que contienen ensilaje de maíz como fuente única de fibra efectiva parecen ser mucho más susceptibles a la depresión de materia grasa láctea cuando se suplementan insumos ricos en ácidos grasos insaturados. La substitución parcial de ensilaje de maíz por heno de alfalfa u otro tipo de heno puede contrarrestar este efecto negativo al ayudar a mantener un rumen menos ácido. Al mantener el pH ruminal sobre 6,0 durante la mayoría del día ayudará a minimizar por parte de las bacterias del rumen la formación de ácidos grasos de tipo “trans”.
- El uso estratégico de grasas suplementarias tanto en su forma natural como de productos comerciales han demostrado mejorar el rendimiento tanto productivo como reproductivo de la vaca lechera sin afectar el contenido de materia grasa de la leche, por lo tanto son una herramienta tecnológica viable en la alimentación del ganado lechero de alta producción.