

## 4) METABOLISMO DE LIPIDOS EN LAS VACAS LECHERAS

Michel A. Wattiaux

*Instituto Babcock*

Ric R. Grummer

*Departamento de Ciencia de Ganado Lechero*

### CLASES DE LIPIDOS

Usualmente la dieta consumida por las vacas contiene solo 4 a 6% de lípidos. Sin embargo, los lípidos son parte importante de la ración de una vaca lechera porque contribuyen directamente a casi 50% de la grasa en la leche y son la fuente más concentrada de energía en los alimentos. Solo pequeñas cantidades de lípidos se encuentran en forrajes y semillas. Sin embargo, algunas plantas (algodón, soy) tienen semillas llamadas "oleaginosas" que acumulan más de 20% de lípidos. Típicamente los lípidos son extraídos de las semillas oleaginosas pero pueden estos ser incorporadas en forma entera en las dietas de las vacas lecheras.

Los lípidos son insolubles en agua pero son solubles en solventes orgánicos (éter, cloroformo, hexano etc.). Los triglicéridos se encuentran principalmente en los granos de cereales, semillas oleaginosas y grasas de origen animal. La estructura básica de los **triglicéridos** consiste de una unidad de glicerol (un azúcar de tres carbonos) y tres unidades de ácidos grasos (Figura 1).

Los **glicolípidos** son una segunda clase de lípidos encontrados principalmente en los forrajes (gramíneas y leguminosas). Tienen una estructura parecida a los triglicéridos con la excepción que uno de los tres ácidos grasos ha sido reemplazado por un azúcar (usualmente galactosa). Cuando uno de los ácidos grasos esta reemplazado con un fosfato ligado a otra estructura compleja, el lípido se llama fosfolípido. Los **fosfolípidos** son componentes menores en los alimentos, encontrados principalmente en las bacterias del rumen.

Los ácidos grasos encontrados en los lípidos de las plantas varían de 14 a 18 carbonos (Cuando 1). El punto de fusión determina si el lípido estará en forma líquida o sólida a temperaturas normales. El punto de fusión depende principalmente del grado de saturación y en menor grado de la longitud de la cadena de carbonos. Los lípidos de plantas típicamente contienen 70 a 80% de ácidos grasos no-saturados y tienden a quedarse en un estado líquido (aceites). Por otro lado, las grasas de origen animal contienen 40-50%

de ácidos grasos saturados y tienden a quedarse en un estado sólido (grasas). El grado de saturación tiene un efecto marcado en el modo de digestión por los animales y en el caso del rumiante, si interfieren o no con la fermentación de carbohidratos en el rumen.

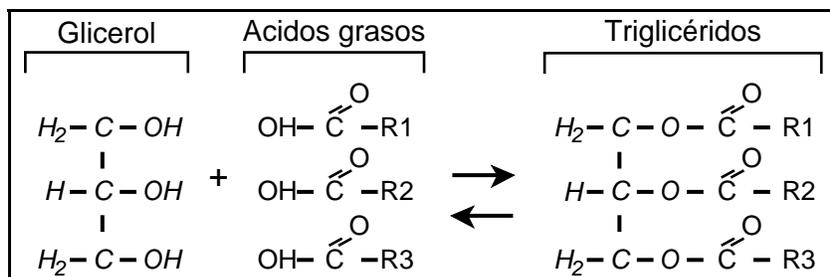


Figura 1: Estructura básica de los triglicéridos. Los radicales (R1, R2, y R3) consisten de una cadena de carbonos de longitud y saturación variable

Cuadro 1: Acidos grasos comunes encontrados en la dieta de vacas lecheras

Nombre común	Estructura	Abreviación*	Punto de fusión (°C)
..... Acidos saturados .....			
Mirístico	CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>12</sub> -COOH	(C14:0)	54
Palmitico	CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>14</sub> -COOH	(C16:0)	63
Estearico	CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>16</sub> -COOH	(C18:0)	70
..... Acidos no-saturados .....			
Palmitoleico	CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> -CH=CH-(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> -COOH	(C16:1)	61
Oleico	CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> -CH=CH-(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> -COOH	(C18:1)	13
Linoleico	CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> -CH=CH-CH <sub>2</sub> -CH=CH-(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> -COOH	(C18:2)	- 5
Linolenico	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH=CH-CH <sub>2</sub> -CH=CH-CH <sub>2</sub> -CH=CH-(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> -COOH	(C18:3)	-11

\* El primer numero indica el numero total de carbón y el segundo el numero de enlaces dobles en la molécula.

### HIDROLISIS Y SATURACION DE LIPIDOS EN EL RUMEN

En el rumen, la mayoría de los lípidos son hidrolizados. El enlace entre el glicerol y los ácidos grasos se rompe dando origen a glicerol y tres ácidos grasos. El glicerol se fermenta rápidamente para formar ácidos grasos volátiles. Otra acción importante de los microbios del rumen es la de hidrogenar los ácidos grasos no saturados.

Los ácidos grasos libres en el rumen tienden a ligarse a partículas de alimentos y microbios y prevenir más fermentación, especialmente de los carbohidratos fibrosos. Lípidos excesos en la dieta (más de 8%) pueden tener un efecto negativo en la producción de leche y el porcentaje de grasa en la leche. Los lípidos no saturados tienen un efecto más negativo que los lípidos saturados. Sin embargo los lípidos pueden ser “protegidos” para reducir su tasa de hidrólisis y hacerles menos reactivos en el rumen. La cobertura (cascara) de la semilla tiende a proteger los lípidos dentro las semillas y hacerles menos accesible a la hidrólisis ruminal comparado con la grasa de origen animal. También, los tratamientos industriales que usualmente incluyen la formación de jabones (sales de calcio con los ácidos grasos) aumentan la resistencia de los lípidos a hidrólisis en el rumen. La mayoría de los lípidos que salen del rumen son ácidos grasos saturados (85-90%) principalmente en la forma de ácidos palmíticos y estearicos) ligados a partículas

de alimentos y microbios y el porcentaje restante corresponde a los fosfolípidos microbianos (10-15%).

### ABSORCION INTESTINAL DE LIPIDOS

Los fosfolípidos microbianos son digeridos en el intestino delgado y allí contribuyen a formar la masa total de ácidos grasos procesados y absorbidos a través de la pared del intestino. La bilis, secretada por el hígado, junto con las secreciones pancreáticas (ricas en enzimas y bicarbonato) se mezclan con el contenido del intestino delgado. Estas secreciones son esenciales para preparar los lípidos para absorción, formando partículas mezclables con agua que pueden entrar las células intestinales. En las células intestinales una porción importante de ácidos grasos son ligados con glicerol (proveniente de la glucosa de la sangre) para formar triglicéridos.

Los triglicéridos, algunos ácidos grasos libres, colesterol y otras sustancias relacionadas con lípidos son cubiertos con proteínas para formar lipoproteínas ricas en triglicéridos, también llamados lipoproteínas de baja densidad. Las lipoproteínas ricas en triglicéridos entran los vasos linfáticos y de allí pasan al canal torácico y así llegan a la sangre. En contraste a la mayoría de nutrientes absorbidos en el tracto gastrointestinal los lípidos absorbidos no van al hígado sino que entran directamente a la circulación

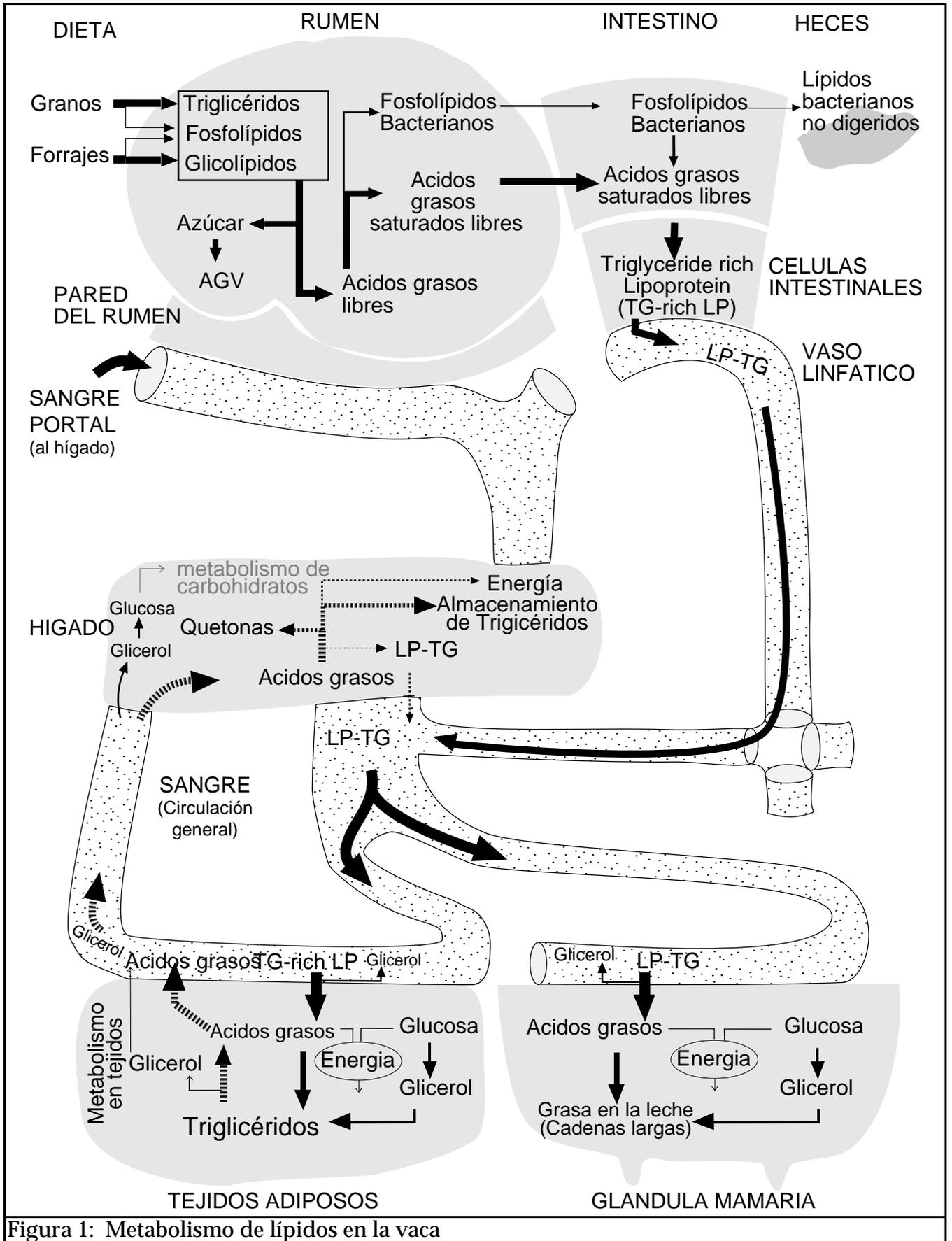


Figura 1: Metabolismo de lípidos en la vaca

general. Así los lípidos absorbidos pueden ser utilizados por todos los tejidos del cuerpo sin ser procesados por el hígado.

### **UTILIZACION EN LA UBRE DE LOS LIPIDOS DE LA DIETA**

Casi la mitad de la grasa en la leche es derivada del metabolismo de lípidos en la glándula mamaria. Estos ácidos grasos provienen principalmente de las lipoproteínas ricas en triglicéridos. Un aumento en la dieta de ácidos grasos con más de 16 carbonos (ácidos grasos de cadena larga) aumenta su secreción en la leche, pero también inhibe el síntesis de ácidos grasos de cadena corta y mediana (vea metabolismo de carbohidrato). Así la depresión marcada en la secreción de grasa en la leche que ocurre cuando se alimenta las vacas con dietas bajas en fibra no puede ser compensando dando más grasa en la dieta.

### **EL PAPEL DEL HIGADO EN LA MOVILIZACION DE LIPIDOS**

En periodos de sub-alimentación o en la primera parte de lactancia, las vacas enfrentan su demanda energética movilizandolos tejidos adiposos para obtener aun más energía sobre aquella proveída en la dieta. Los ácidos grasos de los triglicéridos almacenados en los tejidos adiposos (ubicados principalmente en el abdomen y encima de los riñones) son liberados hacia la sangre. Los ácidos grasos liberados son absorbidos por el hígado donde pueden ser utilizados como fuente de energía o convertidos a cuerpos cetonicos que pueden ser liberados hacia la sangre y utilizados como una fuente de energía en muchas tejidos. El hígado no tiene una alta capacidad para formar y exportar lipoproteínas ricas en triglicéridos, y los ácidos grasos que sobran, y que son movilizados, son almacenados como triglicéridos en la células del hígado. La grasa depositada en el hígado hace difícil al

hígado formar más glucosa. Esta condición ocurre principalmente en los primeros días de lactancia y puede llevar a desordenes metabólicos como cetosis e hígado graso.

### **ADICION DE LIPIDOS A LAS RACIONES DE VACAS LECHERAS**

Los lípidos contienen casi 2.25 veces más energía que los carbohidratos. Los lípidos son a veces llamados nutrientes "fríos" porque durante su digestión y utilización por el cuerpo generan menos calor que los carbohidratos y proteína. Un aumento de lípidos en las raciones:

- Incrementa la densidad calórica (energía) de la dieta, especialmente cuando la ingestión puede estar limitada como puede ocurrir cuando hay una dieta con alto contenido de forraje.
- Limita la necesidad para concentrados ricos en carbohidratos, que típicamente son necesarios en la primera parte de lactancia cuando la vaca esta en equilibrio negativo para energía.
- En climas calurosos los lípidos pueden ayudar a reducir el estrés calórico en una vaca lactante.

Los cambios notados en la ingestión de alimentos y la producción de leche varían mucho según el tipo de lípidos agregados a la dieta. Las vacas no deben ser alimentadas con más de 0.45 kg./día de lípidos en adición a los lípidos presentados en los alimentos rutinarios. Esta cantidad se traduce en un total de casi 6-8% lípidos en la dieta antes de que produzca efectos negativos. La producción de leche es maximizada cuando los lípidos forman 5% de la materia seca de la dieta. Más lípido en la dieta usualmente reduce la proteína en la leche en un 0.1%. Además un exceso de lípidos puede reducir la ingestión de alimentos, producción de leche y la composición de la grasa en la leche.